

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 Ortín

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 “renewable”, 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 renovables45

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

3. Energía solar térmica49

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.I 0. ¿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.I. ¿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.I. ¿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 renovables97

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 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 quemaba 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.
- Permitió 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.

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?

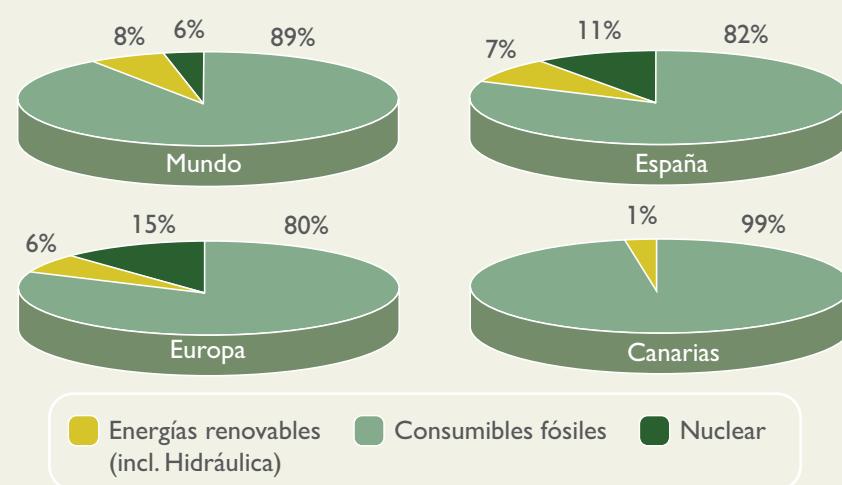
La dependencia energética de la Unión Europea muestra un aumento constante. La Unión Europea cubre sus necesidades energéticas en un 50% con productos importados y, si no cambia su política energética, antes de 20 años ese porcentaje ascenderá al 70%. Tal dependencia externa acarrea riesgos económicos,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

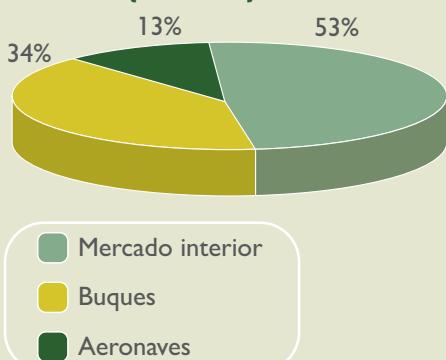


Fuente: Estadísticas energéticas de Canarias. Gobierno de Canarias

En el presente, el sistema energético mundial está fundamentado en el consumo de combustibles fósiles que, por su propia naturaleza, son percederos. 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%.

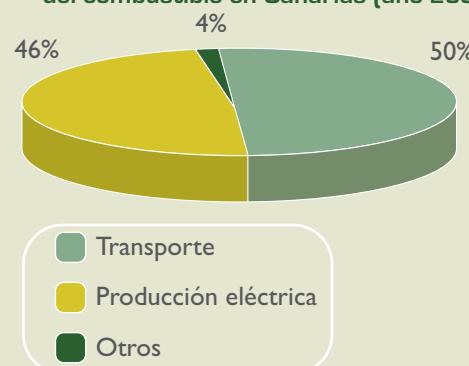
Distribución de los productos petrolíferos en Canarias (año 2006)



Fuente: Estadísticas energéticas de Canarias. Gobierno de Canarias

CONSUMO PETROLÍFERO EN CANARIAS

Distribución sectorial del mercado interior del combustible en Canarias (año 2006)



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.^{er} ferrocarril fue construido en 1804.

El 1.^{er} automóvil fue construido en 1883 por Henry Ford en EE. UU.

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 tratan 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.



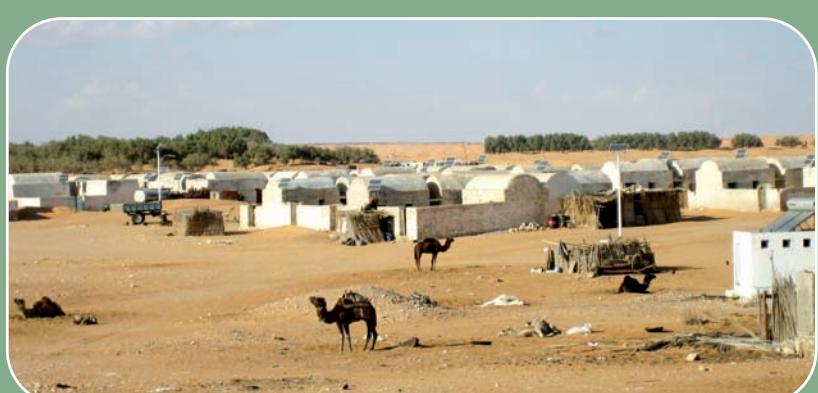
El primer automóvil llega a Canarias en 1902. Algo más de un siglo después Canarias cuenta con casi un millón y medio de vehículos, englobando todo tipo de transporte por carretera

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 “aquel 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.



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).

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

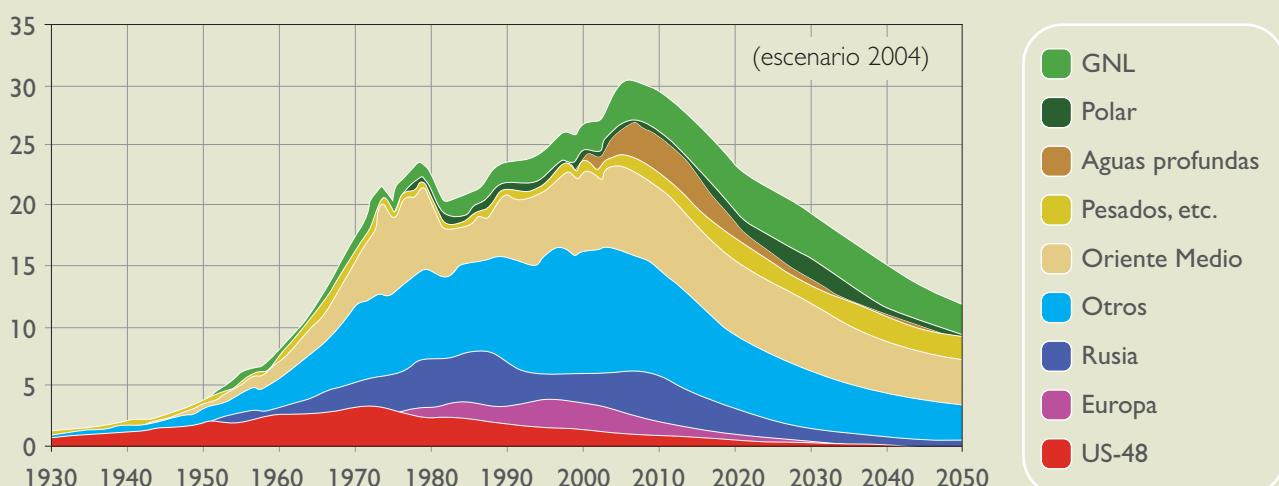
1.7.1. El agotamiento de los combustibles fósiles

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



Fuente: Association for the Study of the Peak Oil & Gas (2004) / Colin Campbell (2002)

¿Sabías que?



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.

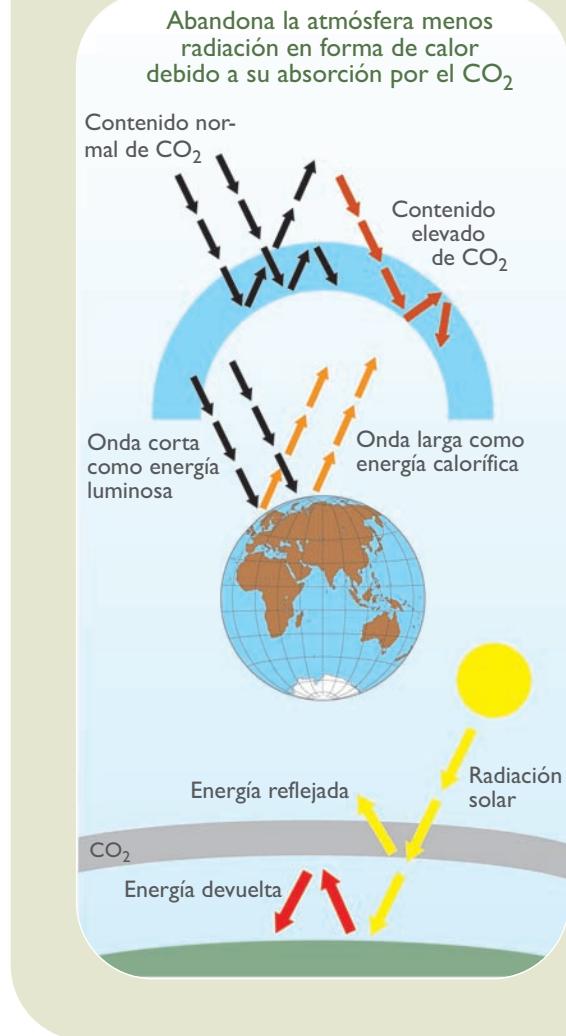
Mucho antes del agotamiento de los recursos convencionales se están produciendo tensiones en los precios del petróleo, ante la falta de capacidad mundial de mantener el ritmo de crecimiento de la producción que sería necesario para satisfacer la demanda.

1.7.2. El efecto invernadero

Sin nuestra atmósfera, la temperatura media de la Tierra sería de unos -18 °C y no los 15 °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 °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, CO₂, 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

EFFECTO INVERNADERO



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 °C.



En los últimos decenios, se ha producido en la atmósfera un sensible incremento de CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ 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 fuesen eternas (que no lo son), a la larga, el planeta Tierra no sería capaz de absorber las emisiones de CO₂ 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



¿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.

absorvidos 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.

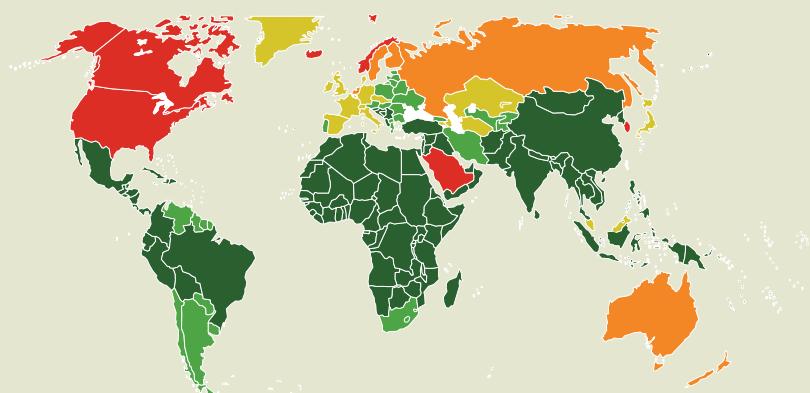
1.7.4. La deforestación

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

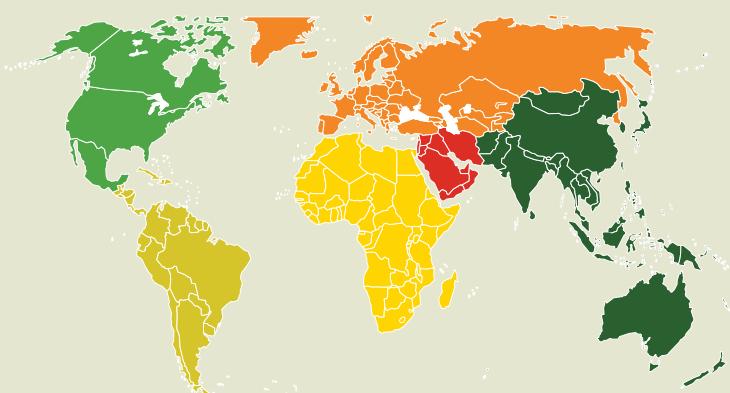
TEP (toneladas equivalentes de petróleo) por persona



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

742,7 144,4 117,2 103,5 59,9 40,5

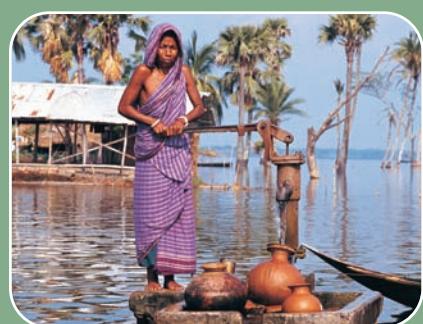
Miles de millones de barriles



Fuente: Estadísticas energéticas mundiales de BP (2005)

Debido al cambio climático se预防 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.

¿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.



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 ($100 \text{ W} \times 3 \text{ h} = 300 \text{ Wh}$).

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



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- La población aborigen 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 aborigen 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? Preguntando 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.

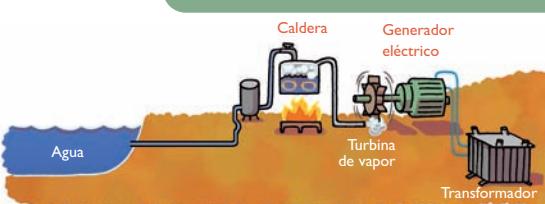
Dependiendo de la fuente primaria de energía utilizada, las centrales generadoras se pueden clasificar en los tipos que se citan a continuación.

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 Alva 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.

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.

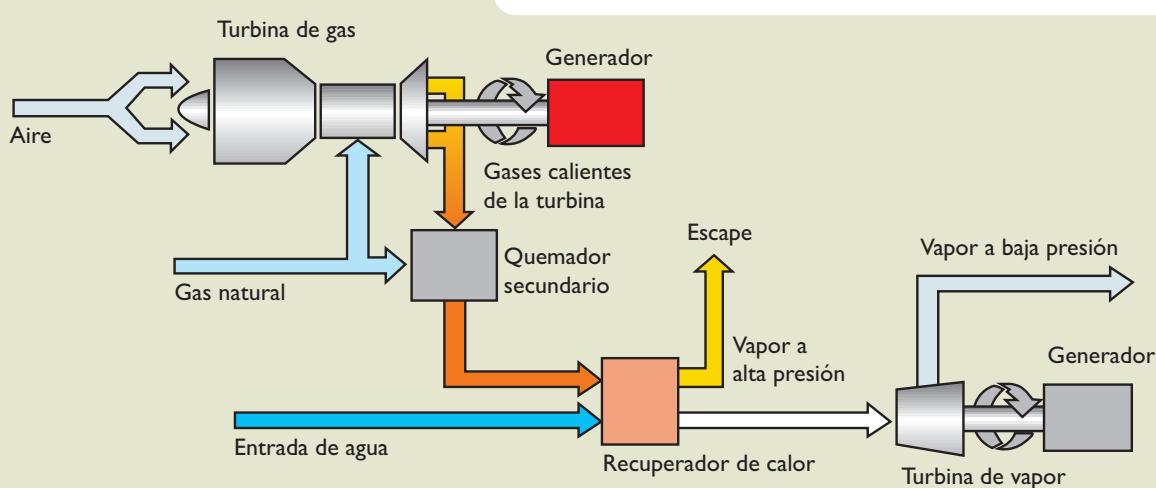
La caldera es un aparato que sirve para convertir el agua en vapor. El vapor producido, que sale de la caldera, mueve la turbina y ésta, a su vez, el generador eléctrico. El calor necesario para elevar la temperatura y presión del agua lo proporciona la quema del combustible, ya sea carbón, fuel o gas. 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:

$$\begin{aligned} \text{Energía potencial} &= \text{masa} \cdot \text{gravedad} \cdot \text{altura} \\ E_p &= m \cdot g \cdot h. \end{aligned}$$

¿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.

Bloque 1. Energía y electricidad


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

Elaboración propia. Fuente: Estadísticas Energéticas de Canarias. Gobierno de Canarias

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.

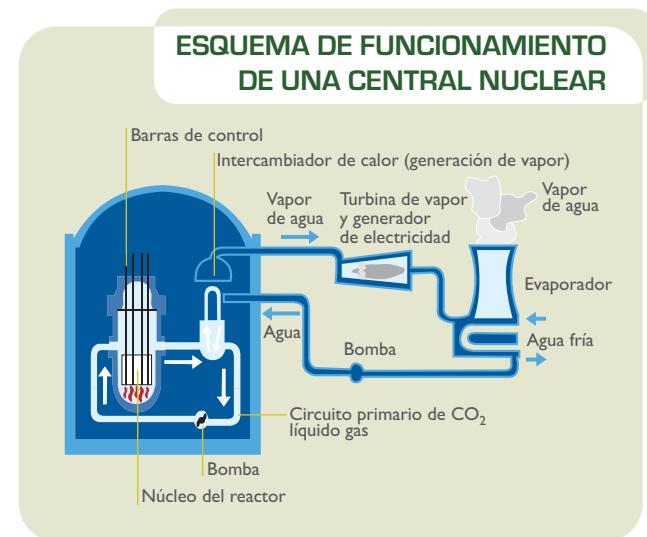
La energía hidráulica posee dos ventajas principales respecto a los combustibles de origen fósil y nuclear: una de ellas es que el agua (que es el combustible) no se consume ni empeora la calidad, únicamente es explotada; y otra de las ventajas es que no tiene problemas de producción de desechos.

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 México (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.

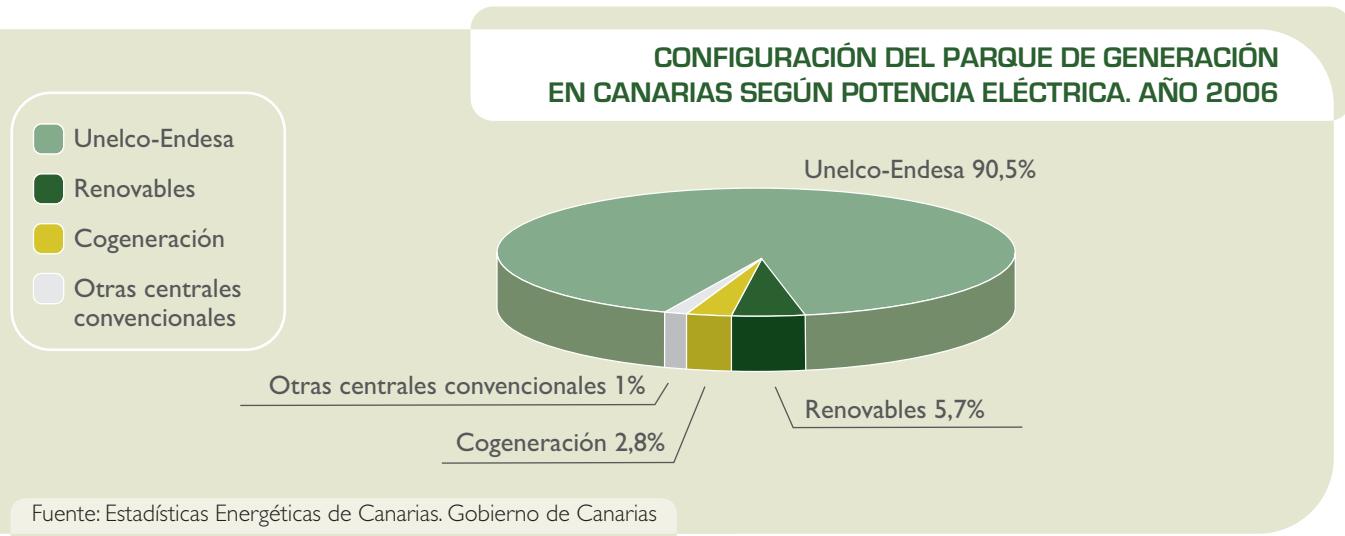
En la actualidad, en casi toda Europa se está fomentando la construcción de este tipo de centrales a través de incentivos económicos.

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.



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.



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.

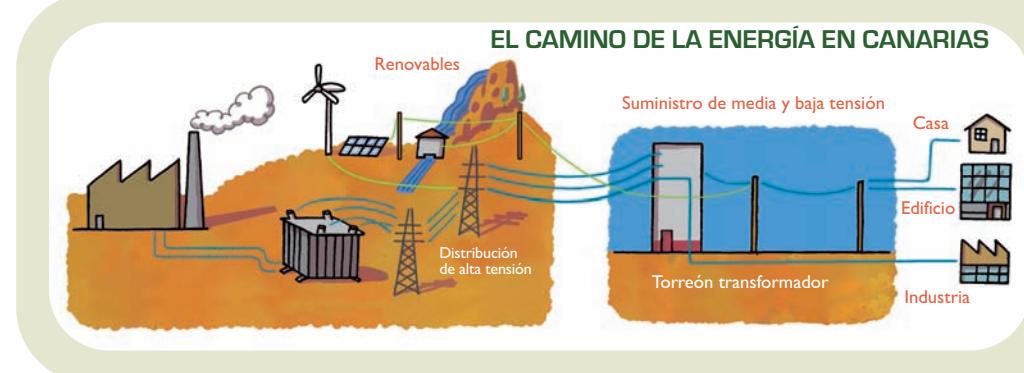
La Península Ibérica está cubierta por una densa red de transporte de energía eléctrica conectada con la red eléctrica de Europa, que incluye desde "autopistas" (las principales líneas de alta tensión) hasta ramales secundarios.

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-



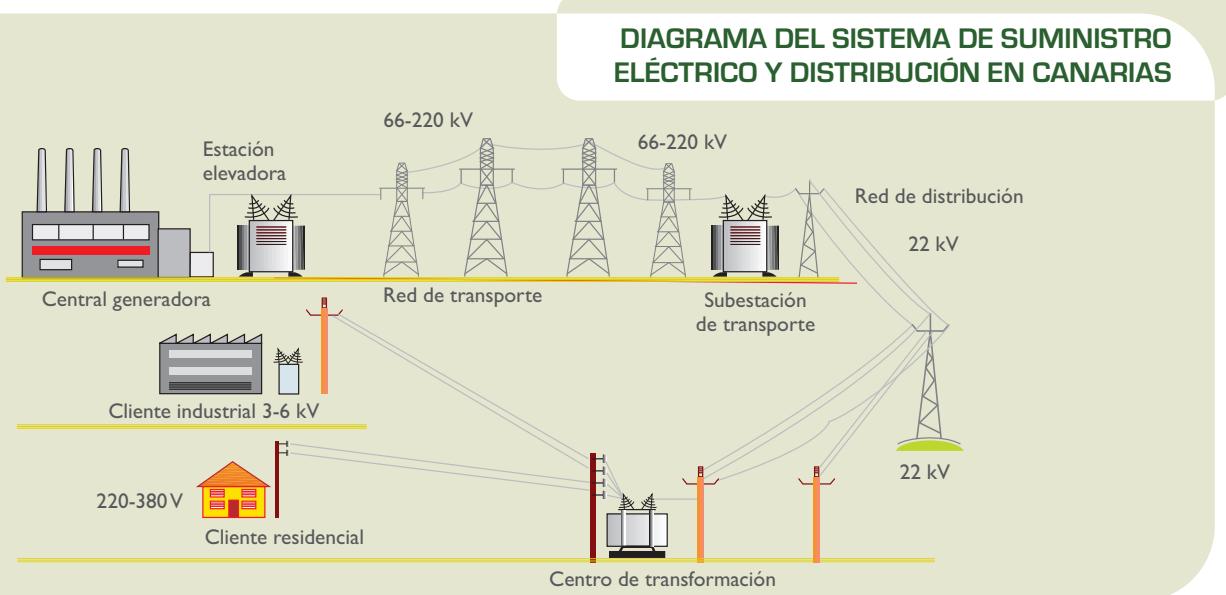
duce en cada una de ellas tiene que ser igual a la que se consume y viceversa, resultando un sistema de control más complicado y de producción más caro.

¿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).





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.

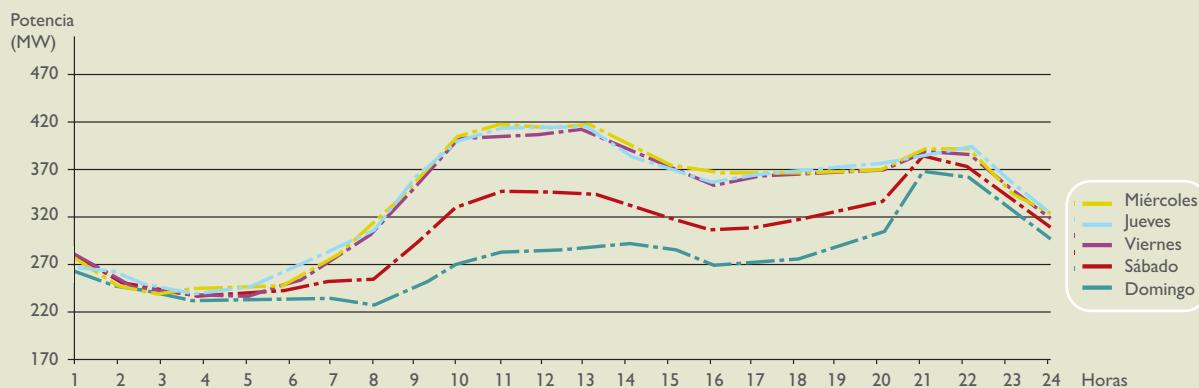
Esta curva de demanda o de carga está compuesta por muchos consumos: domésticos, industriales, etc. Depende de diversos factores: temperatura (en los días calurosos los equipos de aire acondicionado funcionan a pleno rendimiento), horas de luz, festividades, etc.

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.

¿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.

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.

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. El consumo es algo mayor en verano que en invierno, debido principalmente 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.

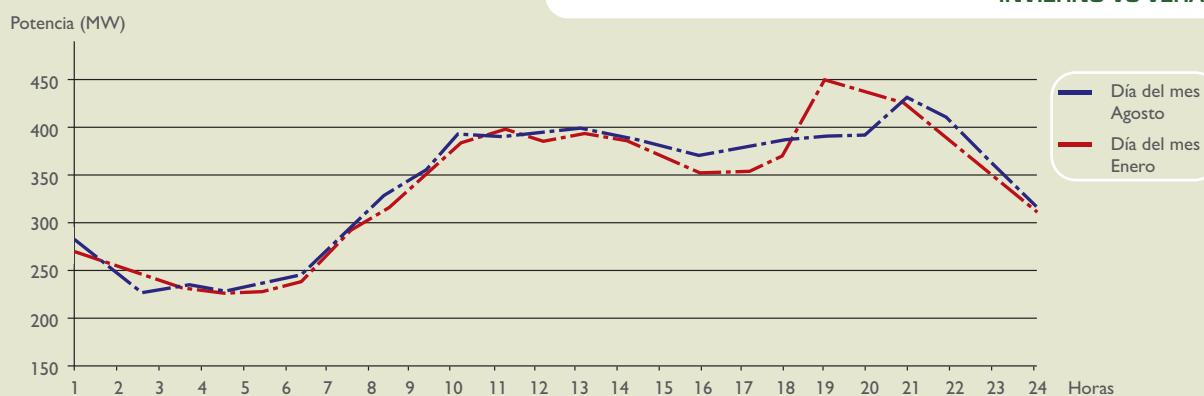
2.7. ¿Cómo se puede almacenar la energía eléctrica?

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

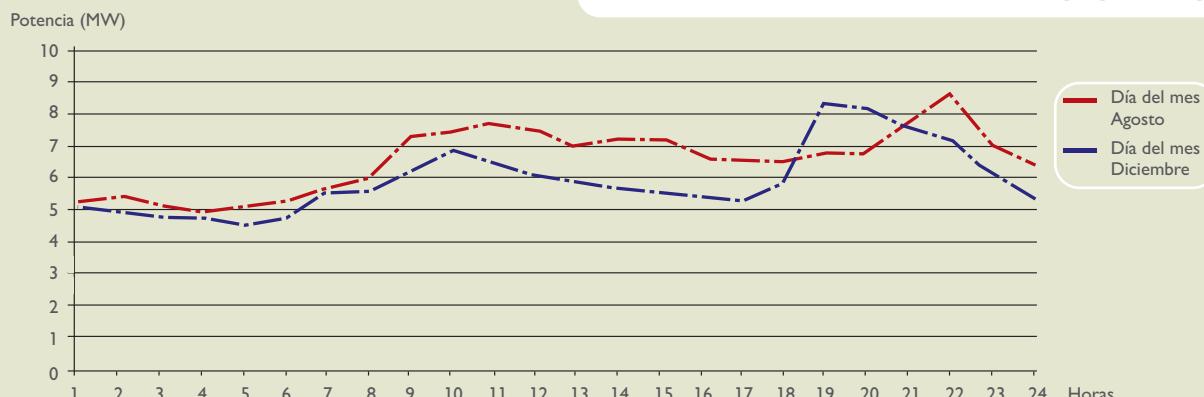
2.7.1. Centrales reversibles o de bombeo

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	Equivalentes 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 € 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, quizás 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.

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%

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



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

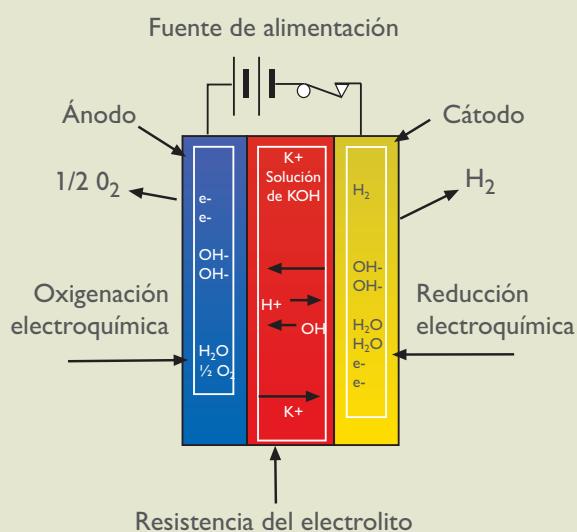
Para extraer hidrógeno del agua hay que descomponer la molécula a través de un aporte de energía eléctrica, proceso que se lleva a cabo en un electrolizador. Posteriormente se almacena el hidrógeno y se transporta, en forma de gas, hasta el lugar de consumo. Finalmente, se recombina el hidrógeno con 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.

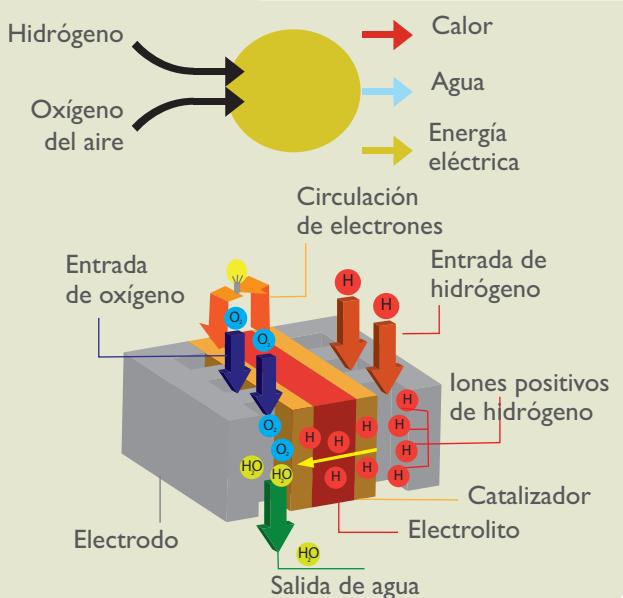


Interior de un electrolizador

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 desalada 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.

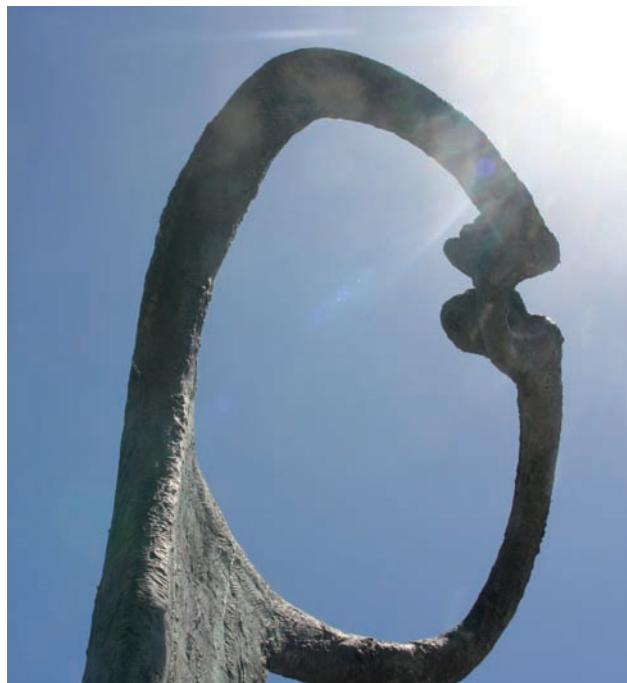
Las energías renovables provienen, de forma directa o indirecta, de la energía del Sol; constituyen una excepción la energía geotérmica y la de las mareas.

¿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.

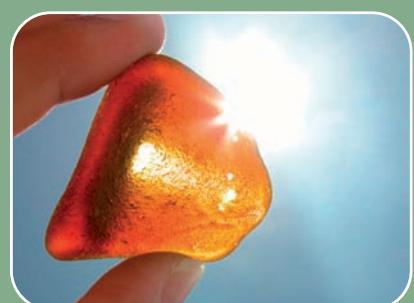
- Se posibilitaría la exportación de tecnología propia a regiones insulares y a países de continentes vecinos, como África y América.



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

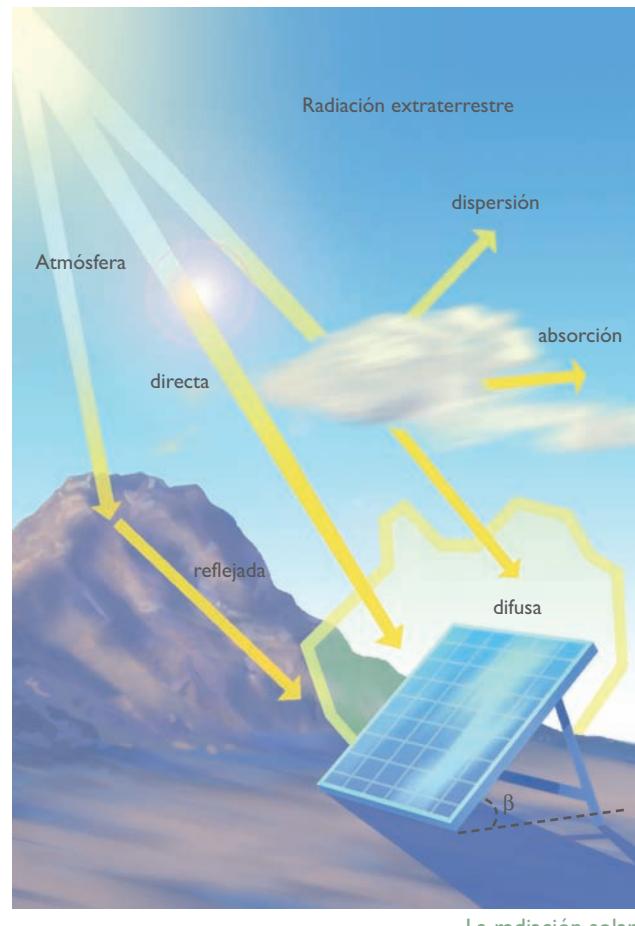
3.1. ¿Cómo llega la energía del Sol a nuestro planeta?	50
3.2. ¿Cuáles son los principales usos de la energía solar?	51
3.3. ¿Cómo funciona la energía solar térmica?	52
3.4. ¿Cuáles son los tipos de aprovechamiento de la energía solar térmica?	53
3.5. Energía solar térmica de baja temperatura	54
3.5.1. 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 mareomotriz 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.

- **Piranómetro:** que mide la radiación global o la difusa, según se le ponga un anillo de sombra (difusa) o no (global).
- **Pirhelímetro:** 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?

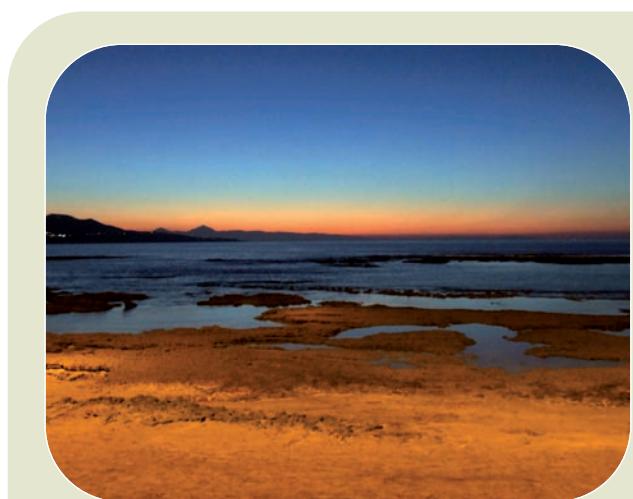
La energía procedente del Sol se ha utilizado, directa o indirectamente, desde hace siglos en numerosas actividades: agricultura, arquitectura, industria, etc.

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



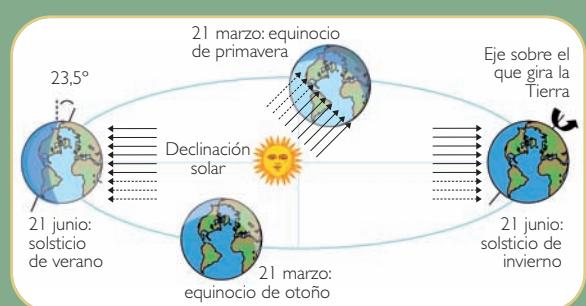
En Canarias, el 21 de junio tiene 12,74 horas de sol: el Sol sale a las 6:10 GMT (hora local 7:10) y se pone a las 19:55 GMT (hora local 20:55); y el 21 de diciembre tiene 10,24 horas de sol: el Sol sale a las 7:52 y se pone a las 18:06. La hora GMT es la hora según el meridiano de Greenwich.

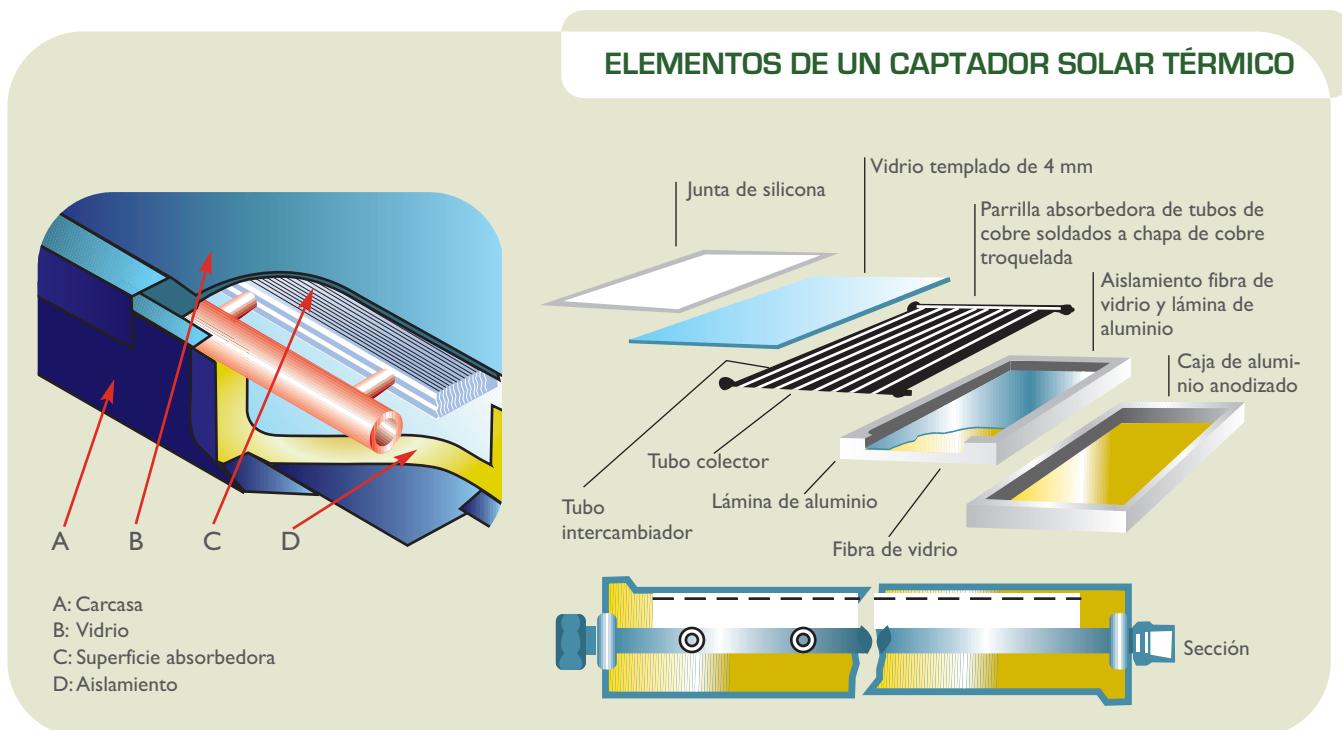


Piranómetro con anillo de sombra

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.





3.3. ¿Cómo funciona la energía solar térmica?

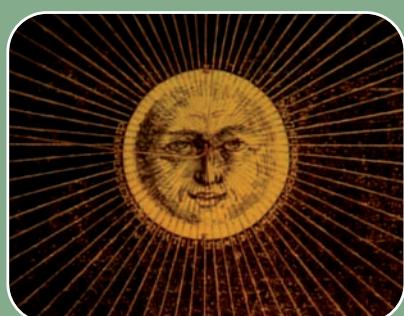
El principio básico de funcionamiento de estos sistemas solares es sencillo: la radiación solar se capta y el calor se transfiere a un fluido (generalmente agua o aire). Para aprovechar la energía solar térmica se usa el captador solar; también denominado colector o placa solar. El fluido calentado se 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-

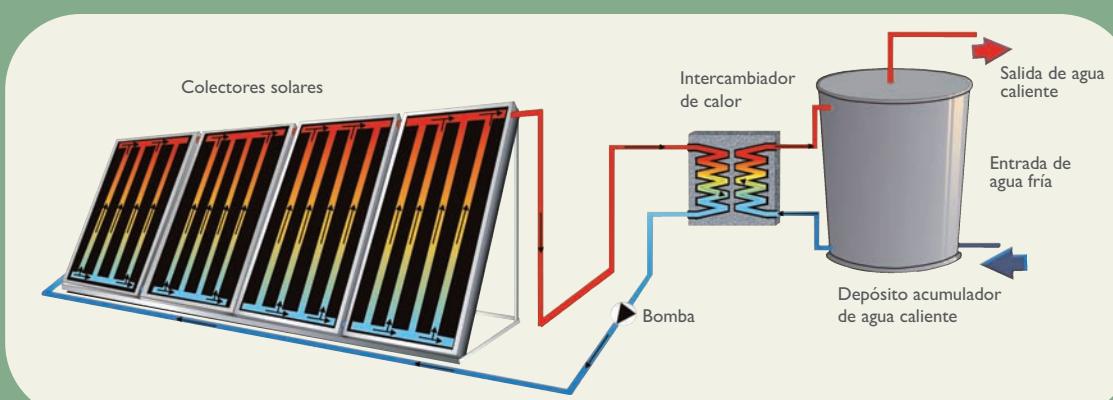
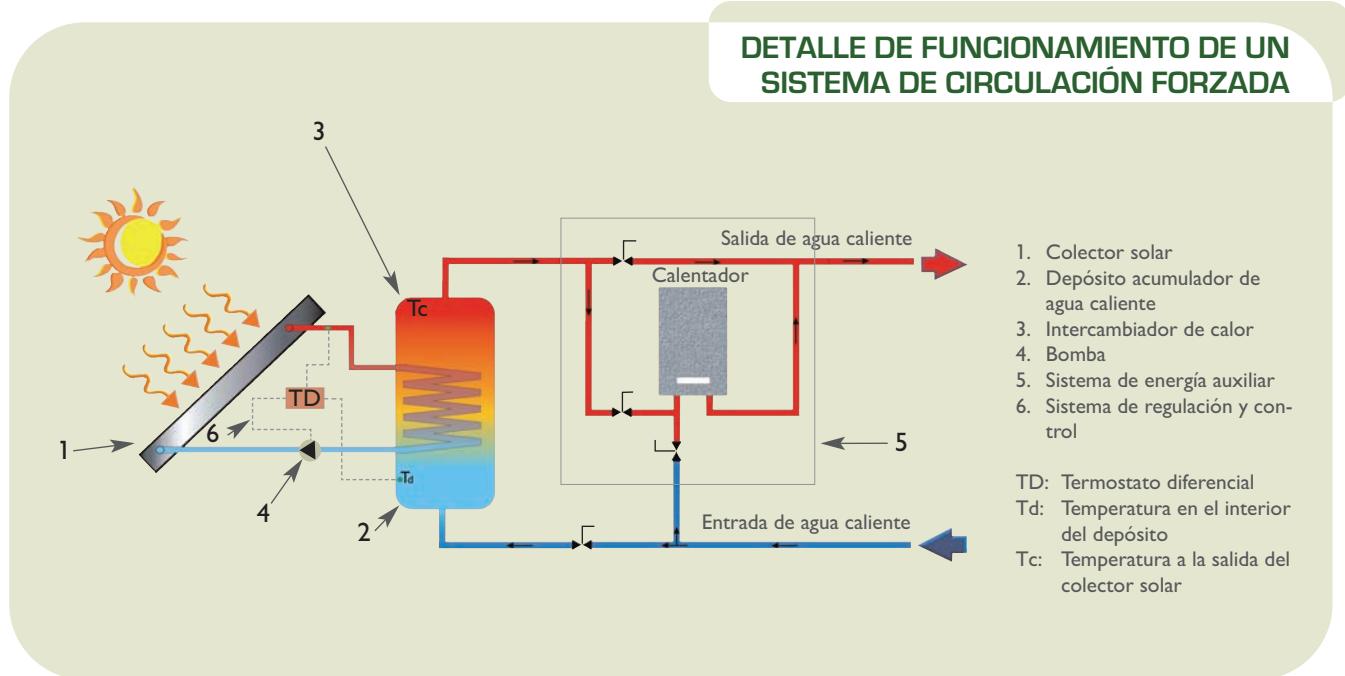
viendas y polideportivos, apoyo a la calefacción de viviendas, calentamiento de agua para piscinas, etc.

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.



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 m² 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.

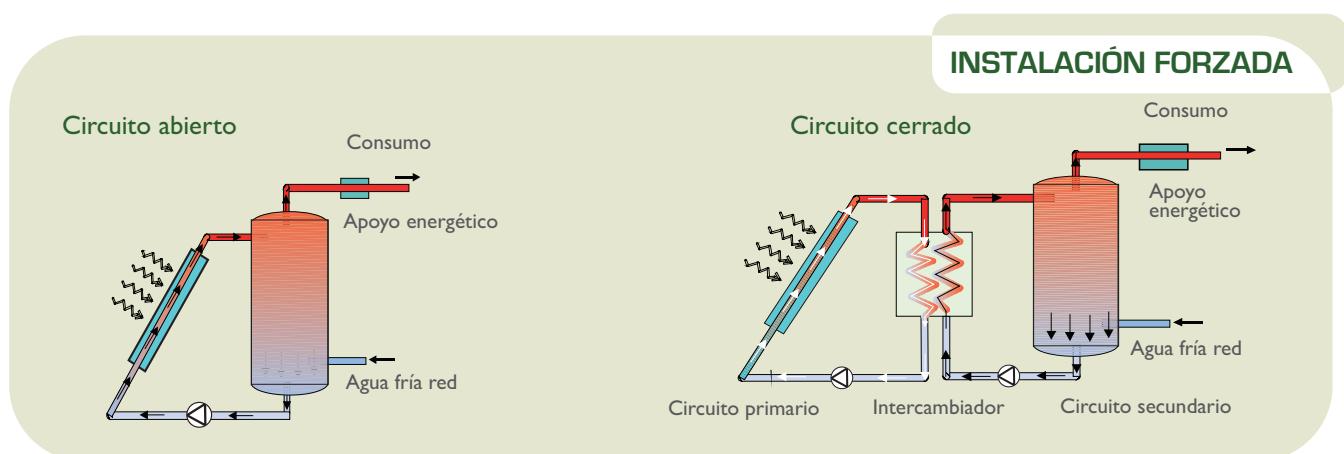
Las instalaciones de circuito cerrado son apropiadas para aquellas zonas donde el agua de abasto es de mala calidad, ya que si esta agua circulara por el colec-

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 helios- tatos

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

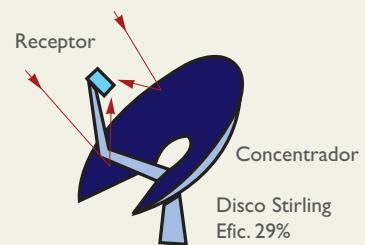
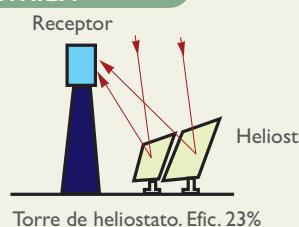
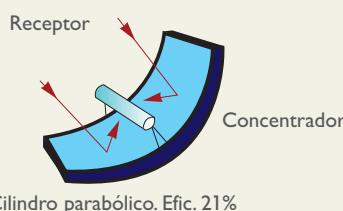
3.7. ¿Qué aplicaciones tiene la energía solar térmica?

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)

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 económico

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.



Colector solar integrado en techo



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

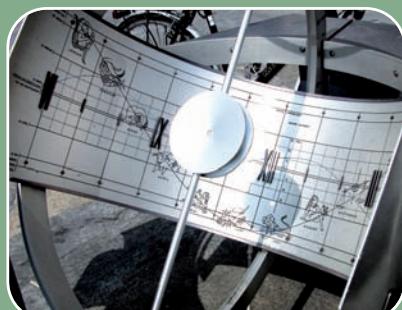
El Código Técnico de la Edificación, que entró en vigor a principios de 2006, exige la instalación de sistemas solares térmicos en los edificios de nueva construcción o en los que se rehabiliten, por lo que no se prevén nuevas ayudas para instalaciones en viviendas.

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°C de temperatura de las células fotovoltaicas. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en W_p (vátios 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 Solar Trek, 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 m ² .

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.

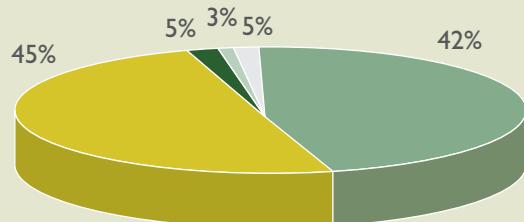
- Silicio policristalino
- Silicio amorfo
- Silicio en bandas
- Capa delgada
- Silicio monocristalino

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.

CUOTA DE MERCADO DE MATERIALES DE PANELES FOTOVOLTAICOS (2007)



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 impulsado 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.

- 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).

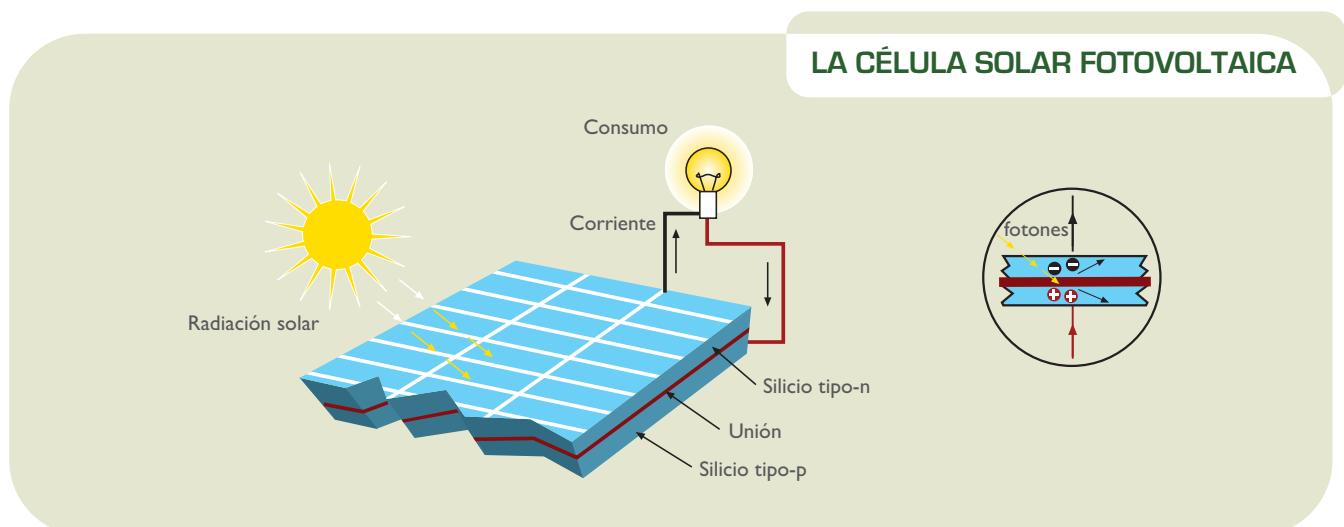
Baterías: almacenan la electricidad generada por los paneles para poder utilizarla, por ejemplo, en horas en que la energía consumida es superior a la generada por los módulos o bien de noche.

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.

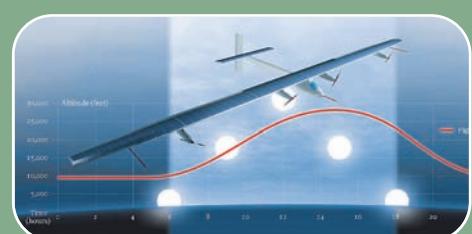
Inversores: transforman la corriente continua (CC) en alterna (CA), que es la que se utiliza de forma habitual en nuestros hogares. Si los consumos fuesen en CC, se podría prescindir del inversor. En algunos países en vías de desarrollo las instalaciones en CC tienen una gran importancia, llegando a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



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.

¿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).

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.

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.



4.5. ¿Dónde y cómo deberían situarse los módulos fotovoltaicos?

Los paneles fotovoltaicos se pueden instalar en edificios (terrazas, tejados, balcones, azoteas, patios) o en infraestructuras urbanas (marquesinas, pérgolas, cubiertas de aparcamientos, etc.). Un aspecto fundamental al situar los paneles es asegurarse de que no existen obstáculos que les puedan dar sombra (vegetación, otros edificios, elementos constructivos, otros módulos, etc.).

Si se observan las posiciones del Sol al amanecer, mediodía y atardecer en cualquier lugar del hemisferio norte, se verá cómo el Sol sale por el este, se desplaza en dirección sur y se pone por el oeste.

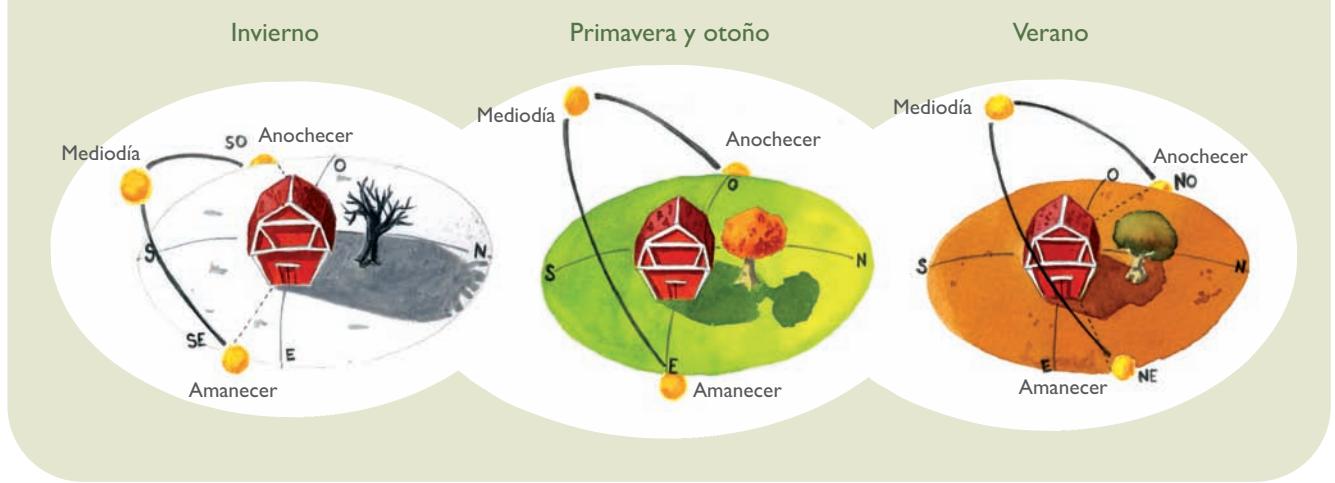
Es por eso por lo que para aprovechar al máximo la luz solar la orientación de los paneles se hace hacia el sur en el hemisferio norte y hacia el norte en el hemisferio sur. En definitiva, los paneles se instalarán siempre mirando hacia el Ecuador.

La inclinación óptima de los módulos fotovoltaicos depende de:

1. La latitud del lugar donde se van a instalar.
2. La tipología, según sea una instalación conectada o aislada de la red eléctrica.

En una instalación conectada a la red eléctrica lo que se persigue es la máxima producción anual (la mayor cantidad posible de kWh a lo largo del año); para conseguir este fin los paneles fotovoltaicos se inclinan entre 5° y 10° menos que la latitud, aunque lo que se deja de generar por estar inclinados por encima o por debajo de este óptimo representa sólo un 0,08% por cada grado de desviación respecto a la inclinación óptima. En

RECORRIDO DEL SOL EN EL HEMISFERIO NORTE



¿Sabías que?



Si quisieramos generar toda la electricidad que consumió la humanidad en el año 2001 (16 billones de kWh) sólo con energía solar fotovoltaica, se necesitaría una superficie de 160 000 km² (que representa sólo un 0,12% de la superficie terrestre).

Lo que deja de generar un módulo fotovoltaico por estar orientados hacia el sureste o suroeste representa sólo un 0,2% por cada grado de desviación respecto al sur (en un entorno de ±25° respecto al sur).

Canarias, la inclinación óptima estaría en torno a 15 ó 20°, aunque en verano los paneles se pueden incluso colocar sin inclinación (0°), siendo las pérdidas inferiores al 3%.

En instalaciones aisladas se ha de garantizar el suministro de electricidad durante todo el año. Los meses más críticos son los de invierno (menos radiación solar), por lo que se persigue la máxima captación en invierno. Para asegurar la máxima captación solar en esos meses, los módulos se inclinan unos 10° más que la latitud. En Canarias, la inclinación óptima estaría en torno a 35° / 40°.

4.6. ¿Se puede ser autosuficiente con energía solar fotovoltaica?

La electricidad generada por el sistema fotovoltaico depende, principalmente, de la cantidad de módulos instalados, de su orientación e inclinación y de la radiación solar que les llegue. La generación de electricidad solar se produce durante el día, coincidiendo con las horas punta de consumo en muchos edificios, y se obtiene en el propio lugar de consumo, disminuyendo las pérdidas en concepto de transporte y distribución de energía.

Con sistemas conectados a la red toda la energía producida se vierte a la red eléctrica, independientemente del consumo que se tenga, ya que este consumo se realiza a través de la conexión convencional que se tenía antes de la instalación fotovoltaica. En estos casos el usuario no percibe ningún cambio en el servicio eléctrico que recibe, manteniendo las mismas ventajas (seguridad de suministro) e inconvenientes (riesgo de eventuales cortes de luz), pero sabiendo que cada kWh



que produce con los módulos fotovoltaicos es uno menos que se genera en las centrales convencionales (técnicas o nucleares).

Un caso distinto son los sistemas aislados, donde la autosuficiencia es una necesidad. Se considera que para producir el equivalente al consumo de electricidad de una familia se suele requerir una potencia fotovoltaica instalada de entre 1 kW_p y 4 kW_p, en función del uso de la energía que se haga (hábitos de consumo más o menos ahorradores) y de la eficiencia energética de los aparatos eléctricos utilizados: iluminación, electrodomésticos, etc.

El Código Técnico de la Edificación, aprobado en 2006, obliga a la instalación de energía solar fotovoltaica (con una potencia mínima de 6,25 kW_p) en las edificaciones nuevas y reformas, en los casos siguientes:

- **Hipermercado: 5000 m² construidos o más.**
- **Multitienda y centros de ocio: 3000 m² construidos o más.**
- **Nave de almacenamiento: 10 000 m² construidos o más.**
- **Administrativos: 4000 m² construidos o más.**
- **Hoteles y hostales: 100 plazas o más.**
- **Hospitales y clínicas: 100 camas o más.**
- **Pabellones de recintos feriales: 10 000 m² construidos o más.**



Cabría preguntarse si uno puede ser autónomo e independizarse de la red eléctrica en zonas que tienen conexión. Los sistemas aislados representan una opción ecológica y económica en los lugares alejados de las redes eléctricas. Sin embargo, en lugares donde llega la red eléctrica la opción más sencilla, barata y ecológica es conectar los paneles solares fotovoltaicos a la red. La instalación consta sólo de los paneles fotovoltaicos, el cableado, el inversor y los contadores (no se necesitan baterías). La instalación es modular e independiente de la electricidad que se prevé consumir; se puede ampliar en el futuro y no hay riesgo de quedarse sin corriente eléctrica por avería o agotamiento de las baterías.

Exista o no la instalación solar, la electricidad necesaria para el consumo se toma de la red eléctrica. Simultáneamente, los paneles generan electricidad que se vende a la misma red. Nuestra casa funcionaría como una minicentral de energía limpia conectada a la red

¿SE PUEDEN INSTALAR PANELES FOTOVOLTAICOS EN UNA COMUNIDAD DE VECINOS?

Si en el edificio existe una comunidad de propietarios, la instalación la puede realizar la propia comunidad (para uso común o de los propietarios individuales) o alguno de los propietarios para su propio uso, contando con el acuerdo de la comunidad.

La superficie que ocupa este tipo de instalación depende de la potencia que se quiera instalar y del tipo de módulos que se utilice, pero en general se considera que se debe contar con que cada kW_p de módulos ocupa una superficie de unos 10 m^2 . Por tanto, es fácil encontrar superficie disponible en la mayoría de los edificios.

eléctrica y nosotros nos convertiríamos en un productor de electricidad.



¿Sabías que?



A finales de 2006 en España el ratio instalado de energía fotovoltaica por habitante era sólo de $2,7\text{ W}_p$.

Alemania ha promovido diversos programas de tejados fotovoltaicos (destacando el programa de 1000 tejados fotovoltaicos: 1991–1994) convirtiéndose en el país líder europeo de la conexión a red, contando a finales de 2006 con el 91,5% de la energía solar fotovoltaica conectada a red de Europa.

No hay limitación del consumo, pero existen claros incentivos para su reducción, al tomar más conciencia de la diferencia entre lo que consumimos y lo que producimos.



4.7. ¿Funciona una instalación fotovoltaica todo el año?

Los módulos fotovoltaicos generan electricidad durante todo el año, siempre y cuando les llegue radiación solar. Normalmente, en verano se genera más electricidad debido al mayor número de horas de sol.

Las “pérdidas” (lo que se deja de generar) producidas por la suciedad en los módulos fotovoltaicos pueden llegar a ser de un 5% y se pueden evitar con una limpieza con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos) después de muchos días sin llover, tras un periodo de calima, etc. Es recomendable limpiar los paneles, sobre todo en verano, fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel.

En los días nublados también se genera electricidad, si bien la producción se reduce proporcionalmente a la disminución de la intensidad de la radiación solar. Incluso existen células fotovoltaicas diseñadas para funcionar en el interior de edificios, como las que incorporan algunas calculadoras y distintos aparatos.

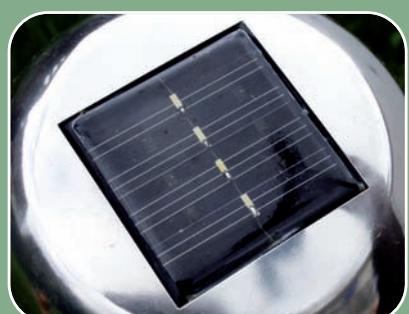
Los sistemas fotovoltaicos generan electricidad a partir de la radiación solar; no del calor. De hecho, como la mayoría de los dispositivos electrónicos, los módulos fotovoltaicos funcionan más eficientemente a bajas temperaturas.

En toda la geografía española se dan condiciones suficientes para la generación de electricidad fotovoltaica, aunque las zonas más soleadas son las más favorables. A pesar de este hecho, la región española con más desarrollo de instalaciones fotovoltaicas es Navarra, una región con menor radiación solar que Canarias, donde la energía solar fotovoltaica no ha logrado ese gran desarrollo.

4.8. ¿Qué mantenimiento necesita una instalación fotovoltaica?

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos conectados a la red es mínimo y de carácter preventivo: no tiene partes móviles sometidas a desgaste, ni requiere cambio de piezas ni lubricación. Con todo, se considera recomendable realizar revisiones periódicas de las instalaciones para asegurar que todos los componentes funcionan correctamente.

Dos aspectos a tener en cuenta son, por un lado, asegurar que ningún obstáculo le haga sombra a los módulos y, por el otro, mantener limpios los módulos fotovoltaicos.



En el caso de las instalaciones aisladas de la red, el elemento que requiere mayor atención es la batería: se ha de controlar que el nivel del electrolito esté dentro de los límites recomendados (al igual que hacemos en la batería de un vehículo). En la actualidad también existen baterías que no necesitan mantenimiento.

Hay que tener en cuenta que las baterías son componentes que pueden producir impactos en el medioambiente si no se reciclan, y es uno de los elementos más delicados y caros de los sistemas.

4.9. ¿Cuál es la vida de una instalación fotovoltaica?

El módulo fotovoltaico se estima que tiene una vida útil superior a 30 años, constituyendo la parte más fiable de la instalación. La experiencia indica que los paneles nunca dejan de producir electricidad, aunque su rendimiento pueda disminuir ligeramente con el tiempo. Las instalaciones más antiguas, de los años 60-70, aún continúan operativas.

De hecho, a menudo se encuentran en el mercado módulos con garantías de 20 años. En general se trata de equipos fabricados para resistir todas las inclemencias del tiempo, además las células están hechas de silicio, que es un material muy resistente.

4.10. ¿Son rentables las instalaciones fotovoltaicas?

El análisis de los costes de este tipo de instalaciones depende de varios factores:



Instalación fotovoltaica aislada



Inversores



Baterías

- **Técnicos:** tipo de instalación, mantenimiento, radiación solar de la ubicación, conservación, etc.
- **Económicos:** precio de la electricidad y ayudas públicas.
- **Financieros:** tipos de interés u obtención de créditos en condiciones preferenciales, entre otros.

4.10.1. Instalaciones aisladas

Esta alternativa evita el tendido de la línea eléctrica que une el punto de consumo con el de la red de distribu-

¿Sabías que?



Las huertas solares se han popularizado mucho en España. Representan una forma de invertir en energía solar fotovoltaica que permite a distintos usuarios tener en una misma parcela sus propios paneles compartiendo el terreno, infraestructuras, etc. y pudiendo así reducir los costes de instalación, mantenimiento y vigilancia.

RADIACIÓN SOLAR EN LA RESTINGA (EL HIERRO)

Irradiación Global Horizontal (IGH), Horizontal Extraterrestre (IHE) y de cielo despejado (IGH_{cd}), en la Restinga. Promedios mensuales obtenidos sobre valores típicos diarios. (Estimación a partir de medidas entre 1998 y 2006)



Fuente: Instituto Tecnológico de Canarias. Gobierno de Canarias

ción. Con ello se evita el impacto ambiental de dicha línea y su coste de inversión, que puede variar entre 6000 €/km y unos 50 000 €/km (según se trate de una línea aérea o enterrada).

La instalación incluye los paneles fotovoltaicos, las baterías y el inversor. A mayor demanda en los períodos sin sol, se necesita mayor capacidad de almacenamiento.

En instalaciones aisladas la inversión puede estar en torno a 9-11 €/W_p, por lo que una instalación tipo de 1 kW_p para una vivienda aislada costaría unos 10 000 €. Para poder hallar la potencia necesaria que se ha de

instalar en un sistema aislado, se ha de calcular primero el consumo eléctrico de la vivienda o instalación en cuestión. Este consumo se divide por las horas de sol pico del mes más desfavorable y así se obtendría la potencia fotovoltaica que habría que instalar.

La vida útil de una instalación de este tipo se estima en 40 años. Pero se ha de tener en cuenta que la batería deberá cambiarse cada 10 años (si se realiza un buen mantenimiento); no así los paneles fotovoltaicos ni otros elementos de la instalación, los cuales, en condiciones normales y con un mantenimiento sencillo, funcionarán durante todo ese periodo de tiempo.

En los últimos años el crecimiento mundial de la producción de células fotovoltaicas ha sido de más del 30% anual. Los costes de los sistemas solares están bajando a un ritmo del 5% anual.



4.10.2. Instalaciones conectadas a la red eléctrica

En instalaciones conectadas a la red eléctrica la inversión puede estar entre 5,5 a 6,5 €/W_p. Para una instalación tipo de 3 kW_p la inversión inicial sería de unos 19 000 €.

Para poder realizar los cálculos sobre la rentabilidad económica de cualquier instalación es imprescindible conocer el número de horas de sol pico al año. En Es-

paña y Portugal se puede estimar un valor de 1200 a 1500 horas de sol pico (hsp) al año, según se considere una zona poco o muy soleada.

En Canarias las estimaciones son de 1350 hsp/año para las zonas de medianías y de 1650 hsp/año para zonas de costa soleadas; aunque zonas con mucha radiación solar como Pozo Izquierdo en Gran Canaria alcanzan las 1800 hsp/año, y zonas urbanas como Las Palmas de Gran Canaria tienen 1500 hsp/año.

RENTABILIDAD DE UNA INSTALACIÓN TIPO EN CANARIAS

Si se considera una instalación de 3 kW_p, la producción en una zona de costa soleada, sería de:

$$- \text{Producción} = 3 \text{ kW}_p \times 1650 \text{ hsp/año} = 4950 \text{ kWh/año.}$$

La facturación anual de esta instalación sería de:

$$- \text{Facturación} = 4950 \text{ kWh/año} \times 0,44038 \text{ €/kWh} = 2179,88 \text{ €/año.}$$

Esta tarifa de 0,44038 €/kWh es sólo durante los primeros 25 años, después se reduce.

Para poder hallar la rentabilidad de la instalación hay que tener en cuenta, al menos, dos gastos adicionales a la inversión inicial, que son:

- Gastos derivados de la operación y mantenimiento: aproximadamente el 1% de la inversión inicial al año.
- Pago anual del seguro: en torno al 0,3% de la inversión inicial al año.

En sistemas aislados también habría que considerar un coste adicional de sistema de vigilancia.

Teniendo en cuenta estos datos se puede calcular el "periodo de recuperación" (PR) y la "tasa interna de retorno" (TIR). El periodo de recuperación se puede interpretar como el tiempo que se tarda en recuperar la inversión que se ha realizado (en este caso para la compra de la instalación fotovoltaica). El TIR representa el interés medio que se percibe por la inversión realizada; en otras palabras, sería el interés medio que se podría percibir de un banco si, en lugar de invertir ese dinero en una instalación fotovoltaica, lo pusiera mos a plazo fijo.

En el caso de la instalación que nos ocupa, y una vez realizados los cálculos, el periodo de recuperación sería de unos 10 años con un TIR aproximado de 7,56%; ello significa que se recupera lo que se ha invertido en 10 años y además, durante esos diez años, se recibe un 7,56% de interés anual (respecto a la inversión realizada). El dinero que genera la instalación a partir del 10.^º año sería todo beneficio puesto que la instalación ya estaría amortizada.



4.11. ¿Existen ayudas para la instalación de sistemas fotovoltaicos conectados a red?

En España el marco legislativo actual favorece, en el aspecto económico, la conexión de energías renovables a la red eléctrica, en especial la de energía solar fotovoltaica. La ley establece que se ha de pagar 44,038 céntimos de euro el kWh de electricidad producida por energía solar fotovoltaica y "vendido" a la red eléctrica, en instalaciones de hasta 100 kW_p, lo que supone casi 4 veces más de lo que se paga por el kWh consumido en nuestros hogares.

Estas primas proceden del canon de diversificación que viene en la factura eléctrica que pagamos a las compañías distribuidoras todos los usuarios de electricidad.

Por esta misma razón, esta prima no la pagan las compañías eléctricas, sino que la distribuidora eléctrica administra este importe, cobrándolo en última instancia del usuario final y pagándoselo a la persona que tiene instalado un sistema fotovoltaico, que se convierte así en productor eléctrico.

Canarias, por su clima y por los altos niveles de radiación solar recibida, es una zona excepcionalmente apropiada para el aprovechamiento de la energía solar. A corto plazo se prevé un aumento de las instalaciones conectadas a la red eléctrica en el archipiélago debido a que la prima hace rentable las instalaciones en unos 8 ó 10 años. Si se tiene en cuenta que la vida útil de una instalación fotovoltaica se cifra en unos 30 años, resulta un beneficio económico notable.

SUBVENCIONES Y AYUDAS

Ayudas nacionales

El IDAE (Instituto para la Diversificación y el Ahorro Energético) puede conceder ayudas según su presupuesto anual y el número de solicitudes.

En cualquier caso, las condiciones pueden variar de año a año, dependiendo de la dotación presupuestaria con la que se cuente para tales fines, por lo que se recomienda que se confirme o amplíe esta información en la página web del IDAE:

<http://www.idae.es>

También existen ventajas fiscales, como deducciones.

Ayudas del Gobierno de Canarias

En el archipiélago se ha podido optar a subvenciones a fondo perdido de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio del Gobierno de Canarias para instalaciones menores de 25 kW_p, esta subvención podía ser como máximo del 40% de la inversión elegible. Estas ayudas para la promoción de energías renovables y ahorro energético se suelen publicar anualmente.

Hay que tener en cuenta que las ayudas estatales y las autonómicas son compatibles, es decir, se pueden sumar, pero tienen un límite máximo del 40%.

En cualquier caso, las condiciones pueden variar de año a año, dependiendo de la dotación presupuestaria con la que se cuente para tales fines, por lo que se recomienda que se confirme o amplíe esta información en la página web de la Dirección General de Industria:

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

¿Sabías que?

Una instalación de unos 3 kW_p, que puede ocupar unos 30 m², vertería a la red eléctrica tanta electricidad como la consumida por una vivienda media.

Alemania es el líder europeo indiscutible en energía solar fotovoltaica. A finales de 2006 contaba con 3063 MW instalados frente a los 3418,5 MW instalados en Europa. España ocupa el 2.^º lugar en el ranking europeo con 118 MW.



¿QUÉ PASOS SE HAN DE DAR PARA CONECTAR UN SISTEMA FOTOVOLTAICO A LA RED ELÉCTRICA EN CANARIAS?

Para poder conectarse a la red y vender la electricidad producida a la compañía eléctrica han de seguirse varios pasos que, de forma resumida, se exponen a continuación

Tramitación administrativa	Entidad responsable	Comentarios
Punto de conexión a la red eléctrica	UNELCO-ENDESA	Es el punto de conexión que concede la empresa eléctrica al promotor de la instalación fotovoltaica
Autorización administrativa (sólo para instalaciones en media tensión y/o mayores de 100 kW _p)	Gobierno de Canarias. Consejería de Empleo, Industria y Comercio	Es necesario acreditar la titularidad del terreno A las instalaciones en baja tensión con potencia inferior a 100 kW _p no se les exige la autorización administrativa ya que existe un procedimiento simplificado. Además de presentar otra documentación hay que tener en cuenta que: • Instalaciones < 10 kW _p llevan una memoria técnica • Instalaciones > 10 kW _p llevan un proyecto técnico
Puesta en servicio e inscripción previa en el RIPRE	Gobierno de Canarias. Consejería de Empleo, Industria y Comercio	Sólo para instalaciones en media tensión y/o mayores de 100 kW _p . En el resto de instalaciones la inscripción previa y definitiva se realiza la vez en el RIPRE, al no tener puesta en servicio.
Inspección de la Consejería de Empleo, Industria y Comercio	Gobierno de Canarias. Consejería de Empleo, Industria y Comercio	
Contrato con la compañía eléctrica	UNELCO-ENDESA	Es un contrato tipo que regula las relaciones técnicas y económicas entre el titular de la instalación y la compañía eléctrica
Inspección de Unelco-Endesa	UNELCO-ENDESA	
Inscripción definitiva en el RIPRE	Gobierno de Canarias. Consejería de Empleo, Industria y Comercio	Es requisito para poder vender a la compañía eléctrica la electricidad producida por la instalación

En conjunto, los trámites que se deben realizar para conectar la instalación a la red pueden prolongarse hasta unos 6 meses.

¿QUÉ DEBO HACER PARA CONVERTIRME EN UN PRODUCTOR DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA?

- No es necesario darse de alta como autónomo.
- Hay que darse de alta en el Impuesto de Actividades Económicas –IAE– (este impuesto no se paga si el titular de la instalación es una persona física).
- Hay que darse de alta en el Impuesto General Indirecto Canario (IGIC).
- Hay que declarar el IGIC, excepto las personas físicas cuando los ingresos percibidos durante el año sean inferiores a una cantidad estipulada (para el 2008 esta cantidad asciende a 28 557 €; esta cantidad puede variar cada año). En caso de superar la cantidad antes mencionada, al año siguiente debe modificar su situación pasando al régimen general e imputar a las facturas el 2% en concepto de IGIC. Por otro lado si a lo largo del año se factura más de 3000 € se debe presentar una declaración de ingresos, aún estando exento del IGIC. Si el titular es una empresa o entidad, debe darse de alta en el IGIC en el régimen general y cargar sus facturas con el 2% en concepto de IGIC.
- Hay que darse de alta en el Impuesto Especial sobre la Electricidad (este impuesto no supone ningún gasto adicional).
- Hay que emitir una factura a la compañía eléctrica correspondiente, el periodo de facturación ha de ser mensual.



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- ¿Qué es lo que producen los paneles solares fotovoltaicos?
- ¿Pueden los paneles fotovoltaicos producir durante todo el día? ¿Y durante todo el año?
- En una instalación aislada, si quisieramos consumir electricidad de noche, ¿qué elementos serían necesarios (que no son necesarios si la instalación estuviese conectada a la red eléctrica)?
- ¿Cuáles son las ventajas de utilizar energía solar fotovoltaica en Canarias?
- ¿Cómo puedo integrar los paneles fotovoltaicos en las ciudades?
- Comenta las instalaciones de energía solar fotovoltaica que hayas visto.

Energía eólica

Índice

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

5.1. ¿Cómo se produce el viento?

El Sol calienta de forma desigual las diferentes zonas del planeta, provocando el movimiento del aire que rodea la Tierra y dando lugar al viento. El viento es, por tanto, energía en movimiento, gracias al cual los barcos de vela han podido navegar durante siglos y se ha podido transformar el movimiento de las aspas de un molino en

energía útil, ya sea para bombear agua, moler cereales o para producir electricidad.

La rotación terrestre, la diferencia de temperatura y la presión atmosférica influyen en la dirección del viento. La energía del viento depende de su velocidad y, en menor medida, de su densidad (disminuye con la altitud). Cerca del suelo, la velocidad es baja, pero aumenta

ESCALA BEAUFORT

Número de Beaufort	Velocidad de viento(km/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	Flojito (brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítreas, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles
3	12 a 19	Flojo (brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompiendo	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	Bonancible (brisa moderada)	Borreguillos numerosos, copas de los árboles	Se levanta polvo y papeles, se agitan las olas cada vez más largas
5	29 a 38	Fresco (brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles
6	39 a 49	Fresquito (brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompiendo, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas
7	50 a 61	Frescachón (viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	Temporal (viento duro)	Grandes olas rompiendo, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas difícil
9	75 a 88	Temporal fuerte (muy duro)	Olas muy grandes, rompiendo. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	Temporal duro (temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenechadas	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	Temporal muy duro (borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	118 y más	Temporal huracanado (huracán)	El aire está lleno de espuma y rocas. Enorme oleaje. Visibilidad casi nula	Destrucción total

¿Sabías que?



El viento sopla con más fuerza sobre el mar que en tierra. Por esto, las mejores localizaciones para los aerogeneradores se encuentran en el mar o bien cercanas a la costa con poca vegetación.

Sólo el 2% de la energía procedente del Sol se convierte en viento. El potencial eólico es 10 veces mayor que el actual consumo eléctrico en todo el mundo.

rápidamente con la altura. Cuanto más accidentada sea la superficie del terreno, más frenará al viento. Sopla con menos velocidad en las depresiones terrestres y con mayor velocidad sobre las colinas, aunque en grandes valles rodeados de montañas aparece el denominado efecto túnel, que puede proporcionar buenas velocidades de viento.

A escala local lo que sucede es que durante el día el Sol calienta el aire sobre tierra firme más que el que está sobre el mar. El aire continental se expande y eleva, dis-

minuyendo así la presión sobre el terreno y haciendo que el viento sople desde el mar hacia la costa.

5.2. ¿Cómo se caracteriza el potencial eólico de una zona?

Los parámetros fundamentales a la hora de evaluar la energía del viento son la velocidad y la dirección predominante. La velocidad y la dirección del viento varían para una zona determinada durante el año y también entre los distintos años. Es importante disponer de in-

Las primeras aplicaciones del viento en las islas Canarias, aparte de la navegación marítima, fueron para la molienda de grano.

Los molinos de viento aparecen hacia finales del siglo XVIII, y su utilización se extiende rápidamente por todas las islas, pero marcan de manera especial el paisaje de Fuerteventura, isla en la que proliferan significativamente, en comparación con las demás.

La presencia constante de los vientos alisios, que constituían su fuente de energía, y la tradicional economía cerealista de las islas, favorecieron la implantación de numerosos molinos y molinas a lo largo del territorio.

Se instalaron en lugares abiertos a los vientos dominantes, configurándose como uno de los rasgos más

característicos del paisaje rural de las islas.

La importancia de estos primeros molinos harineros en Canarias es patente, pudiéndose ver, aún hoy, los vestigios de aquellos ingenios en casi todas las islas.

A finales del siglo XIX y primera parte del siglo XX se introdujeron en Canarias los aeromotores multipala para el bombeo de agua.

Estos aeromotores permitieron la extracción de agua a mayor profundidad y con menor esfuerzo.

Hubo que esperar hasta 1984 para que un aerogenerador se conectase a la red eléctrica en Canarias. Desde esta fecha se han seguido instalando aerogeneradores en Canarias.

LOS MOLINOS DE VIENTO EN CANARIAS: UNA LARGA TRADICIÓN



El viento ha tenido tal importancia en la vida cotidiana del hombre que, en la antigüedad, llegó a elevarlo a la categoría de dios. En la mitología griega, el dios padre de los vientos era Eolo, quien, según cuenta la leyenda, tenía encerrados los vientos en las profundidades de la Tierra.

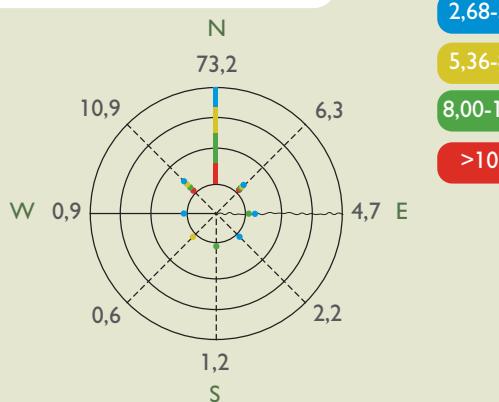
La primera aplicación conocida de la energía eólica fue la sustitución del esfuerzo humano en la impulsión de embarcaciones por la navegación a vela. Se tienen referencias de que los egipcios conocían la navegación a vela en el año 4500 a. C.



GRÁFICA REPRESENTATIVA DE LA VELOCIDAD MEDIA MENSUAL EN UN AÑO



ROSA DE LOS VIENTOS



Rosa de los vientos: frecuencia con la que sopla el viento en una dirección determinada y sus velocidades medias

formación eólica que abarque un número determinado de años. En muchos casos no es posible disponer de información de varios años, por lo que se ha de tener, al menos, un año completo de datos.

Para la recopilación de la información eólica se debe instalar, como mínimo, un aparato que mida la velocidad (anemómetro) y otro para la dirección (veleta).

La altura más estandarizada para ubicar estos sensores es de 10 metros (aunque la tendencia es colocarlos a 20 metros).

5.3. ¿Cómo se puede aprovechar la energía eólica?

La energía eólica es la que contiene el viento en forma de energía cinética (recuerda: $Ec = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$). Esta energía se puede transformar en otro tipo de energía como la mecánica, eléctrica, hidráulica, etc. Una de las formas más utilizadas en la actualidad para el aprovechamiento a gran escala de la energía eólica es a través de las denominadas aeroturbinas.

¿Sabías que?



El primer aerogenerador fue construido por Charles F. Brush en EE. UU. en 1888. Fue un gigante de 144 palas construidas en madera de cedro que funcionó durante 20 años. Tenía una potencia de 12 kW, producía electricidad en CC, que almacenaba en baterías. El danés Poum la Cour fue el pionero de los aerogeneradores modernos; a finales del siglo XIX puso en marcha varios aerogeneradores de 4 y 6 palas.

Estas pueden transformar la energía eólica en:

- Energía mecánica: aeromotores.
- Energía eléctrica: aerogeneradores.

Los aeromotores se han utilizado desde hace siglos para la molienda de grano, el bombeo de agua, etc. Actualmente siguen utilizándose en menor proporción para estos usos, además de incorporarse también en sistemas de desalación de agua.

Los aerogeneradores son los sistemas de aprovechamiento eólico más utilizados hoy en día, observándose un crecimiento muy pronunciado en su utilización a partir del año 1990. Su funcionamiento se basa en que al incidir el viento sobre sus palas se produce un trabajo mecánico de rotación que mueve un generador que produce electricidad.

5.4. ¿Cuáles son las partes fundamentales de un aerogenerador?

Un aerogenerador consta de los siguientes elementos.

1. Rotor

El rotor es el conjunto formado principalmente por las palas y el buje (elemento de la estructura al que se fijan las palas). En el rotor se transforma la energía cinética del viento en energía mecánica.

El diseño de palas se parece mucho al de las alas de un avión y suelen estar fabricadas con plásticos (poliéster o epoxy), reforzados internamente con fibra de vidrio o de carbono.

En 1979 se instaló el primer aerogenerador conectado a la red eléctrica en España. Tenía una potencia de 100 kW y se instaló cerca de Tarifa (Cádiz). En 1984 se instaló en Canarias el primer aerogenerador conectado a la red, tenía una potencia de 55 kW.

En la década de 1950 se colocó en Gran Canaria el primer aerogenerador; era de 15 kW, y se utilizó para la iluminación de la pista del aeropuerto de Gando (no estaba conectado a la red).

2. Torre

La torre se utiliza fundamentalmente para aumentar la altura del elemento que capta la energía del viento (rotor), ya que el viento sopla a mayor velocidad según aumenta la altura.

3. Góndola

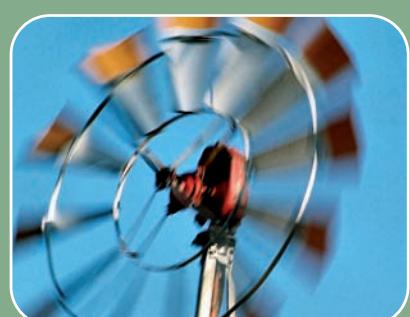
En su interior se encuentran los elementos que transforman la energía mecánica en energía eléctrica: los ejes del aerogenerador, el multiplicador, el generador y los sistemas de control, orientación y freno. En su exterior se ubican el anemómetro y la veleta. La góndola suele estar ubicada en la parte superior de la torre de la máquina.

4. Multiplicador

Elemento mecánico formado por un sistema de engranajes cuyo objetivo es transformar la velocidad del giro del rotor (velocidad del eje principal) a la velocidad de trabajo del generador eléctrico. El multiplicador funciona de forma parecida a la caja de cambios de un coche, multiplicando entre 20 y 60 veces la velocidad del eje del rotor y alcanzando una velocidad de 1500 revoluciones/minuto en el eje del generador, lo que hace posible el funcionamiento del generador eléctrico, permitiendo así convertir la energía mecánica del giro del eje en energía eléctrica.

5. Generador eléctrico

Máquina eléctrica encargada de transformar la energía mecánica en energía eléctrica. El eje del generador lleva acoplado un sistema de freno de disco (similar al de los coches). Además, para frenar un aerogenerador, se pueden girar las palas colocando su superficie en la dirección del viento (posición de bandera).



Finalmente, la electricidad producida en el generador baja por unos cables hasta el transformador del parque eólico, donde se eleva la tensión hasta alcanzar la tensión nominal de la red eléctrica. Esto es necesario dado que para inyectar energía en la red, esta electricidad ha de tener la misma tensión que la red eléctrica.

5.5. ¿Cómo se pueden clasificar los aerogeneradores?

Los aerogeneradores se pueden clasificar según las características siguientes.

1. Potencia nominal

Aerogenerador de pequeña potencia: turbinas de hasta 30 kW. Sus aplicaciones más comunes son la carga de baterías, instalaciones remotas de telecomunicaciones, instalaciones domésticas, caravanas, yates, pequeñas granjas aisladas, etc. La mayoría de estas aplicaciones son sistemas aislados y se instalan cerca del centro de consumo.

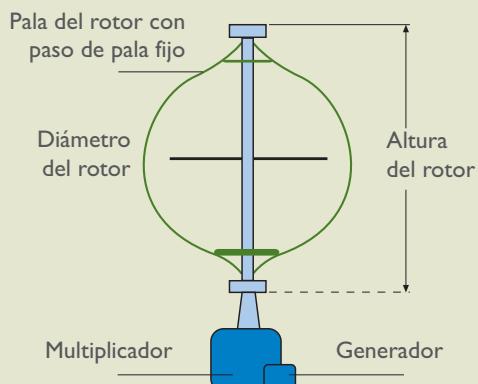
Aerogenerador de mediana potencia: turbinas entre 30 kW y 300 kW. Se utilizan fundamentalmente para alimentar demandas eléctricas importantes. Si bien existen casos de sistemas aislados, se trata por lo general de instalaciones interconectadas con la red eléctrica.

Aerogenerador de gran potencia: turbinas de más de 300 kW. Se utilizan fundamentalmente en la producción de electricidad, para inyectarla en las redes eléctricas.



Aerogenerador de eje vertical tipo Darrieus

PARTES DE UN AEROGENERADOR DE EJE VERTICAL



2. Orientación del rotor

Eje vertical: en estas máquinas, el eje que transmite el movimiento de las palas es vertical. Al no necesitar orientarse (por la simetría de las palas) permite aprovechar los vientos de cualquier dirección. El generador eléctrico se instala a la altura del suelo, por

¿Sabías que?



La vida útil de los aerogeneradores es de más de 20 años y tienen una disponibilidad del 98%, es decir, están operativos y listos para funcionar durante el 98% de las horas del año. Sólo necesitan una revisión de mantenimiento cada 6 meses. Estos datos resultan sorprendentes si se comparan con el motor de un automóvil, que sólo funciona unas 5000 horas a lo largo de su vida útil.

Un aerogenerador de 2000 kW (2 MW) suele tener una torre de 60 a 80 metros (la altura de un edificio de entre 20 y 27 plantas).

lo que es menor la complejidad a la hora de efectuar labores de mantenimiento. El más desarrollado en el mercado es el tipo Darrieus. Este tipo de máquinas eólicas también tienen desventajas, entre las que se encuentran la necesidad de utilizar un motor, debido a que su configuración no permite el autoarranque y a que reciben menos viento al estar más cerca del suelo.

Eje horizontal: en estas máquinas el eje que transmite el movimiento de las palas es horizontal. Se trata de la constitución más común de las máquinas eólicas.

3. Número de palas

Según el número de palas se pueden diferenciar máquinas: **bipalas** (2 palas), **tripalas** (3 palas) y **multipalas** (más de 3 palas).

4. Mecanismo de regulación de potencia

Paso fijo: las palas se mantienen en una posición fija con respecto a su eje, se ajustan durante el montaje y permanecen invariables durante el funcionamiento. Debido al uso completamente pasivo de las palas, esta regulación es simple y fiable en cualquier condición. Con este sistema se producen variaciones en la producción según sea la intensidad del viento. Un extremo de la pala se puede girar 90° en torno a su eje. Este movimiento se utiliza como sistema principal de frenado y es lo que se denomina aerofreno.

Paso variable: las palas pueden girar sobre su propio eje para regular el paso. A altas velocidades de viento se ajusta el ángulo de la pala, por lo que se puede

mantener la potencia de salida prácticamente constante en dichas condiciones.

La regulación de potencia con este último sistema es más fina que con el sistema de paso fijo, pudiéndose mantener, una vez alcanzada, la potencia nominal de la máquina prácticamente invariable, aún cuando aumente la intensidad del viento. Este sistema, además de regular la potencia de salida de la máquina, se utiliza como aerofreno.

5.6. ¿Cuáles son las alternativas más comunes de explotación de la energía eólica con aerogeneradores?

Un parque eólico es un sistema formado por uno o varios aerogeneradores situados en el mismo emplazamiento.

1. Parques eólicos interconectados

El propietario del parque es un productor más de electricidad, estando la compañía eléctrica obligada por ley a facilitar la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica y a comprar toda su producción de electricidad, en base a un sistema de precios establecidos a nivel nacional que priman la energía eólica.

En Canarias se adjudican mediante concurso público, y es el Gobierno de la Comunidad Autónoma el responsable tanto de sus bases como de su adjudicación.

2. Parques eólicos con consumos asociados (autoconsumo)

La electricidad producida por los aerogeneradores se utiliza para el consumo propio y el excedente de electricidad, si lo hubiera, se inyecta en la red eléctrica

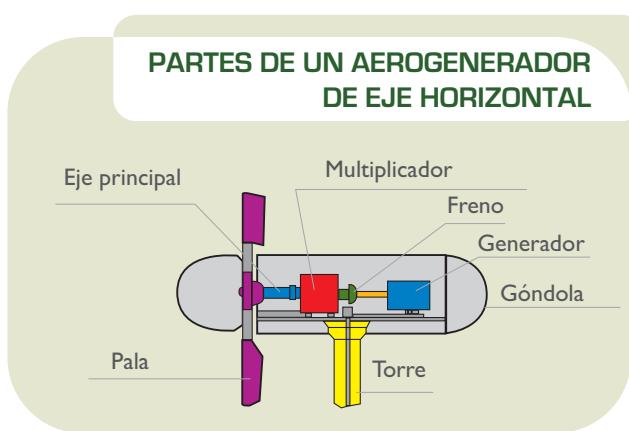
En la actualidad, la mayoría de los aerogeneradores que se utilizan son de eje horizontal, tripala y de paso variable.

A finales de 2006, España era la segunda potencia mundial en energía eólica, con 11 615 MW instalados, precedida sólo por Alemania, con 20 622 MW. La potencia eólica instalada en España es ya superior a la nuclear (7606 MW). En la UE la potencia instalada ascendía a 48 042 MW y en el mundo a 72 628 MW.





Aerogeneradores de eje horizontal



(según la ley, este excedente ha de ser como máximo el 50% de la producción o, en otras palabras, la producción máxima, en balance anual, no puede superar el doble de la demanda). Esta modalidad se utiliza sobre todo en industrias o en plantas desaladoras, ya que tienen un gran consumo de energía y, de esta forma, producen ellos mismos la electricidad que demandan. En Canarias se adjudican también mediante concurso público.

¿Sabías que?



En Canarias se encuentran parques eólicos situados entre los de mayor rendimiento (horas equivalentes) del mundo, pudiéndose encontrar algunos con un número de horas equivalentes superior a 4500.

En la actualidad sólo se aprovecha, como recurso energético, la componente horizontal de los vientos que están próximos al suelo y que tienen velocidades comprendidas entre los 5 y los 25 m/s (entre 18 y 90 km/h) y que poseen un mínimo de continuidad.

3. Parques eólicos aislados

Son aquellos que no tienen conexión alguna con la red eléctrica y cuya finalidad es abastecer energéticamente un consumo puntual.

5.7. ¿Cómo se puede estimar la energía eléctrica generada por un aerogenerador?

La eficacia de un aerogenerador se caracteriza por los siguientes parámetros:

1. Disponibilidad

Indica las horas que la máquina está "disponible" para producir y suele ser de un 98%.

2. Horas equivalentes

Miden el rendimiento energético de un aerogenerador en un emplazamiento dado. Las horas equivalentes representan el número de horas al año que la máquina eólica estaría produciendo a su potencia nominal. El número de horas equivalentes será tanto mayor cuanto más elevado sea el potencial eólico del emplazamiento así como cuanto mejor se adapte el aerogenerador a las condiciones eólicas del emplazamiento.

$$\text{Horas equivalentes} = \frac{\text{Energía total obtenida por el aerogenerador en un año}}{\text{Potencia nominal del aerogenerador}}$$

3. Factor de capacidad

Representa el porcentaje de energía realmente producida en un año dividida por la teóricamente producible en el mismo periodo. El factor de capacidad de una zona media-buena suele oscilar alrededor de un 28%.

$$\text{Factor de capacidad} = \frac{\text{Horas equivalentes}}{\text{Horas totales del periodo}}$$

Un factor importante que ha de considerarse a la hora de calcular la producción de una máquina eólica es el régimen de vientos: cuanto más constante sea el viento tanto mejor para la producción. Hay que tener en cuenta que un aerogenerador empieza a producir a partir de una velocidad de viento de unos 3 m/s y va incrementando su producción progresivamente a medida que aumenta el viento hasta su velocidad nominal. La velocidad de corte del aerogenerador (velocidad a partir de la cual se detiene para evitar posibles roturas) se sitúa en torno a los 25 m/s. Cuanto más constante sea el viento, dentro del rango en el que produce la máquina, tanto mejor, ya que las fluctuaciones serán menores y la producción aumentará.

5.8. ¿Son rentables las instalaciones eólicas?

El marco legislativo actual en España favorece la producción de electricidad de origen eólico desde el punto de vista económico, aunque las primas no son tan elevadas como en el caso de la energía solar fotovoltaica. El precio de venta de la electricidad de origen eólico, según sea la potencia del parque eólico y los años de explotación, oscila entre 6,64 €/kWh y 5,9 €/kWh (datos para los años 2006 y 2007, que pueden variar ligeramente de año en año).

Los costes de inversión de una instalación eólica varían bastante dependiendo de la potencia nominal de la máquina, de la accesibilidad de la zona, etc. En términos

generales se puede establecer un precio medio por kW eólico instalado que oscila entre 1000 €/kW y 1100 €/kW. Este coste es aún mayor en el caso de aerogeneradores de pequeña potencia (dentro de este segmento los costes de la inversión pueden llegar hasta los 2400 €/kW).

Además de los costes de la compra e instalación (inversión inicial) de un aerogenerador, hay que tener en cuenta otros costes a lo largo del periodo de explotación. Estos costes son:

- Coste de mantenimiento y operación: aproximadamente el 2% del coste de inversión.
- Seguro y otros gastos: aproximadamente el 1,5% del coste de inversión.

La energía eólica representa la mayor contribución dentro de las energías renovables en Canarias. Esto se debe a las buenas condiciones de viento de las islas, donde predominan los alisios (vientos de dirección noreste), que se caracterizan por ser constantes y con velocidades medias-altas (en algunas zonas la velocidad media es de 8 m/s). De hecho, los parques eólicos de Canarias se encuentran entre los de mayor productividad del mundo, con factores de capacidad que alcanzan el 0,4 (40%). Los parques eólicos en buenas zonas de viento de Canarias (con unas 3500 horas equivalentes) se pueden amortizar en aproximadamente 6 años; si se tiene en cuenta que la vida útil de un aerogenerador se sitúa en torno a 20 años, se puede entender el negocio que representan.

Un aerogenerador de 1 MW en una buena zona eólica podría abastecer a unas 1000 familias. También sustituye unas 250 toneladas equivalentes de petróleo, con el que podrían circular unos 38 000 coches utilitarios durante 100 kilómetros.

La construcción de un parque eólico, que suele durar un año, proporciona empleo a unas 130 personas. Durante la fase de explotación del parque, que se extiende a lo largo de toda su vida útil, mantiene el empleo de unas 6 personas.



5.9. ¿Cuáles son las últimas tendencias en energía eólica?

La tecnología en el sector eólico está evolucionando con gran rapidez, dando lugar a un aumento de la rentabilidad. Algunas de las últimas tendencias en el sector eólico son las siguientes.

1. Parques eólicos en el mar (Parques off-shore)

Los parques off-shore son parques eólicos que se ubican en el mar; normalmente en lugares donde la plataforma marina no es muy profunda. En el mar, los vientos son más fuertes y constantes; por este motivo, y pese a que los parques marinos son más caros, se está alcanzando una alta rentabilidad, de ahí que esta tecnología esté proliferando rápidamente.

2. Repotenciación de parques antiguos

En los países en los que hay mucha energía eólica instalada, las zonas con los mejores vientos (no sólo veloces sino también constantes) empiezan a escasear; por lo que la instalación de nuevos parques eólicos en lugares con peores condiciones de viento, hace que disminuya su rentabilidad. Por esta razón, la política de repotenciación está imponiéndose paulatinamente en estos países. La repotenciación consiste en sustituir parques eólicos obsoletos por nuevos, con lo que se pasa a aprovechar las mejores zonas eólicas con máquinas de última tecnología, consiguiendo así una mejor rentabilidad. Los países que en 2003 ya habían sustituido aerogeneradores fueron Dinamarca, Australia, Alemania y Holanda. Dinamarca es el país líder a nivel mundial en repotenciación y ha desarrollado una política que favorece el reemplazo de máquinas eólicas de más de 10 años.

¿Sabías que?



En término medio, el 20% de la electricidad que se consume en Dinamarca proviene de energía eólica; este sector ha creado una industria a su alrededor que ha generado más puestos de trabajo que todo el sector de la electricidad en el país.

3. Aerogeneradores de gran potencia

La tecnología eólica avanza rápidamente, de hecho, los precios de los aerogeneradores han bajado más del 30% desde 1990, y las empresas industriales parecen haber desatado una batalla mundial por desarrollar el aerogenerador de mayor potencia. Estos aerogeneradores de gran potencia permiten aprovechar más las zonas con mejores condiciones eólicas reduciendo los costes de instalación (es más barato instalar un aerogenerador de 1 MW que 10 de 100 kW). En 2006 se llegaron a instalar aerogeneradores de 6 MW.



Parque eólico en el mar (off-shore)

5.10. ¿Por qué no se pueden conectar tantos aerogeneradores en Canarias como en la Península Ibérica?

La potencia eólica conectable a la red eléctrica de cada isla en Canarias (cada isla tiene su propia red eléctrica, excepto Lanzarote y Fuerteventura que están unidas por cable submarino) es más reducida que la que se podría conectar en el continente. Esta limitación está condicionada por factores como los que se exponen a continuación.

1. Las horas valle

La demanda mínima de electricidad se produce en las horas valle (normalmente por la noche). Este factor tiene una gran influencia dado que los parques eólicos producen en función del viento reinante y puede ocurrir que, durante la noche, cuando la demanda de electricidad es menor, los vientos sean más fuertes y, por tanto, la producción eólica sea mayor. Este es un factor limitante en cuanto a la potencia eólica que ha de instalarse.

2. La capacidad de las redes

Las líneas eléctricas han de ser capaces de transportar la electricidad de origen eólico desde los parques eólicos hasta los puntos de consumo. Las islas Canarias tienen redes eléctricas de pequeña dimensión (redes débiles), por lo que, a veces, las líneas eléctricas situadas en donde se quiere ubicar un parque pueden no tener la suficiente capacidad para transportar la electricidad de origen eólico.

3. Imposibilidad de “apagar” las centrales convencionales

Los grupos de generación de las centrales eléctricas

convencionales han de seguir funcionando, aunque sea al mínimo. El motivo es que si, de repente, deja de generarse energía eólica (por ejemplo, por disminución del viento) se pueda suplir rápidamente la electricidad que estaban produciendo los parques eólicos. Por lo tanto, estos grupos han de seguir funcionando, aunque sea a su mínimo técnico.

4. La estabilidad del sistema

Las variaciones bruscas de la producción de electricidad por parte de los parques eólicos o de las centrales térmicas convencionales provocan estados de inestabilidad en las redes eléctricas. Este factor ha de tenerse en cuenta, considerando que los parques eólicos pueden bajar repentinamente su producción.

Estos factores, entre otros, limitan la potencia eólica que debe instalarse en el archipiélago.

5.11. ¿Cómo se puede aumentar la contribución de la energía eólica en las islas Canarias?

Aunque existe una limitación en el porcentaje de energía eólica que se puede inyectar en las redes eléctricas, en la actualidad el porcentaje de energía eólica es muy pequeño en comparación con sus posibilidades de explotación (alrededor del 3,6% de la producción de electricidad fue de origen eólico en el 2006). Algunas de las estrategias que se podrían seguir para aumentar la contribución de la energía eólica son las siguientes.

1. Elaboración de planes insulares especiales

Una de las estrategias importantes para optimizar la energía eólica que habrá de instalarse en las islas es

A finales de 2006 la potencia eólica en parques off-shore en Europa era de 700 MW, de los cuales unos 400 MW estaban instalados en Dinamarca, país líder mundial en esta tecnología. En España no se ha instalado todavía ningún parque eólico off-shore. Se prevé que la potencia eólica off-shore instalada en Europa en el año 2010 sea de 10 000 MW. El potencial eólico marino en España es de unos 3000 MW.





la elaboración de planes especiales de ordenación del territorio, en los que se delimiten zonas que, por las buenas características del viento y territoriales, puedan ser reservadas para la instalación de parques eólicos, dado que, si las condiciones eólicas son buenas, en un espacio menor se puede conseguir mayor producción de electricidad.

En Canarias se ha trabajado en la elaboración del mapa eólico, instalando una serie de estaciones que miden la velocidad y la dirección del viento en distintas zonas de las islas. Posteriormente se ha llevado a cabo la zonificación eólica del archipiélago, que combina esta información recopilada durante años con otra de carácter territorial, de manera que se limita la instalación de parques eólicos a aquellas zonas en donde la planificación territorial vigente permite su construcción.

Además de estos trabajos encaminados a determinar el potencial desde el punto de vista del recurso natural (viento), también se analizan actualmente los niveles máximos de electricidad susceptible de ser inyectada en las redes eléctricas de las islas a la vez que se sigue estudiando el recurso eólico, aumentando la contribución a los mapas eólicos de Canarias.

2. Repotenciación de parques eólicos obsoletos

Muchos de los parques eólicos actualmente instalados en las islas tienen más de 10 ó 20 años. En Canarias se instaló el primer aerogenerador con conexión a la red eléctrica en 1984, y tenía una potencia unitaria de 55 kW. Las potencias unitarias de los aerogeneradores instalados a principios de los años 90 oscilaban entre los 100 y los 300 kW. Ya a finales de los 90 y principios de 2000 se instalaron máquinas con potencias unitarias entre los 500 y 660 kW.

¿Sabías que?



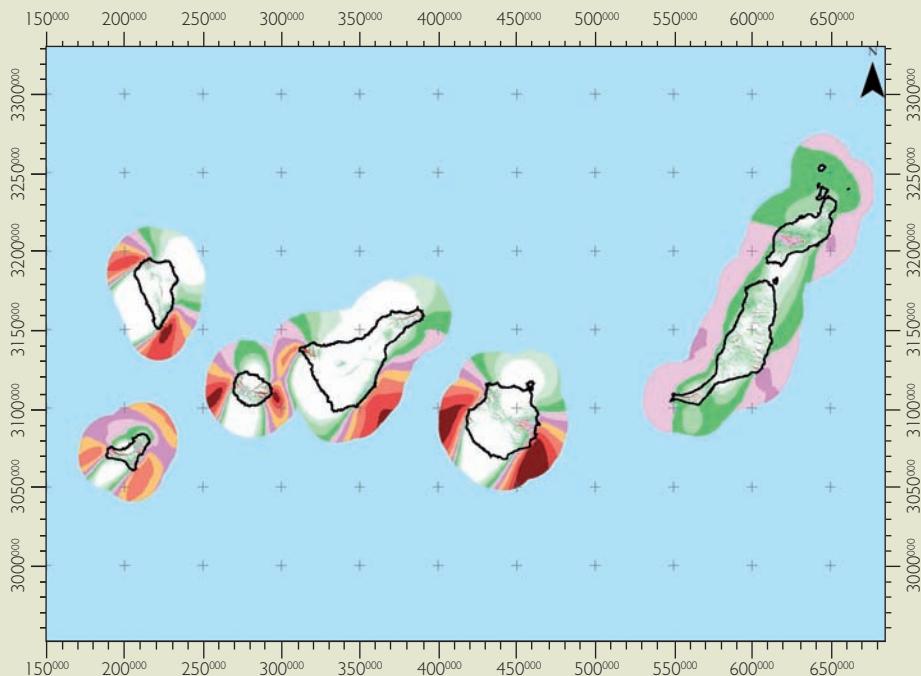
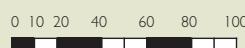
El PECAN (Plan Energético de Canarias) prevé alcanzar un 30% de la generación eléctrica mediante fuentes de energías renovables para 2015. Uno de los pilares para conseguir este fin es la energía eólica; el objetivo es que la potencia eólica instalada alcance los 1025 MW en 2015, lo que significaría multiplicar por más de 7 la potencia instalada a finales de 2004.

Resolución espacial del recurso eólico: 100 m

RECURSO EÓLICO DE CANARIAS

Recurso eólico a 40 m

k/h	m/s
< 19,8	< 5,5
19,8-21,6	5,5-6,0
21,6-23,3	6,0-6,5
23,3-25,3	6,5-7,0
25,3-27,0	7,0-7,5
27,0-28,8	7,5-8,0
28,8-30,6	8,0-8,5
30,6-32,3	8,5-9,0
32,3-34,3	9,0-9,5
< 34,3	< 99,5



Fuente: Instituto Tecnológico de Canarias. Gobierno de Canarias

En la actualidad se instalan en Europa aerogeneradores de hasta 6 MW, por lo que se podría aumentar la contribución eólica con la simple utilización del espacio ocupado por los parques eólicos antiguos, sustituyendo los aerogeneradores instalados por otros de potencia unitaria superior.

3. Utilización de sistemas eólicos más estables

Se ha de llevar a cabo una elección de los aerogeneradores tal que se minimicen las perturbaciones

en la red eléctrica. Siguiendo este criterio en Canarias se deberían instalar aerogeneradores de velocidad y paso de pala variables.

4. Aplicaciones aisladas

Otra forma de mejorar el aprovechamiento de la energía eólica en las islas pasa por las aplicaciones aisladas de la red eléctrica. Entre estas aplicaciones se encuentran: desalación de agua de mar; bombeos para almacenar agua en forma de energía potencial

La energía eólica es la tecnología de generación eléctrica que más crece en la actualidad. Entre 1996 y 2001 el mercado eólico obtuvo una tasa de crecimiento anual mayor del 35%.

La energía eólica se puede utilizar también para desalar agua de mar; de hecho, ya existen varios proyectos experimentales en Canarias que utilizan directamente la energía del viento para producir agua potable.



para su posterior turbinado (centrales hidro-eólicas), transformación en otros vectores energéticos con posibilidad de almacenamiento como el hidrógeno, etc.



5.12. ¿Cómo afecta la energía eólica al medioambiente?

Al estudiar, desde el punto de vista medioambiental, el empleo de aerogeneradores, debemos entender su incidencia en dos sentidos. El primero es considerar la generación de energía eólica como un beneficio, ya que evitamos emisiones contaminantes. El segundo es estudiar cómo afecta la implantación de aerogeneradores al medioambiente.

El impacto medioambiental que puede producir un parque eólico va a depender fundamentalmente del emplazamiento elegido para su instalación, del tamaño del parque y de la distancia a los núcleos poblacionales. Los principales impactos son:

1. Impacto visual

El impacto visual de estas instalaciones depende de criterios fundamentalmente subjetivos. Un parque de unos pocos aerogeneradores puede llegar a ser atractivo para algunas personas mientras que una gran concentración de máquinas obliga a considerar el impacto visual y la forma de disminuirlo. En cualquier caso provocan un impacto paisajístico, pero mientras que para unos ese impacto es positivo para otros no es asumible; se trata de una cuestión de percepciones subjetivas e individuales.

2. Impacto sobre las aves

Los estudios realizados concluyen que este impacto es muy pequeño frente al producido por causas naturales. Un estudio español ha determinado que la tasa de colisiones de aves es del 0,1%. Estudios similares realizados en Dinamarca han concluido que las aves se acostumbran rápidamente a los aerogeneradores y desvían su trayectoria de vuelo para evitarlos.

3. Impacto acústico

El origen del ruido en los aerogeneradores de los años 80 se debía a factores de tipo mecánico; en las últimas décadas se ha investigado mucho este aspecto y se ha logrado rebajar el nivel de ruido por debajo de la mitad. La experiencia obtenida permite señalar que en las poblaciones más cercanas a las instalaciones no se detecta ningún incremento de ruido, resultando más importante el producido por el propio viento.

¿Sabías que?



Por término medio, a nivel mundial, un parque eólico puede tener entre 2200 y 2600 horas equivalentes al año mientras que en Canarias la media es de 3400.



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- La utilización de la energía eólica, ¿es algo reciente?
- ¿Y la producción de electricidad de origen eólico?
- ¿Se podría instalar en Canarias más energía eólica de la que existe en la actualidad?
- ¿Crees que en el futuro el papel de la energía eólica será más relevante?, ¿por qué?
- ¿Es cierto que parte de la electricidad que consumimos en nuestros hogares proviene en parte de la energía eólica? Si es así, ¿en qué porcentaje?
- ¿Qué energía renovable es la que más contribuye a la producción de electricidad en Canarias?

Otras energías renovables

Índice

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
6.2.3. ¿Qué son los biocombustibles?	106
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

6.1. ¿Cómo se puede aprovechar la energía hidráulica?

6.1.1. ¿Cómo se genera la energía hidráulica?

El Sol evapora el agua de los océanos, mares, lagos y ríos, formando nubes; cuando éstas se enfrián, se condensan formando la lluvia y la nieve que se vierte sobre la tierra, reaprovisionándola y cerrando el ciclo.

En la actualidad, la energía hidráulica se utiliza fundamentalmente para producir electricidad en las denominadas centrales hidroeléctricas. El agua, retenida en un embalse o presa, se deja caer por una tubería, a cuya salida se coloca una turbina, el eje de la cual comienza a girar al caer al agua; este giro pone en marcha el generador eléctrico obteniéndose así la electricidad. Una de las grandes ventajas de la producción de electricidad con energía hidráulica es que puede ser constante y previsible, al contrario que la gran mayoría de las renovables y, por lo tanto, se puede utilizar para satisfacer la demanda eléctrica base. Las centrales hidroeléctricas se pueden situar junto al cauce de un río o al pie de una presa. En Canarias, al no existir ríos, las explotaciones hidroeléctricas se sitúan a pie de presa.

6.1.2. ¿Cómo se pueden clasificar las centrales hidráulicas?

Las centrales hidroeléctricas se clasifican según su potencia:

1. Centrales hidráulicas

Son centrales mayores de 10 MW. A gran escala presentan algunos inconvenientes como puede ser la evacuación de zonas pobladas o de interés natural debido a la construcción de grandes infraestructuras y al desvío de ríos. Por estos inconvenientes, que pueden generar un gran impacto ambiental y humano, la energía hidráulica no es considerada estrictamente una energía renovable, pero sí lo es la energía mini-hidráulica. En todo caso, la energía hidráulica tiene la gran ventaja de no contribuir al cambio climático, al no emitir CO₂ ni otros gases de efecto invernadero. Por otra parte, si se tiene especial cuidado en la selección de la ubicación y en el respeto del medioambiente, el impacto se puede reducir de forma considerable, hasta ser, de hecho, prácticamente nulo, como es el caso del aprovechamiento de presas ya existentes destinadas a otros fines y el aumento de la potencia en centrales en explotación.

2. Centrales minihidráulicas

Son centrales con una potencia instalada menor de 10 MW. Comenzaron a construirse a principios del siglo XX y solían ser instalaciones modestas que generaban electricidad a pequeñas poblaciones. En su mayoría son instalaciones de agua fluyente, lo que quiere decir que generan electricidad mientras tienen un caudal superior a un mínimo técnico (según instalación) y se paran cuando el caudal baja de ese nivel.

Además de aprovechar los cauces de los ríos o pequeños embalses, las instalaciones minihidráulicas pueden situarse en galerías de agua o simplemente

¿Sabías que?

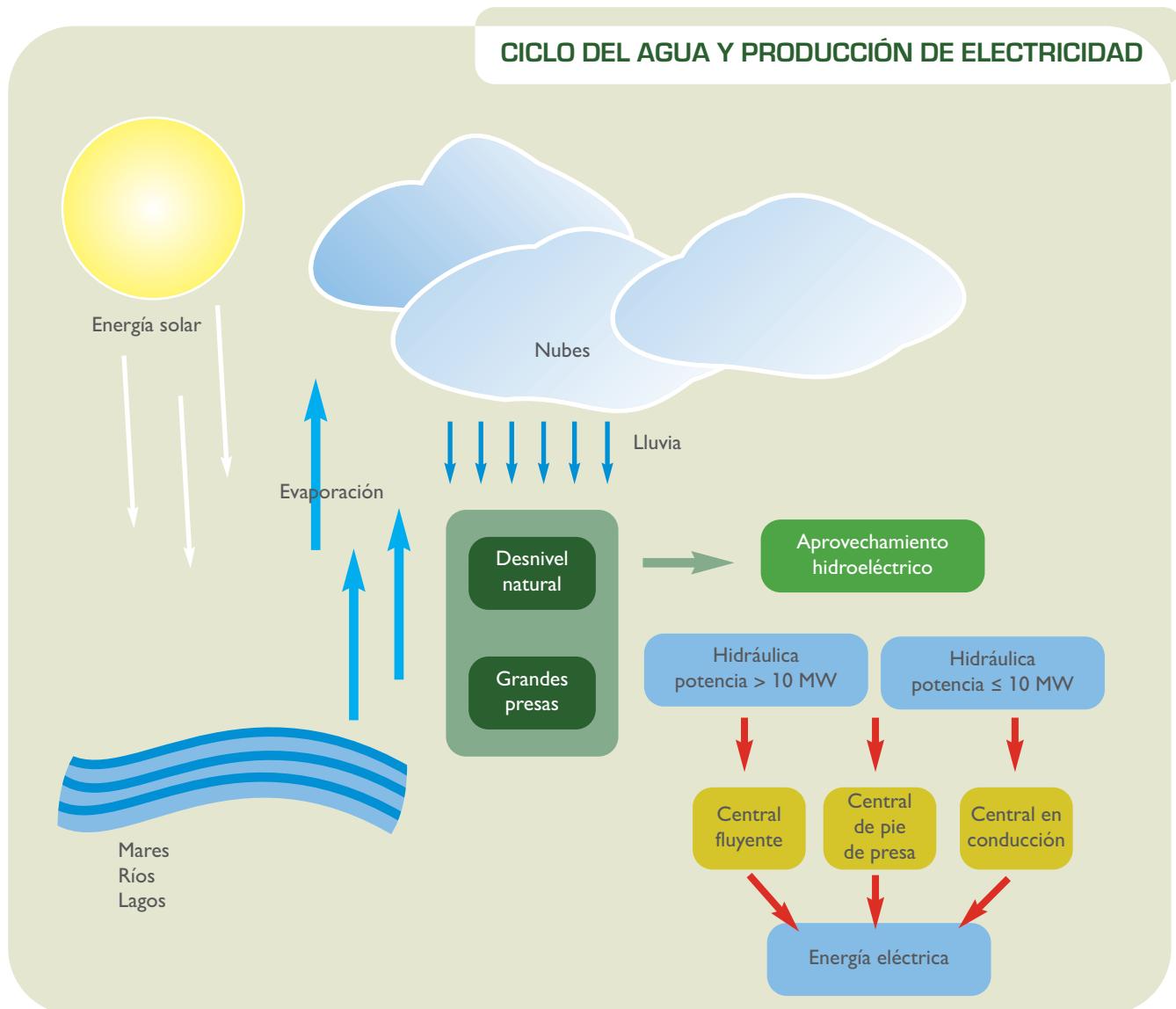


La fuerza del agua se utiliza desde hace siglos. Las primeras referencias de molinos de agua datan del siglo I a. C. Estos molinos se utilizaron para sustituir el trabajo humano y animal.

La energía hidráulica es la energía renovable líder en Europa, representando el 70% de la electricidad de origen renovable y el 10% de la producción total de electricidad.

en las tuberías que se utilizan para transportar el agua desde cotas altas a bajas (para su consumo agrícola o urbano en las zonas de costas –cotas bajas–). Este tipo de centrales, a veces denominadas micro-

hidráulicas, si son menores de 1 MW, son de especial importancia para Canarias, pudiéndose convertir en una forma relevante de explotar la energía hidráulica en estas islas.



A finales de los setenta la mitad de la potencia eléctrica instalada en España era hidroeléctrica. En la actualidad ese porcentaje está por debajo del 20%.

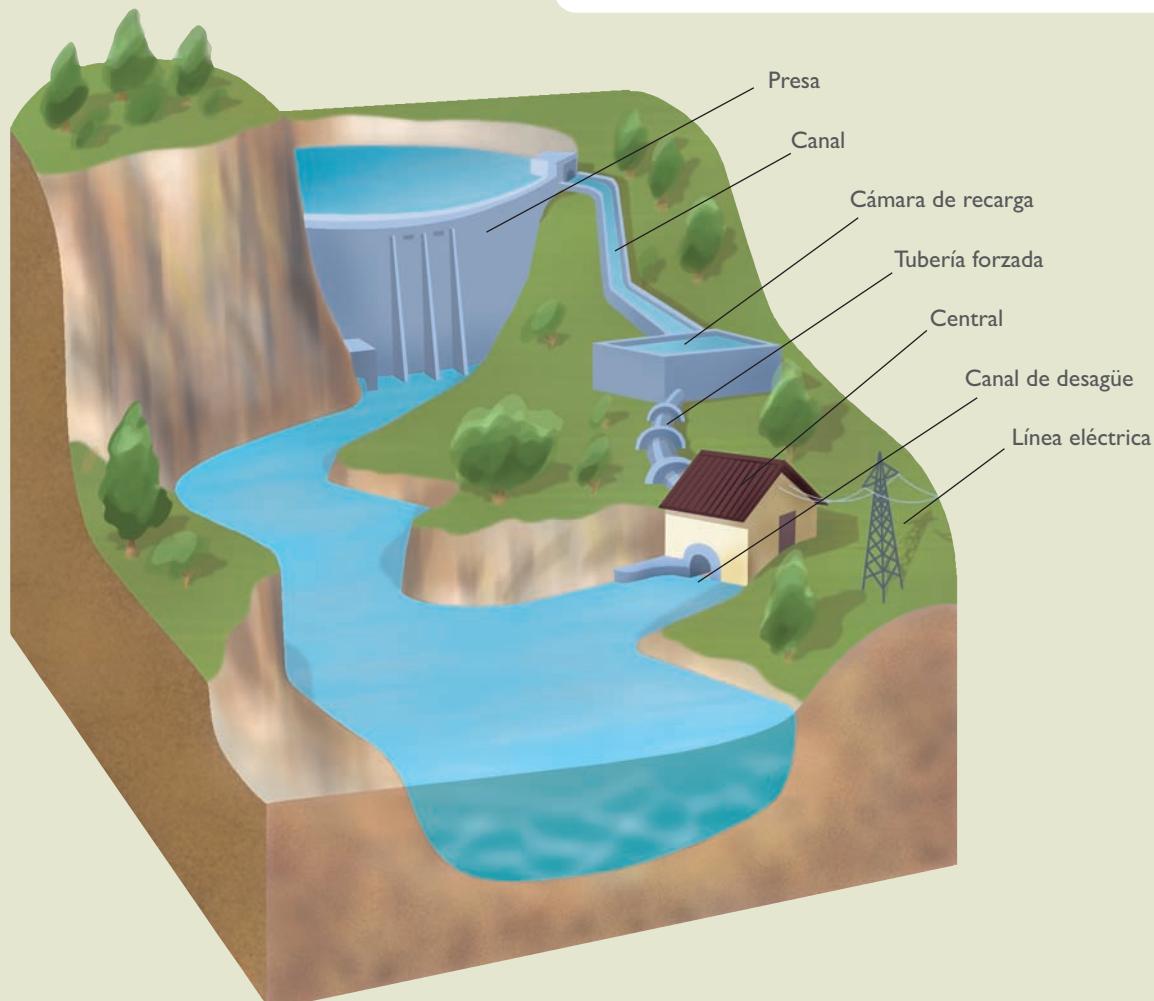
En España, la potencia instalada en centrales minihidráulicas es de unos 1788 MW, que representa un 9% de la potencia hidráulica instalada.



En las centrales hidráulicas se utilizan principalmente 3 tipos de turbinas:

- **Turbinas Pelton:** indicadas para grandes saltos, independientemente de la variación de caudal.
- **Turbinas Francis:** indicadas para saltos medios-bajos y variaciones de caudal moderadas.
- **Turbinas Kaplan:** indicadas para saltos pequeños y caudales variables.

ESQUEMA DE UNA CENTRAL HIDRÁULICA



¿Sabías que?



En Canarias se podrían instalar casi 10 MW en instalaciones mini-hidráulicas, aprovechando las conducciones ya existentes.

LA PRIMERA APLICACIÓN DE LA ENERGÍA HIDRÁULICA EN CANARIAS: LOS MOLINOS DE AGUA



Molino de agua en Fataga (Gran Canaria)

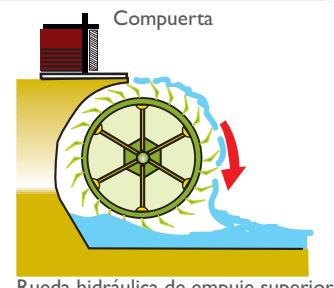
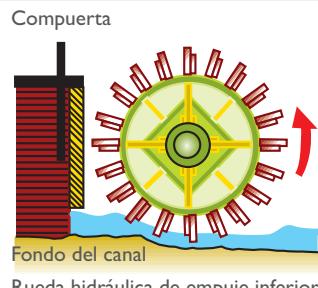
Los molinos de agua se introducen en Canarias pocos años después de la Conquista, aunque es en el siglo XIX cuando alcanzan su apogeo y se extienden por todo el territorio. Molinos de agua hubo en todas las islas excepto en Fuerteventura, Lanzarote y El Hierro.

Su implantación significó un logro técnico valiosísimo que liberó al hombre del esfuerzo físico de moler los cereales con el impulso de sus brazos.

Los molinos de agua se instalan junto a una corriente de agua, corriente que acciona el mecanismo que pone en movimiento las piedras trituradoras del grano.

Gran Canaria fue la isla donde su presencia fue mayor; llegándose a constatar la instalación de 186 de estos molinos. En La Gomera, en la primera mitad del siglo XX llegaron a coexistir, en pleno funcionamiento, casi un centenar de molinos de agua.

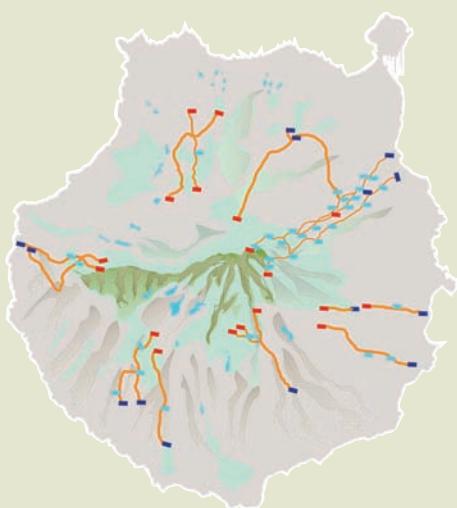
La primera central hidroeléctrica se construyó en 1880 en Gran Bretaña. Las primeras centrales hidráulicas son el origen de la industria de producción de electricidad, cuyo primer vatio-hora fue producido gracias a la fuerza del agua.



6.1.3. ¿Cuál es el papel de la energía hidráulica en Canarias?

Los recursos hidráulicos en Canarias varían mucho de una isla a otra e incluso dentro de una misma isla. En Canarias las condiciones necesarias para realizar un aprovechamiento hidroeléctrico se presentan en muy pocos lugares, existiendo de hecho sólo dos centrales minihidráulicas: El Mulato en La Palma, de 800 kW, y La Guancha en Tenerife, de 463 kW.

Un mayor aprovechamiento de la energía hidráulica en Canarias requiere la explotación de instalaciones microhidráulicas en conducciones de agua y la construcción de centrales hidroeléctricas.



Ubicación de posibles aprovechamientos minihidráulicos en conducciones de agua en Gran Canaria

¿Sabías que?



La energía hidráulica proporciona una quinta parte de la electricidad a escala mundial, con una potencia instalada de 700 GW. En algunos países, la hidráulica constituye la principal fuente energética para la producción de electricidad, como es el caso de Noruega (más del 95% de su electricidad es de origen hidráulico), Brasil (con más del 90%) o Canadá (con un 60%).

LOS PRIMEROS PASOS DE LA ELECTRICIDAD EN CANARIAS

El primer servicio de alumbrado público eléctrico de Canarias se inauguró la noche de fin de año de 1893 en Santa Cruz de La Palma, convirtiéndose así en la primera población de Canarias que accedía a un servicio eléctrico.

Este hecho fue posible gracias a la instalación de una central minihidráulica de 50 kVA, que aprovechaba un salto de agua de 116 metros situado a las afueras de la ciudad. Esta central era suficiente para abastecer el sistema de alumbrado que se instaló, que consistía en 138 lámparas de 100 W cada una y dos lámparas de arco voltaico.

Un año más tarde comenzó a funcionar la segunda central eléctrica de Canarias. Esta vez fue en La Orotava y se trataba también de una central hidroeléctrica.

Las dos primeras centrales eléctricas de Canarias fueron posibles gracias a la fuerza del agua.

En 1897 se inauguró el servicio de alumbrado público eléctrico en Santa Cruz de Tenerife. Algo más tarde, en 1899, le tocó el turno a Las Palmas de Gran Canaria. A las puertas del siglo XX entraron así a formar parte estas ciudades de la historia de la electricidad.



6.2. ¿Cómo se puede aprovechar la biomasa?

6.2.1. ¿Qué es la biomasa?

La energía del Sol es utilizada por las plantas para sintetizar la materia orgánica mediante el proceso de fotosíntesis. Esta materia orgánica puede ser incorporada y transformada por los animales y por el hombre. El término biomasa abarca un conjunto muy heterogéneo y variado de materia orgánica y se emplea para denominar a una fuente de energía basada en la transformación de la materia orgánica utilizando, normalmente, un proceso de combustión.

6.2.2. ¿Cuáles son las fuentes de biomasa que se utilizan con fines energéticos?

Las fuentes de biomasa que se utilizan para la obtención de energía son:

6.2.2.1. Biomasa natural

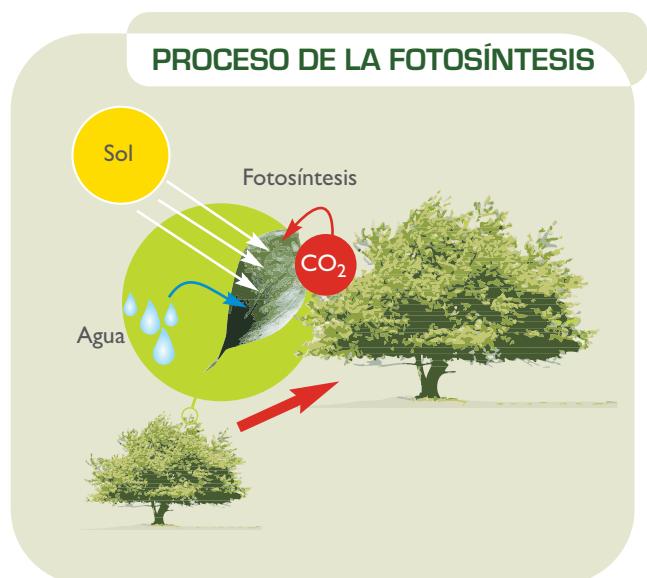
Fundamentalmente la leña procedente de árboles que crecen de forma espontánea (sin ser cultivados), la cual ha sido tradicionalmente utilizada por el hombre para calentarse y cocinar. Sin embargo, no se debe hacer un aprovechamiento sin control de este tipo de biomasa ya que se podrían destruir sus ecosistemas, que constituyen una reserva de incalculable valor. Sí se pueden, y deben, utilizar los residuos de las partes muertas, restos de podas y clareos, etc., puesto que, además, así se evitan posibles incendios.

La biomasa natural constituye la base del consumo energético de muchos países en vías de desarrollo, pero su sobreexplotación está ocasionando el aumento de la desertización.

6.2.2.2. Biomasa residual

Se produce en explotaciones agrícolas, forestales o ganaderas; también se generan residuos orgánicos en la industria y en núcleos urbanos, denominados en este último caso RSU (Residuos Sólidos Urbanos).

Además de producir electricidad, que puede hacer que las instalaciones sean autosuficientes aprovechando sus propios recursos (como, por ejemplo, en granjas, serranderías, industrias papeleras o depuradoras urbanas), generan un beneficio adicional, a veces más valorado que la propia generación de electricidad, que es el evitar la degradación del medioambiente eliminando estos residuos.



En 2005, la central de biomasa más grande de Europa se localizaba en Viena (Austria). Utiliza residuos de origen forestal como combustible (unas 200 000 toneladas al año) y produce electricidad suficiente para abastecer a 50 000 hogares (24,5 MW) y calor para calefacción suficiente para 12 000 familias (37 MW).



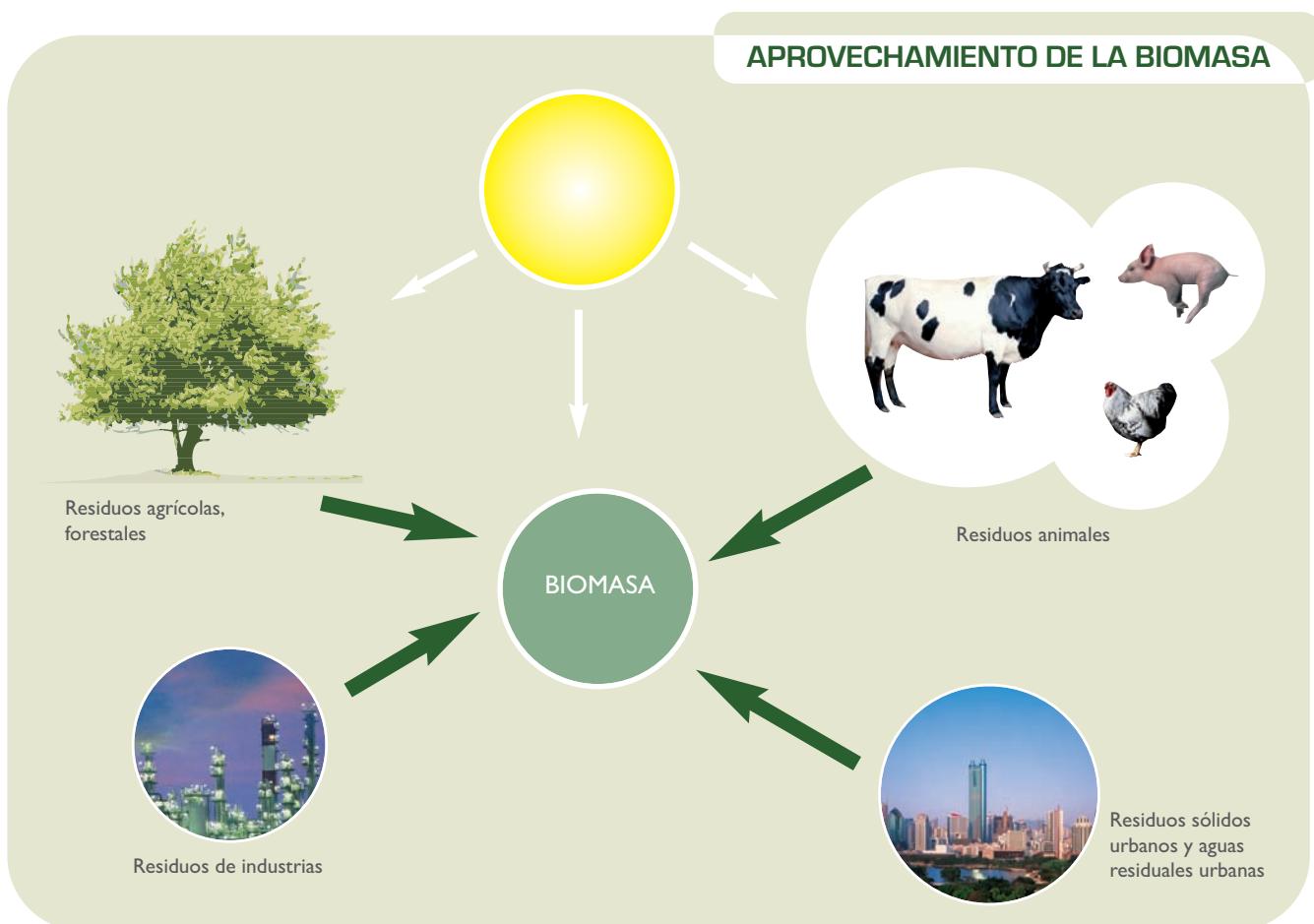
6.2.2.3. Cultivos energéticos

En estos casos los terrenos y los agricultores no se dedican a producir alimentos sino a obtener cultivos que se aprovechan energéticamente. Entre otros, podemos distinguir los siguientes tipos:

Cultivos tradicionales: son cultivos que normalmente se utilizan para la alimentación. Este tipo de explotaciones tiene el inconveniente de que compiten con el uso

alimentario. En Canarias, los cultivos que se podrían utilizar para estos fines son, por ejemplo, la remolacha y la caña de azúcar.

Cultivos no alimentarios: son cultivos que pueden plantarse en terrenos en los que es difícil cultivar productos tradicionales. En las islas Canarias los cultivos que se podrían utilizar para estos fines son, por ejemplo, las plantaciones de cardos.



¿Sabías que?



En EE.UU. y algunos países europeos, la principal fuente de obtención del bioetanol son los cereales, sobre todo del maíz (1 litro de bioetanol por cada 2,5 – 3 kg de cereales) y la remolacha (1 litro cada 10 kg), mientras que en los países de clima tropical se usa principalmente la caña de azúcar (1 litro cada 15 – 20 kg). En España se obtiene en su mayoría de los cereales y, en algunos casos, de los excedentes de la industria vinícola.

LA CRISIS ENERGÉTICA DE LA LEÑA

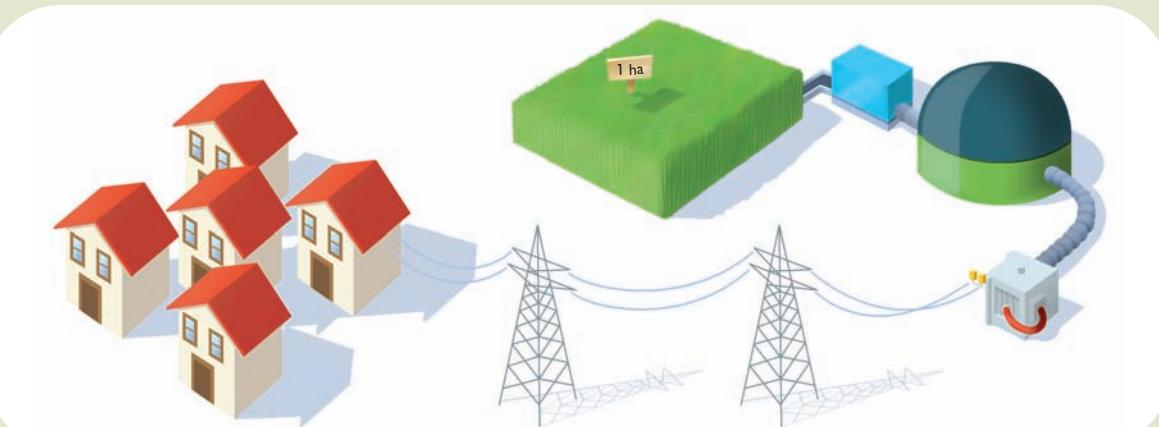


En África (donde se consume sólo el 3% de la electricidad mundial) la demanda de biomasa para fines energéticos representa casi un 50% de su consumo energético global. Más del 90% de la población rural del África subsahariana vive sin tener acceso a la electricidad.

La FAO (Organización para la Agricultura y la Alimentación de las Naciones Unidas) estima que 2000 millones de personas carecen de electricidad y cocinan con leña; de ellas, 1500 millones tienen, en alguna medida, dificultades de suministro y 125 millones se nutren de alimentos crudos por carecer de leña para su cocción.

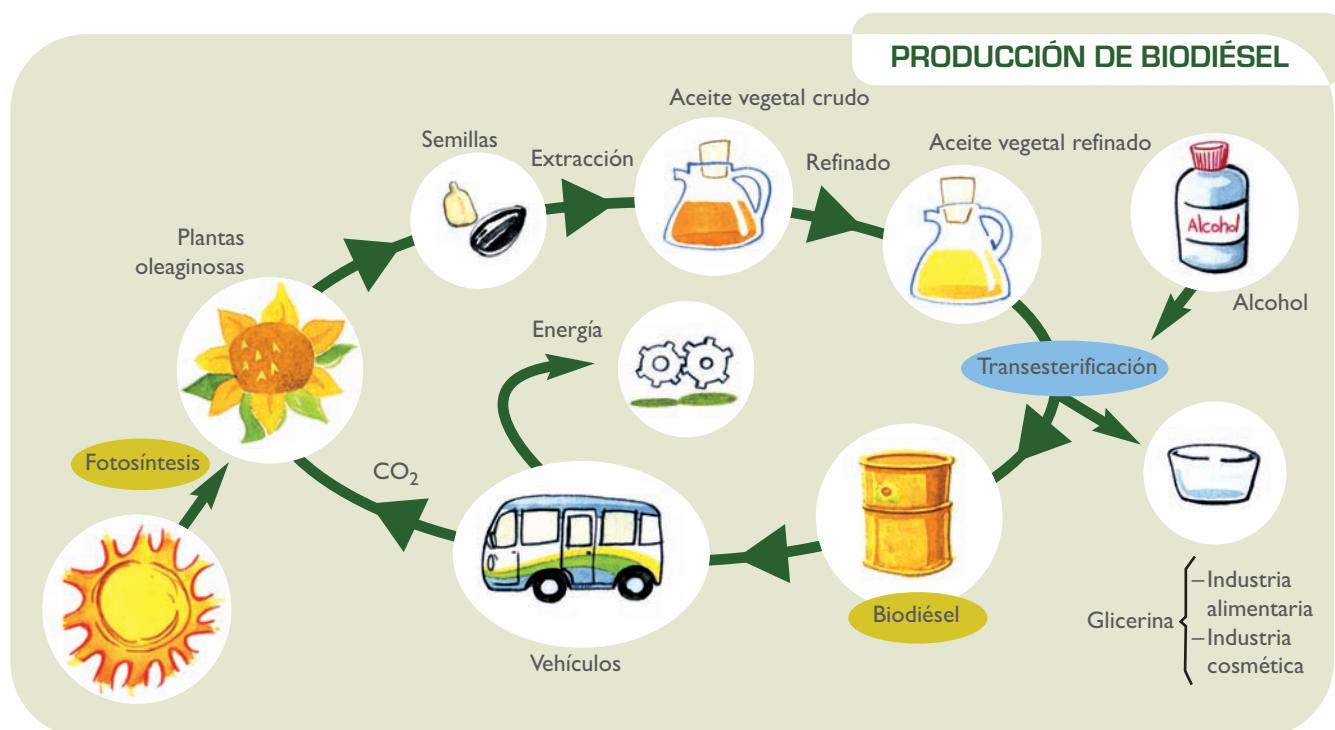
Casi la mitad de la leña que se corta en el mundo se utiliza como combustible en el conjunto de países pobres, para abastecer de energía a casi un tercio de la población mundial. El 70% de los habitantes de estos países usan una media de 700 kg de madera por persona y año. En muchos de estos países, además, no se cumple ninguna política de reforestación, lo que ha provocado una rápida deforestación. Dado que este ritmo de extracción es mayor que la producción, las reservas de leña de muchas zonas rurales disminuyen a un ritmo acelerado, dando lugar a lo que se podría denominar "la crisis de la leña", que es una forma particular que adquiere la crisis energética en los países más pobres.

UNA HECTÁREA DE MAÍZ CUBRE LAS NECESIDADES ENERGÉTICAS DE 5 FAMILIAS



La composición más habitual del bioetanol es la "E85", que lleva un 85% de etanol y un 15% de gasolina sin plomo. Este combustible tiene una parte de gasolina para facilitar el arranque del motor, en especial cuando debe hacerlo a bajas temperaturas. En el análisis del ciclo de vida completo del combustible, se estima que los niveles de emisiones de dióxido de carbono, usando "E85", se reducen en un 70% comparados con los niveles emitidos por la gasolina.





6.2.3. ¿Qué son los biocombustibles?

Los productos procedentes de la transformación física, química o biológica de las fuentes de biomasa y que se utilizan como combustibles se denominan biocombustibles. Los biocombustibles pueden ser sólidos, líquidos y gaseosos.

6.2.3.1. Biocombustibles sólidos

Dentro de este grupo se encuentran principalmente los procedentes del sector agrícola y forestal, como, por ejemplo, la leña, la paja, los restos de la poda de vid,

olivo y frutales, cáscaras de frutos secos, huesos de aceitunas, etc. Estos biocombustibles se pueden utilizar directamente, por ejemplo, en chimeneas o en instalaciones modernas para su uso a gran escala, para lo cual se transforman en astillas, serrín o briquetas.

6.2.3.2. Biocombustibles gaseosos

Entre los biocombustibles gaseosos destaca el biogás.

Biogás: está formado principalmente por metano y dióxido de carbono, y se suele producir de forma espontánea en fondos de lagunas, presas o depuradoras (lodos de depuradora), en los que hay depósitos de

¿Sabías que?



En 2006 la producción europea de biodiésel ascendió a cinco millones de toneladas. Las expectativas sitúan en diez millones de toneladas la producción para el año 2010. La normativa europea obliga a que en 2010 un 5,75% de la gasolina y gasóleo comercializado para el transporte sea biocarburante.

materia orgánica, y también en los vertederos de basura, o a partir de residuos como los ganaderos. Se suele utilizar para la producción de electricidad. Con su quema se logra un beneficio medioambiental adicional, ya que se consigue evitar que llegue a la atmósfera un gas de efecto invernadero como es el metano (CH_4).

6.2.3.3. Biocombustibles líquidos

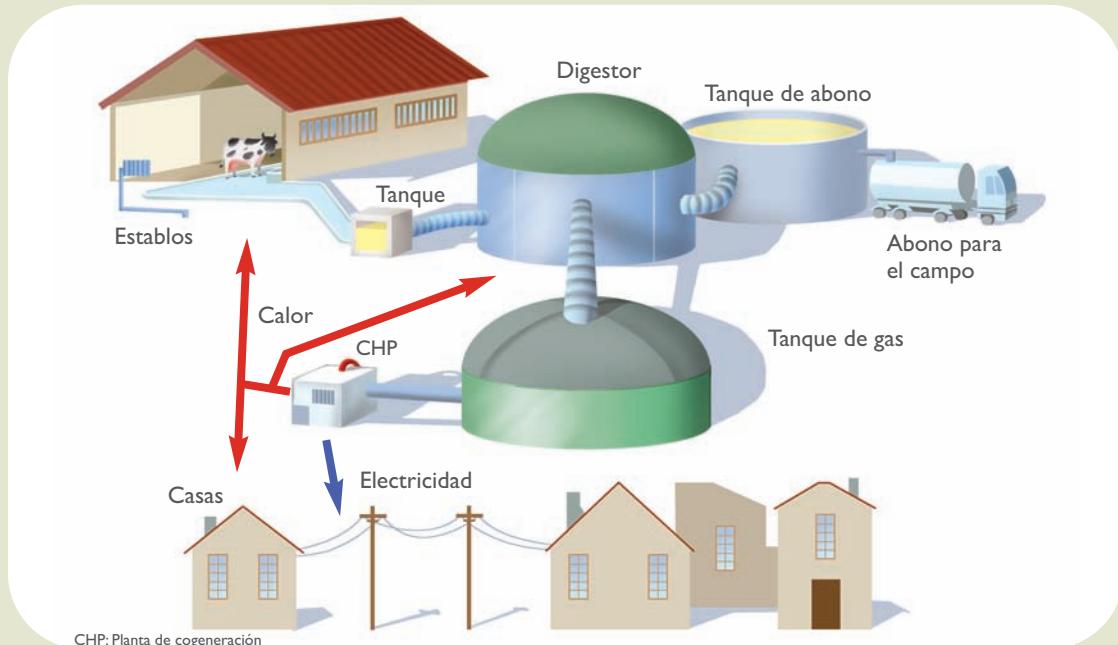
También conocidos como biocarburantes, se utilizan para sustituir el uso de combustibles derivados del petróleo en los motores. Engloban dos tipos de productos:

Bioetanol y derivados: se utilizan para sustituir total o parcialmente la gasolina. Se obtienen a partir de la fermentación de productos ricos en almidón o azúcar.

Biodiésel: se utiliza para sustituir total o parcialmente el gasóleo (diésel) de automoción. Se produce a partir de aceites vegetales, naturales o usados.

La producción a partir de aceites usados cobra gran importancia porque, a su vez, se elimina un problema medioambiental como es el tratamiento de aceites usados, que son altamente contaminantes si se vierten al entorno sin tratar. En este sentido existen varias ini-

ESQUEMA DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE BIOGÁS



En todos los vehículos diésel fabricados en los últimos diez años es posible utilizar el biodiésel puro al 100% (B100) sin necesidad de efectuar ningún ajuste en su motor, o utilizarlo en mezclas con gasóleo en proporciones de entre el 10% y el 20% (B10 o B20). De hecho, el biodiésel en mezcla ya ha empezado a venderse en muchas gasolineras españolas.

Por cada litro de gasolina sustituido se evita la emisión de 1,85 kg de CO_2 y si es diésel esta cantidad se eleva a 2,38 kg.

ciativas en marcha que recolectan, por ejemplo, el aceite usado de restaurantes.

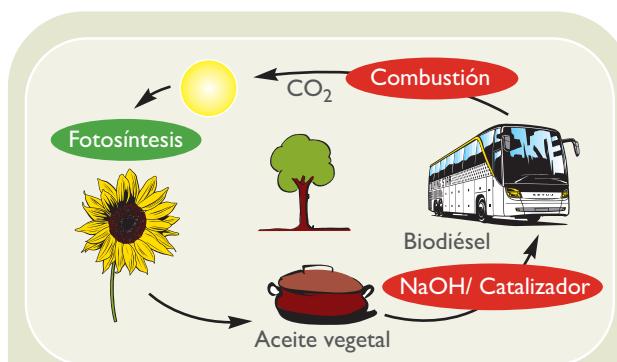
PODERES CALORÍFICOS DE VARIOS BIOCOMBUSTIBLES

Combustible	Poder calorífico inferior
Paja	17,3 MJ/kg
Corteza	19,5 MJ/kg
Aceite de colza	37,1 MJ/kg
Etanol	26,9 MJ/kg
Metanol	19,5 MJ/kg
Biodiésel	40,3 MJ/kg
Etbe	36,6 MJ/kg
Petróleo (para comparar)	43,5 MJ/kg

6.2.4. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar la biomasa?

El uso de la biomasa tiene una serie de ventajas ambientales y económicas:

- Balance neutro de emisiones de CO₂ (principal gas responsable del efecto invernadero). La combustión de biomasa produce CO₂, pero una cantidad análoga a la que fue captada previamente por las plantas durante su fase de crecimiento, por lo que su combustión no supone un incremento neto de este gas en la atmósfera.
- La biomasa no contiene nada o casi nada de azufre, y por esto su combustión no contribuye a la lluvia ácida.



El sector transporte consume un 30% de la energía utilizada en el mundo. Esta cifra se eleva a un 32% en Europa, un 39% en España y un 33% del consumo interior de Canarias. Los biocarburantes son capaces de sustituir la gasolina y el gasóleo sin necesidad de realizar grandes cambios en el parque automovilístico mundial. El biodiésel se puede utilizar en la mayoría de los automóviles actuales, en cualquier proporción, con el gasóleo convencional sin necesidad de ninguna modificación. En el caso del bioetanol, para mezclas con más de un 15% de bioetanol en la gasolina, sí habría que llevar a cabo pequeñas modificaciones en los motores.

En todo caso, la utilización de aceites en los motores diésel no es nada nuevo; de hecho, Rudolf Diesel, el inventor del motor diésel, utilizó en el año 1900 aceite de cacahuete como combustible.

Después de la 1.^a crisis del petróleo se retomó la iniciativa de la utilización de biocarburantes para la automoción. En 1975, Brasil inició el proyecto Proalcohol, cuyo objetivo inicial era la sustitución total de los combustibles fósiles en la automoción por el etanol de caña de azúcar. En la actualidad, funcionan ya varios millones de automóviles con bioetanol en Brasil. En 2003 se inauguró el primer surtidor de biodiésel de España en una gasolinera de Lleida (Cataluña); ya a principios de 2008 podíamos encontrar más de 475 gasolineras que ofrecían biodiésel en España.

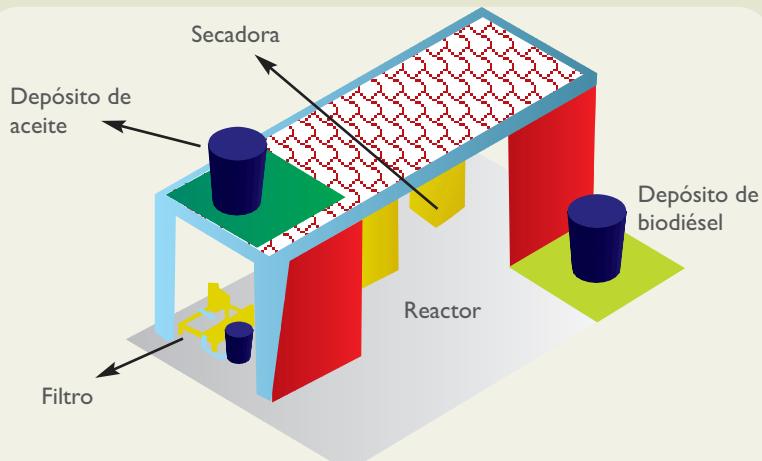
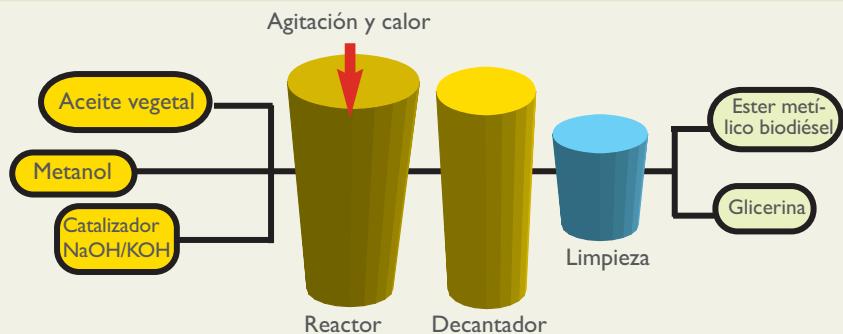
¿Sabías que?



Más de 25 países del mundo utilizan biodiésel y lo obtienen principalmente de plantas como la soja, el girasol, la colza o el cacahuete y también reciclando el aceite para cocinar una vez usado.

En Europa el biodiésel se obtiene fundamentalmente a partir de la colza (países del norte) y del girasol (países del Mediterráneo).

ESQUEMA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BIODIÉSEL



- Se pueden reutilizar las cenizas de la combustión como fertilizante.
- Gran parte de la biomasa procede de residuos que hay que eliminar, y de ahí que su aprovechamiento haga desaparecer un problema medioambiental a la vez que convierte un residuo en un recurso.
- Favorece el desarrollo del mundo rural y supone una oportunidad para el sector agrícola.
- Favorece la sustitución parcial de los combustibles importados por otros producidos localmente, por lo que, aparte de las ventajas en generación de riqueza (productos, empleos, etc.), supone un ahorro de divisas y un incremento del PIB (Producto Interior Bruto).

En particular, en el caso de los biocarburantes, además de las ventajas enumeradas, se producen otros beneficios medioambientales añadidos, debido a que el etanol es un producto soluble en agua y más degradable que los hidrocarburos (combustibles derivados del petróleo). Por ello, si se produce un vertido accidental de etanol, su eliminación podría ser cuestión de días y no de años como en el caso de un vertido de petróleo, siendo además mucho menos tóxico para los seres vivos. En el caso del biodiésel, éste es 100% biodegradable en menos de 21 días.

6.2.5. ¿Cómo se utiliza la biomasa en Canarias?

La biomasa en Canarias tiene un escaso protagonismo; no existen apenas instalaciones de aprovechamiento energético y la mayoría de las existentes no se emplean al 100%.

POTENCIAL ENERGÉTICO DE BIOMASA EN CANARIAS

Tipo de Biomasa	Potencial teórico (kW)
Residual agrícola	18 000
Residual forestal	15 700
Industrias agrícolas y forestales	800
Total biomasa residual	34 500
Residual ganadera	2000
Fracción orgánica RSU	7000
Total biogás	9000
Cultivos energéticos	10 500
Lodos de depuradora	750
TOTAL	54 750

Fuente: ITC. Estudio realizado en el año 2002

En todo caso, y aunque el potencial no sea muy grande, sí se prevén aprovechamientos importantes de los aceites usados para la producción de biodiésel así como de los gases de vertederos y de los residuos, tanto agroganaderos como urbanos, para la producción de electricidad o calor mediante plantas de biogás.

¿Sabías que?



En 2004 se puso en marcha una planta de 2 MW de extracción de biogás en el vertedero de Zonzamas (Lanzarote). Desde hace unos 10 años está en marcha una planta de producción de biogás de unos 30 kW en un hotel de Fuerteventura.

6.3. ¿Cómo se puede aprovechar la energía geotérmica?

La energía geotérmica procede de la diferencia entre la temperatura de la superficie terrestre y la de su interior, que va desde una media de 15 °C en la superficie a los 6000 °C que tiene el núcleo interno. Esta diferencia de temperatura provoca un flujo continuo de calor desde el interior de la Tierra hacia la superficie. La temperatura de la Tierra suele aumentar unos 3 °C cada 100 metros; aunque en algunas zonas de la corteza existen anomalías geotérmicas que hacen que la temperatura aumente entre 100 °C y 200 °C por kilómetro, estas zonas son las que mejor se pueden aprovechar desde el punto de vista geotérmico. Las profundidades a las que se suelen situar estas explotaciones geotérmicas están entre 300 y 2000 metros.

La energía geotérmica se puede aprovechar en la actualidad de dos formas: directamente, como calor, o para la producción de electricidad.

6.3.1. Producción de electricidad

Para producir electricidad se aprovecha la salida del vapor de las fuentes geotérmicas, que accionan turbinas que ponen en marcha generadores eléctricos. Para ello es necesario que la temperatura del agua subterránea sea superior a 150 °C; si se usa la tecnología de ciclo binario, la temperatura puede ser de 100 °C (esta tecnología consiste básicamente en que el agua le cede el calor a otro fluido que vaporiza a menor temperatura). Estos yacimientos, que se utilizan para la producción de electricidad, son los denominados de alta temperatura.

El potencial geotérmico almacenado en los 10 km exteriores de la corteza terrestre equivale a 2000 veces las reservas mundiales de carbón.

En la actualidad se están investigando los yacimientos de roca caliente seca que, a diferencia de los demás, no tienen acuífero (por ello se les inyecta un fluido). Se prevé que sean muy efectivos para la producción de electricidad.

Una de las grandes ventajas de la producción de electricidad con energía geotérmica es que no es intermitente, como ocurre con la gran mayoría de las renovables, sino que la producción es constante y previsible; por esto se puede utilizar para satisfacer la demanda eléctrica base.

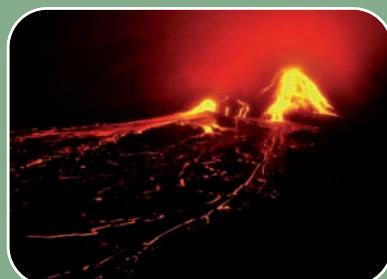
6.3.2. Producción de calor

La producción de calor a partir de energía geotérmica se puede obtener de dos formas distintas:

- **Aplicaciones de baja y media temperatura:** aprovechan directamente el agua subterránea, que ha de estar entre 30 °C y 150 °C. Las aplicaciones más comunes son la calefacción de edificios, de invernaderos, del agua de piscifactorías y de piscinas, balnearios, usos industriales como el secado de tejidos, el secado de pavimentos y para evitar la formación de hielo en pavimentos (con tuberías enterradas a ras del suelo por las que circula el agua de los yacimientos).
- **Aplicaciones de muy baja temperatura:** utilizan una bomba de calor geotérmica (pueden aprovechar aguas de 15 °C). En la Unión Europea hay instaladas unas 356 000 bombas de calor geotérmicas para su uso en calefacción o aire acondicionado.

En cualquiera de los dos casos, el fluido geotérmico, una vez explotado, se devuelve al acuífero para mantener el equilibrio del terreno.

Los primeros colonos de Nueva Zelanda, que no tuvieron influencia europea hasta el siglo XVIII, utilizaban los vapores geotérmicos para cocinar y calentarse, y el agua caliente para bañarse, lavar y sanarse, aprovechando las propiedades curativas de las aguas geotérmicas.





Central geotérmica en Azores

LA ENERGÍA GEOTÉRMICA EN CANARIAS



En Canarias existen posibilidades de explotación geotérmica en distintas islas como La Palma, Tenerife o Lanzarote. Recientemente ha aumentado el interés por evaluar este recurso y se han emprendido distintos estudios en este sentido. En Timanfaya (Lanzarote) se utiliza la energía geotérmica con fines turísticos

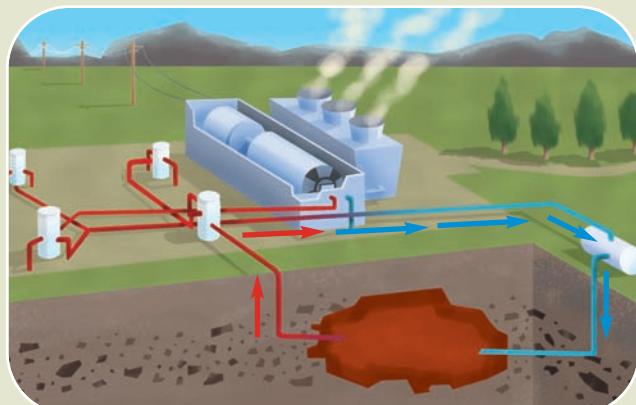
¿Sabías que?



La primera planta geotérmica para la producción de electricidad se instaló en Italia (Larderello) en 1904. Actualmente, Italia tiene el 98% de la potencia geotérmica instalada en Europa para la producción de electricidad y el 40% de las instalaciones para la producción de calor.

En 2007 la potencia instalada, a nivel mundial, de energía geotérmica para la producción de electricidad era de 9700 MW.

ESQUEMA DE CENTRAL GEOTÉRMICA



6.4. ¿Cómo se puede aprovechar la energía del mar?

El mar es un almacén enorme de energía. En la actualidad esta energía se puede utilizar aprovechando las mareas, las corrientes oceánicas, las olas, el gradiente térmico de los océanos o la biomasa marina (con la obtención de gases combustibles a partir de ciertas algas marinas).

En general, estas diferentes técnicas de aprovechamiento de la energía del mar se encuentran en fase precomercial o de I+D (Investigación y Desarrollo). Entre sus desventajas habría que considerar los eventuales impactos en el medio marino o costero.



A pesar de su nombre, más del 70% de la superficie del planeta Tierra está cubierta por agua, que ocupa unos 360 millones de km².

6.4.1. Las mareas

Las mareas son debidas a las acciones gravitatorias de la Luna y el Sol. La energía maremotriz utiliza la diferencia entre las mareas para generar electricidad. Para un aprovechamiento rentable es necesario que la diferencia entre marea alta y baja sea, al menos, de 5 metros. Por lo tanto, a priori, se descarta su utilización en Canarias. Se estima que, en todo el planeta, sólo se localizarían 40 ubicaciones para su explotación rentable, con un potencial total de unos 15 000 MW (algo menos del 0,01% del consumo mundial de electricidad).

El principio de funcionamiento más extendido se basa en construir diques capaces de contener un gran volumen de agua, donde se instalan unas compuertas que retengan el agua durante la subida de la marea. Una vez que la marea baja, las

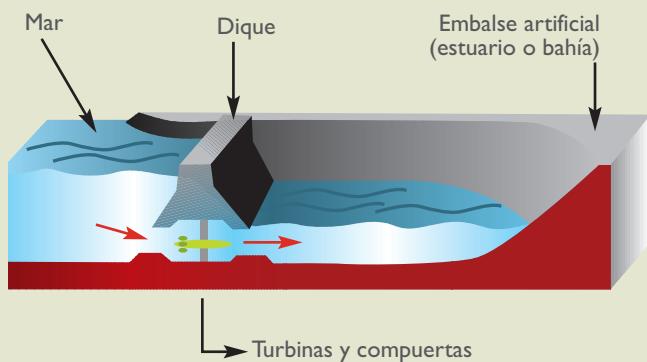


Antiguo molino de mareas en isla Cristina (Huelva)

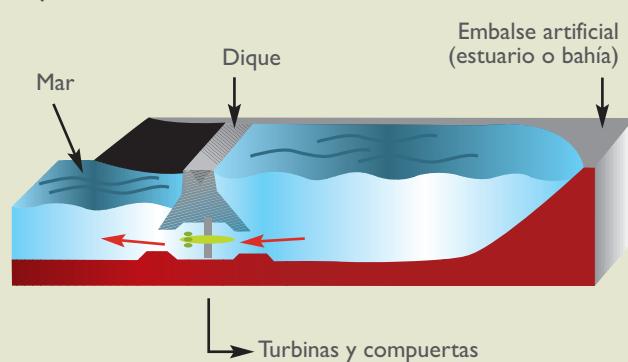
Según las Naciones Unidas, cada día los océanos del planeta absorben tanto calor del Sol como la energía que hay contenida en 250 mil millones de barriles de petróleo.

CENTRAL MAREMOTRIZ DE EFECTO SIMPLE

Pleamar



Bajamar



compuertas se abren dando paso a un salto de agua que hace girar una turbina que, a su vez, pone en marcha un generador eléctrico.

6.4.2. Energía de las olas

El viento soplando sobre la superficie del mar puede producir olas de más de 20 metros de altura. El oleaje es otra fuente de energía renovable que alberga un gran potencial generador de energía. La energía cinética contenida en el movimiento de las olas puede transformarse en electricidad de distintas formas. El Consejo Mundial de la Energía (WEC) ha estimado la potencia mundial de este recurso en unos 2000 GW. La mayor parte de esta energía se concentra en los océanos Atlántico y Pacífico.

LA ENERGÍA DEL MAR EN CANARIAS



De entre todas las formas de aprovechamiento de la energía del mar, la que parece tener más potencial en Canarias es la energía de las olas. En Canarias existe un potencial explotable de la energía del oleaje de entre 15 y 21 kW por metro de frente de ola. Este potencial se puede aprovechar sobre todo en la costa noroeste de las islas.

¿Sabías que?



Entre 1581 y 1882 funcionó sobre el río Támesis una gran rueda accionada por la marea, que bombeaba agua hasta el centro de la ciudad de Londres.

La primera patente de energía de las olas se realizó en Francia en 1799.

CENTRAL DE OLAS DE COLUMNA DE AGUA OSCILANTE (OWC)



La ola penetra en la central



La ola sale de la central



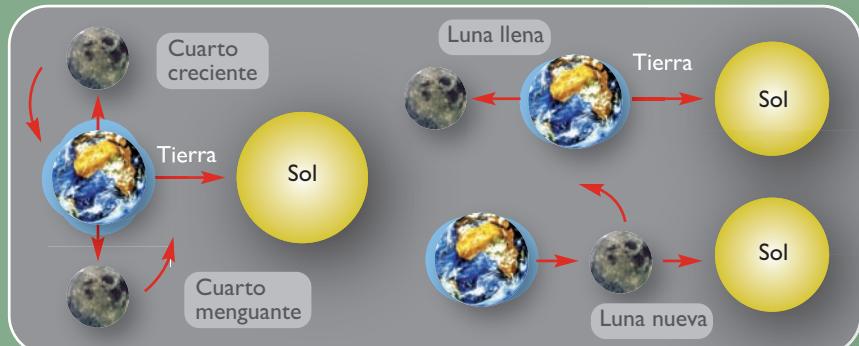
Un **tsunami** (palabra de origen japonés que significa tsu: puerto y nami: ola) se produce por un terremoto marino (se suele dar con más frecuencia en el océano Pacífico). Este temblor hace que un gran volumen de agua sea empujado hacia la superficie, formando una onda solitaria de pequeña amplitud (de poca altura, del orden de centímetros) pero de gran longitud (cientos de kilómetros) que se propaga a gran velocidad (cientos de kilómetros por hora). En alta mar estas ondas son prácticamente inobservables desde embarcaciones o aviones. Al acercarse las ondas de los tsunamis a la costa, debido a la menor profundidad del fondo marino, disminuye su velocidad y se acorta su longitud de onda, creciendo su altura varias decenas de metros. Pueblos enteros de pescadores han desaparecido a consecuencia de un tsunami, sin que las personas que se encontraban pescando o navegando en alta mar se dieran cuenta de su paso bajo sus barcos. Algunos tsunamis han alcanzado los 70 metros de altura y han llegado a cobrarse la vida de más de 30 000 personas.

velocidad y se acorta su longitud de onda, creciendo su altura varias decenas de metros. Pueblos enteros de pescadores han desaparecido a consecuencia de un tsunami, sin que las personas que se encontraban pescando o navegando en alta mar se dieran cuenta de su paso bajo sus barcos. Algunos tsunamis han alcanzado los 70 metros de altura y han llegado a cobrarse la vida de más de 30 000 personas.

En contraste con otros tipos de energías renovables existe un número elevado de diseños para la conversión de la energía del oleaje. Así, por ejemplo, las osci-

laciones en la altura del agua pueden hacer subir o bajar un pistón dentro de un cilindro, moviendo de esta forma un generador eléctrico.

Durante las fases de luna llena, cuando el Sol, la Luna y la Tierra están alineados, se producen las mareas vivas. En este caso los efectos de la Luna y el Sol se suman, produciendo pleamar más altas y bajamar más bajas que las mareas promedio.



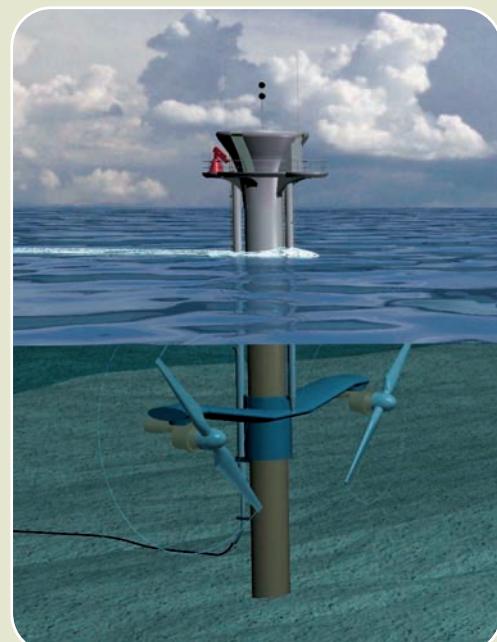
6.4.3. El gradiente térmico

El gradiente térmico se produce por la diferencia de temperatura entre la superficie marina (20 °C o más) y la del fondo (puede oscilar entre 0 y 7 °C), aunque estas diferencias son mayores en algunas zonas del planeta como el ecuador. Para que la generación de electricidad sea rentable se necesita que la diferencia de temperatura sea de, al menos, 20 °C entre la superficie y la capa situada a 100 metros de profundidad, lo que sucede en los mares tropicales y subtropicales.

El primer documento que hace referencia al uso de la diferencia de temperaturas de los océanos para producir electricidad se encuentra en la obra *Veinte mil leaguas de viaje submarino* del escritor francés Julio Verne (1828 – 1905). En este libro, el capitán Nemo comenta la posibilidad de transformar la energía almacenada en los océanos, en forma de calor, en una energía que pueda utilizar el hombre.

6.4.4. Las corrientes marinas

Las corrientes marinas se producen principalmente por la acción del viento. Estas corrientes se pueden aprovechar utilizando turbinas de baja presión.



El SeaGen es un generador de 1,2 MW que utiliza las corrientes marinas (de la empresa Marine Current Turbines). Está instalado en la costa de Irlanda del Norte y será capaz de producir electricidad para 1000 hogares.

¿Sabías que?

En España se están desarrollando 2 proyectos piloto de energía del oleaje; uno en Santoña (Cantabria) que podría abastecer a 1500 hogares y otro en Mutriku (País Vasco) que podría dar electricidad a más de 240 familias.

El oleaje que llega a la costa occidental de Marruecos surge de las islas Azores. En este archipiélago, por acción de los vientos de gran intensidad y duración, se forman enormes olas que se propagan a enormes distancias y a gran velocidad. Se calcula que una ola inicial de 150 metros de longitud tarda unas 30 horas en llegar a Marruecos desde Azores.

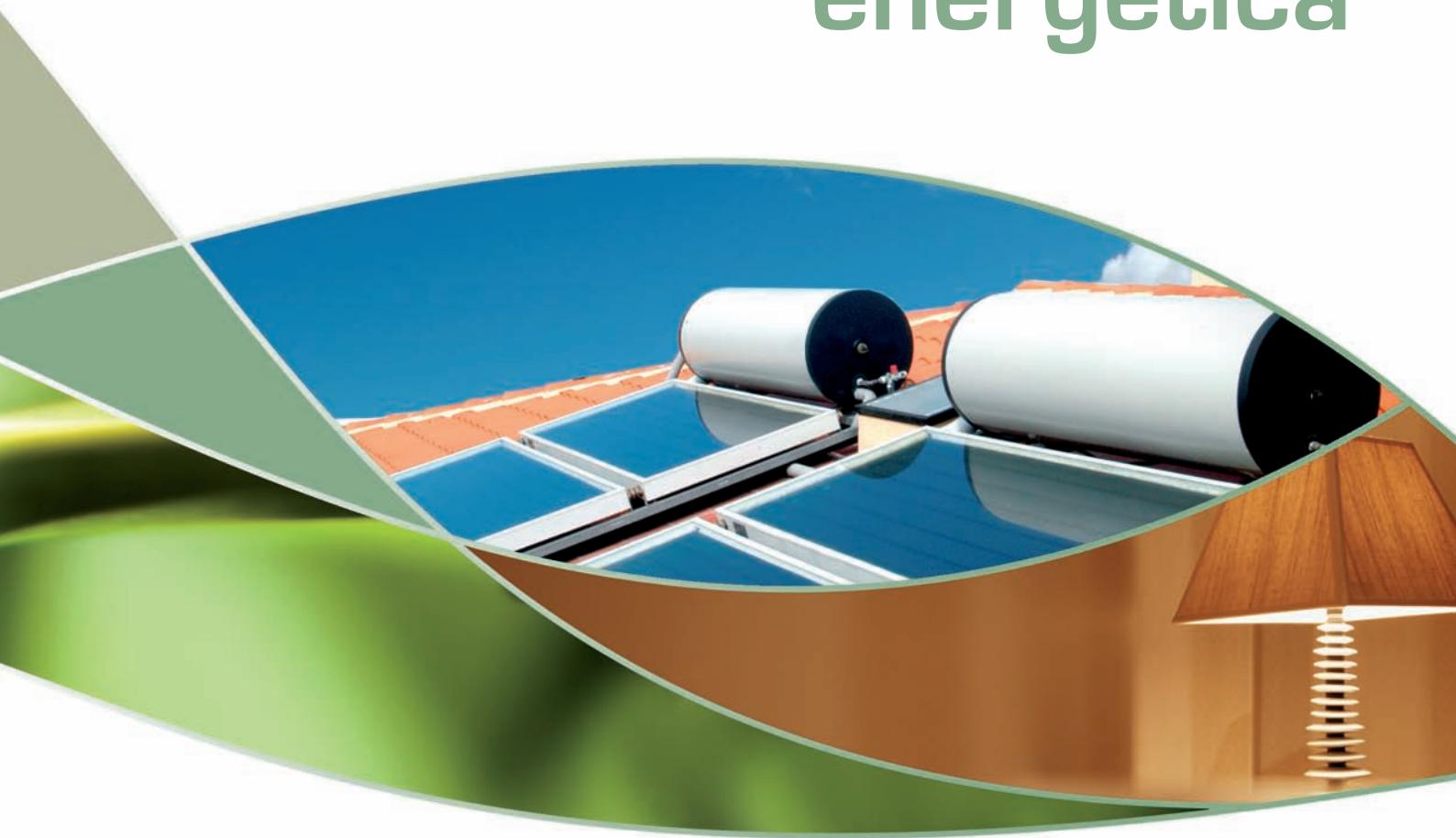


PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- ¿Qué ventajas tiene la implantación de energías renovables para Canarias?
- ¿Cómo se puede aprovechar la energía del agua para producir electricidad en Canarias?
- Canarias está rodeada por el mar, ¿cómo podrían los canarios aprovechar esta forma de energía que les rodea?
- ¿Se puede producir electricidad a partir de fuentes de biomasa? ¿Cuáles serían esas fuentes?
- ¿Se puede sustituir parte de los carburantes de automoción por biocarburantes en Canarias? ¿Cómo?
- La energía geotérmica, ¿se puede utilizar para producir electricidad y calor? ¿Cómo?



Ahorro y eficiencia energética



El ahorro y la eficiencia energética

Índice

- 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**
- 7.5.** ¿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**

7.1. ¿En qué se diferencian el ahorro energético y la eficiencia energética?

El ahorro energético y la eficiencia energética se definen como el acto de efectuar un “gasto de energía menor del habitual”, es decir, consiste en reducir el consumo de energía mediante actuaciones concretas, pero manteniendo el mismo nivel de confort.

El ahorro energético conlleva un cambio en los hábitos de consumo; en ocasiones bastaría con eliminar los hábitos que despilfarran energía. Ahorro energético es, por ejemplo, apagar las luces al salir de una habitación; la luz encendida en una habitación vacía no produce ningún beneficio y, sin embargo, está consumiendo energía.

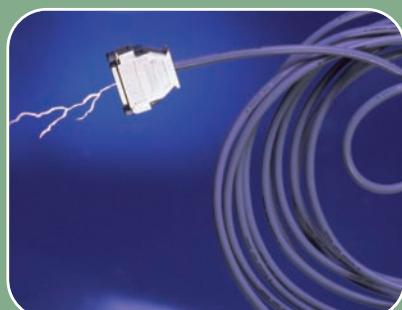
La eficiencia energética es el hecho de minimizar la cantidad de energía necesaria para satisfacer la demanda sin afectar a su calidad; supone la sustitución de un equipo por otro que, con las mismas prestaciones, consume menos electricidad. No supone, por tanto, cambios en los hábitos de consumo (el comportamiento del usuario sigue siendo el mismo), pero se consume menos energía ya que el consumo energético para llevar a cabo el mismo servicio es menor. Eficiencia energética es, por ejemplo, utilizar una lavadora de “clase energética A” (la que menos consume) en lugar de una lavadora de “clase energética G” (la que más consume). No se cambia la pauta de consumo, se sigue lavando lo mismo (asiduidad, programa de lavadora), pero se consume menos energía; se logra un ahorro porque, haciendo lo mismo, una lavadora de clase energética A consume menos que una de clase G.



Para reducir al máximo el consumo energético habría que aunar medidas de ahorro y eficiencia energética.

Una acción que combina ambas medidas sería, por ejemplo, utilizar una lavadora de “clase energética A”; a la vez que se usan los programas cortos de lavado, se llena la lavadora (no se hace un lavado con la lavadora medio vacía) y se utiliza agua fría (todas estas medidas permiten ahorrar energía al utilizar las lavadoras). De esta forma conseguiremos un ahorro doble: estamos ahorrando porque con nuestro comportamiento se reduce el consumo y, además, cuando ponemos la lavadora en marcha, ahorramos electricidad al estar usando un equipo más eficiente.

¿Sabías que?



¡La única energía que no contamina es aquella que no se consume!

El 20% de todo el CO₂ liberado a la atmósfera tiene su origen en las actividades que consumen energía en nuestras casas.

Bloque 3. Ahorro y eficiencia energética

En definitiva, se deben evitar procesos inadecuados, tecnologías poco eficaces y comportamientos derrochadores. No se trata de disminuir la calidad de vida, sino de mantenerla, e incluso aumentarla.

En resumen, se trata de consumir de una forma responsable.

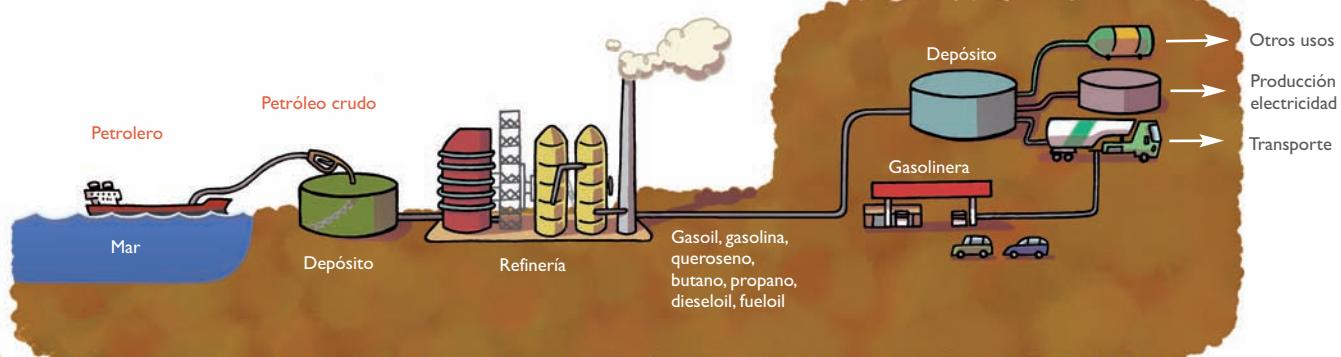
7.2. ¿Por qué es necesario ahorrar energía?

El ahorro de energía (disminución del consumo de energía) es la forma más sencilla y eficaz para reducir las emisiones contaminantes de CO₂ (dióxido de carbono) y de otros gases de efecto invernadero a la atmósfera; y, por tanto, para luchar contra el calentamiento global del planeta y el cambio climático.

Además, ahorrar energía tiene otras ventajas adicionales para el medioambiente y la salud humana, porque se disminuye el grado de contaminación del aire, del mar y de la tierra (respiramos mejor, vivimos en un entorno más limpio y menos contaminado), a la vez que disminuye el riesgo de lluvia ácida, mareas negras y destrucción de bosques y espacios naturales.

Las ventajas también son económicas y nos afectan como consumidores de energía, ya que cada kilovatio hora (kWh) consumido en el hogar costaba 9,03 céntimos de euro) en el 2007 (cada año se revisan las tarifas eléctricas, que han ido aumentando año tras año en los últimos tiempos); de esta forma cambiar los hábitos de consumo o sustituir los aparatos eléctricos por otros más eficientes también nos permite ahorrar dinero.

EL CAMINO DE LA ENERGÍA EN CANARIAS



La contaminación atmosférica ha provocado que, en los colegios de algunas ciudades (por ejemplo, Ciudad de Méjico), no estén permitidas las actividades deportivas durante semanas e incluso meses, y que los alumnos permanezcan en sus aulas durante toda la jornada escolar, para evitar la respiración de los gases contaminantes disueltos en el aire.



¿UN MODELO ENERGÉTICO EN CRISIS?



Los problemas sobre el medioambiente y la salud humana y el agotamiento y encarecimiento de los recursos energéticos convencionales, que se derivan de la forma en que producimos y consumimos energía (modelo energético), han obligado a muchos países a tener que tomar medidas para:

- Reducir la utilización de combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas) y sustituirlos por fuentes de energía renovables.
- Aumentar la eficacia y la eficiencia de la tecnología y la gestión relacionadas con el ciclo energético (desde la producción al uso final) mejorando, por un lado, el rendimiento de los procesos utilizados en la producción y transporte de la energía, y, por otro, el de los equipos y aparatos que utilizamos.

- Promover una cultura del ahorro basada en mejorar y optimizar el uso de la energía, para cambiar las pautas de comportamiento entre los usuarios finales de la energía: ciudadanía, administración y sector productivo.

En un contexto de desarrollo sostenible, la eficiencia y el ahorro energético se relacionan con el uso racional de la energía. Esto significa aprovechar los recursos energéticos de manera inteligente, de modo que se logre mejorar, o mantener, nuestra calidad de vida con menos consumo energético, menos costes y menos impactos sobre el medioambiente. También significa optimizar los procesos industriales, las prestaciones de los aparatos eléctricos y la conducta de los usuarios (ciudadanía, empresas, administración) para alcanzar los mismos objetivos.

¿Sabías que?



Aunque los países industrializados son los que contribuyen mayoritariamente al cambio climático, es en los países pobres donde sus efectos (inundaciones, sequías, desertificación, hambre) serán más desastrosos para la población.

Cada habitante de los países desarrollados consume, por término medio, la misma energía que 16 ciudadanos de cualquier país del llamado Tercer Mundo. Los europeos occidentales somos responsables de la emisión de seis veces más cantidad de CO₂ que los africanos.

7.3. ¿Cuáles son los principales tipos de medidas de ahorro y eficiencia energética?

Las medidas para lograr el ahorro y la eficiencia energética se pueden clasificar en función de su temática en:

- Medidas de carácter tecnológico: eficiencia energética y sustitución de fuentes de energía contaminantes.
- Medidas para un consumo responsable: cultura y pautas para el ahorro energético.
- Medidas instrumentales: económicas, normativas, fiscales y de gestión.

Estas medidas se pueden dirigir tanto hacia los sectores relacionados con la generación de energía (gestión de la oferta) como a los sectores que consumen la energía (gestión de la demanda): doméstico, PYMES, industrial, escuelas, edificación, hostelería, etc.

7.4. ¿Cuáles son las medidas de carácter tecnológico?

Las medidas de carácter tecnológico están encaminadas a disminuir el consumo energético a través de la introducción de mejoras o cambios en los procesos, en equipos de generación de electricidad y aparatos eléctricos. Este tipo de medidas se pueden aplicar tanto del lado de gestión de la oferta como del lado de gestión de la demanda.

7.4.1. Medidas desde el punto de vista de la gestión de la oferta (generación eléctrica)

a) Medidas de mejora de los procesos productivos y de los equipamientos

Engloban las medidas innovadoras para aumentar el rendimiento en los procesos de generación de energía eléctrica, como, por ejemplo, la utilización de ciclos combinados y la cogeneración en las centrales térmicas convencionales.

Tanto los ciclos combinados como la cogeneración se estudiaron en el bloque 1 de este libro.

b) Medidas de sustitución de fuentes de energía

Estas medidas pueden abarcar la sustitución de un combustible fósil, como el fuel, por otros combustibles también fósiles pero más eficientes y menos contaminantes, tales como el gas natural o el diésel sintético. Sin lugar a dudas, las medidas de sustitución más eficaces son las que logran sustituir los combustibles fósiles por energías renovables, con lo que se consigue eliminar las emisiones contaminantes en la generación de electricidad. Un ejemplo de esta última medida sería la generación de electricidad mediante parques eólicos, donde los kWh eólicos sustituyen a los kWh generados en centrales térmicas convencionales.

Reciclando ayudarás a ahorrar energía. Cuesta menos energía:

- Reciclar una botella de vidrio que construir una nueva.
- Reciclar papel que construir nuevo.

Además, también ayudarás a conservar bienes tan preciados como los árboles.

No te olvides de la regla de las “tres R”: reduce, reutiliza, recicla.



7.4.2. Medidas desde el punto de vista de la gestión de la demanda (usuario)

a) Medidas de sustitución de las fuentes energéticas:

encaminadas a reducir las emisiones contaminantes cambiando las fuentes energéticas.

Algunas de estas medidas las encontrarás en la tabla a la derecha.

b) Medidas de sustitución de equipos:

encaminadas a sustituir aparatos y equipos por otros más eficientes, como luminarias de bajo consumo, electrodomésticos más eficientes, sistemas de ahorro automáticos en ordenadores, etc.

7.4.2.1. Eficiencia energética de los electrodomésticos: de la A a la G

En 1994 entró en vigor en España una directiva europea que exige el etiquetado energético de los electrodomésticos. Desde esa fecha, en función de su consumo energético, cada aparato es clasificado dentro de las 7 clases energéticas existentes que van desde la letra A (para el aparato más eficiente de su clase) hasta la letra G (para el aparato menos eficiente). Esta clasificación permite al consumidor comparar electrodomésticos del mismo tipo. La etiqueta también aporta otros datos importantes como la capacidad, los litros de agua que consume o el ruido que produce el equipo.

Al comprar un electrodoméstico, no sólo el precio es un dato importante, además es conveniente calcular su consumo. A largo plazo, es más rentable pagar algo más por un aparato con mayor calificación de eficiencia ener-



MEDIDAS PARA QUE EL USUARIO SUSTITUYA FUENTES ENERGÉTICAS

Sustituir	por	Beneficio
Termo eléctrico	Termo de gas o, mejor, por colectores solares térmicos	Podrás ahorrar hasta un 30% de la factura eléctrica
Cocina y horno eléctrico	Cocina y horno de gas	¡Ahorrarás más de un 80% de energía! Y además podrás calentar alimentos al instante, sin tener que esperar a que se caliente la placa

gética, por el ahorro en el gasto de agua y electricidad que supone a lo largo de su vida útil.

La decisión es crucial en aparatos domésticos que funcionan todo el tiempo, como los termos eléctricos, frigoríficos y congeladores. La cocina eléctrica, la lavadora y el lavavajillas, de uso igualmente muy frecuente, tienen también un alto consumo de energía.

¿Sabías que?



El sistema más ecológico para producir agua caliente es el colector solar térmico, seguido por el termo de gas y, en último lugar, estaría el termo eléctrico, que es un sistema muy ineficiente para producir calor. Si no puedes instalar un colector solar, instala un termo de gas, ¡ahorrarás energía y dinero!

Con un equipo de energía solar térmica y utilizando la ducha en lugar de llenar la bañera, anualmente puedes ahorrarte más de 300 €.

COMPARATIVA ENTRE ELECTRODOMÉSTICOS DE DISTINTAS CLASES ENERGÉTICAS

Electrodomésticos	Sustitución	Ahorro anual (aproximado)
Frigorífico (400 l.) +congelador	Clase D por clase A	Energía: 370 kWh/a Euros: 33 € al año
Lavadora	Clase D por clase A	Energía: 266 kWh/a Euros: 24 € al año
Secadora	Clase D por clase A	Energía: 142 kWh/a Euros: 13 € al año
Termostato eléctrico	Por panel solar (suponiendo que el 15% del consumo se sigue haciendo con electricidad)	Energía: 2515 kWh/a Euros: 226 € al año
Lavavajillas	Clase D por clase A	Energía: 122 kWh/a Euros: 11 € al año
Vitrocéramica	Por placa de inducción (una placa de inducción supone un ahorro de hasta un 40% frente a la vitrocerámica)	Energía: 736 kWh/a Euros: 66 € al año

Cálculos realizados con la tarifa eléctrica de 2007

En la tabla de arriba se puede observar la cantidad de dinero que podemos ahorrar al año simplemente cambiando un electrodoméstico por otro más eficiente, siguiendo con las mismas pautas de consumo, es decir, no cambiando en nada nuestros hábitos. Los electrodomésticos de clase A son algo más caros que los de clase D, pero la diferencia de precio se compensa en pocos años (de 2 a 4 años según uso y electrodoméstico). Si se estima la vida útil media de los electrodomésticos en 12 años, se observa que el ahorro en dinero puede ser más que apreciable.

Cambiando un frigorífico de clase D por uno de clase A++ y descongelándolo una vez por año para eliminar la capa de hielo conseguirás anualmente un ahorro superior a 50 €.

Si todos los electrodomésticos de Canarias fueran de clase A, ahorrariamos anualmente más cantidad de electricidad que la consumida en la isla de La Palma en un año.

ETIQUETADO ENERGÉTICO

La etiqueta energética distingue 7 clases energéticas distintas, que van desde la letra A en color verde (para el aparato más eficiente de su clase) hasta la letra G en color rojo (para el aparato menos eficiente). Los electrodomésticos que han de tener el etiquetado energético son:



- Frigoríficos y congeladores
- Lavadoras y secadoras
- Lavavajillas
- Lámparas de uso doméstico (bombillas, fluorescentes y bombillas de bajo consumo)
- Hornos eléctricos
- Aire acondicionado

Las distintas clases energéticas se establecen en función de que su consumo sea mayor o menor que el consumo medio de los aparatos tradicionales.

- Clase A (los más eficientes): consumo de energía inferior al 55% del consumo medio de los aparatos tradicionales.
- Clase B: gastan entre el 55% y el 75% del consumo medio.
- Clase C: gastan entre el 75% y el 90% del consumo medio.
- Clase D: gastan entre el 90% y el 100% del consumo medio.
- Clase E: gastan entre el 100% y el 110% del consumo medio.
- Clase F: gastan entre el 110% y el 125% del consumo medio.
- Clase G (los menos eficientes): gastan más del 125% del consumo medio.

Para los frigoríficos y congeladores se han aprobado 2 nuevas clases más exigentes que la clase A: la A+ y la A++.

- Clase A+: gastan entre el 42% y el 30% del consumo medio.
- Clase A++: consumen menos del 30% del consumo medio.



VIDA ÚTIL ESTIMADA DE LOS DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS

Tipo de luminaria	Vida útil (en horas de funcionamiento)
Bombilla incandescente	1000
Halógena	de 2000 a 4000
Tubo fluorescente	de 10 000 a 20 000
Lámparas de bajo consumo	10 000

EQUIVALENCIA ENTRE LA POTENCIA DE LAS BOMBILLAS INCANDESCENTES Y DE BAJO CONSUMO

Bombilla incandescente	Lámpara de bajo consumo
15	3
25	5
40	9
60	11
75	15
100	20
120	23



¿Sabías que?



Consumo de agua = consumo de electricidad. Si no malgastas el agua en tu aseo personal y usas sistemas de aireación en grifos y duchas, lograrás un ahorro de más de 100 € anuales.

Apagando una bombilla durante 5 horas al día en cada hogar canario, ahorraremos en un mes la electricidad consumida en la isla de La Gomera en un mes de verano.

7.4.2.2. Eficiencia energética en la iluminación

Existen diferentes tipos de luminarias en el mercado; las que se encuentran más comúnmente tanto en los hogares como en el entorno laboral son las siguientes:

- Bombillas incandescentes
- Halógenas
- Tubos fluorescentes
- Lámparas de bajo consumo o fluorescentes compactos

Los tubos fluorescentes y las lámparas de bajo consumo son los que menos consumen, hasta un 80% menos que las bombillas incandescentes.

Las bombillas incandescentes son las más comunes en los hogares, pero son muy poco eficientes porque transforman en calor la mayor parte de la electricidad que consumen. Sólo cambiando las bombillas incandescentes por las equivalentes de bajo consumo, lograremos ahorrar hasta un 80% en iluminación. A pesar de que las lámparas de bajo consumo son algo más caras que las convencionales, se amortizan a medida que se usan, ya que nos permiten ahorrar una cantidad de dinero apreciable cada vez que pagamos la factura eléctrica.

En la tabla de la izquierda se puede ver la equivalencia entre bombillas incandescentes y fluorescentes compactos (más conocidos como lámparas de bajo consumo).

COMPARATIVA ENTRE DISTINTOS TIPOS DE LÁMPARAS

Tipo de lámpara	Características principales
 Bombilla incandescente	<ul style="list-style-type: none"> – Vida útil: 1000 horas. – Sólo el 5% de la energía consumida se convierte en luz; el resto se pierde en forma de calor.
 Halógena	<ul style="list-style-type: none"> – Vida útil: 2000 – 4000 horas. – Gran calentamiento localizado. – Mejora el color de la luz emitida. – Aumenta la eficacia luminosa. En comparación con las incandescentes pueden reducir el consumo a la mitad o menos.
 Fluorescente	<ul style="list-style-type: none"> – Vida útil: 12 000 – 24 000 horas. – Apenas se calientan. – Precisan de un equipo de arranque y encendido auxiliar. – El arranque no es instantáneo. – Suelen producir “efecto parpadeo”. – Consumen de 4 a 5 veces menos que una bombilla incandescente.
 Fluorescente compacto (también conocido como lámpara de bajo consumo)	<ul style="list-style-type: none"> – Vida útil: 8000 – 14 000 horas. – Apenas se calientan. – El arranque no es instantáneo. – Pueden sustituir directamente a las bombillas incandescentes. – Consumen de 4 a 5 veces menos que una bombilla incandescente.
 Lámpara de descarga de halogenuro metálico	EXTERIORES Son indicadas para usos específicos con grandes demandas de iluminación (como canchas deportivas).

La eficacia luminosa de una lámpara es la cantidad de luz emitida por unidad de potencia eléctrica (W) consumida. Se mide en lúmenes por vatio y permite comparar la eficiencia de una fuente de luz con respecto a otras. La eficacia luminosa de las bombillas incandescentes se sitúa entre los 12 lm/W y los 20 lm/W, mientras que para las lámparas fluorescentes oscila desde los 40 lm/W a los 100 lm/W.



7.4.2.3. ¿Cuánto puedo ahorrar sustituyendo bombillas?

Veamos un ejemplo práctico del ahorro conseguido por sustitución de bombillas. Te proponemos que hagas tus propios cálculos para tu casa. En el ejemplo supondremos los datos de una casa tipo.

Datos que tienes que recopilar

Potencia de la lámpara incandescente	60 W
Número de bombillas	6
Número de horas de funcionamiento al día	4

- * Este es el precio de la tarifa eléctrica para consumo doméstico en el 2007. Tendrás que actualizar la tarifa para los cálculos en otros años (para saber cuál es la tarifa basta con que consultes la factura de electricidad).
- ** Te proponemos que investigues los precios actualizados de las bombillas incandescentes y de bajo consumo.
- *** Ten en cuenta que tienes que pasar los vatios (W) a kilovatios (kW).
- **** Como duran 1000 horas, en 10 000 horas las tendremos que cambiar 10 veces.



Datos complementarios que vas a necesitar

Potencia de la lámpara de bajo consumo (esta potencia la obtienes de la tabla de equivalencias entre bombillas)	11 W
Vida útil de la lámpara de bajo consumo (en horas)	10 000
Vida útil de la bombilla incandescente (en horas)	1000
Precio del kWh (en €)	0,090322*
Precio de la lámpara de bajo consumo	9 € **
Precio de la bombilla incandescente	0,6 €

Cálculo del ahorro conseguido en un año

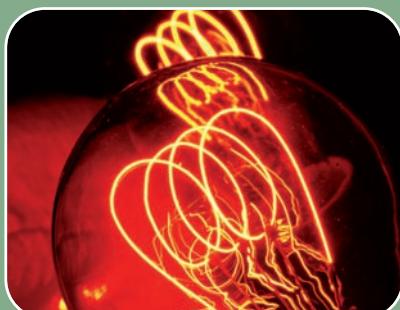
Consumo de las bombillas incandescente al año	= 60 W*** x 6 bombillas x 4 h/d x 365 d/a	525,6 kWh
Consumo de las lámparas de bajo consumo al año	= 11 W x 6 bombillas x 4 h/d x 365 d/a	96,36 kWh
Ahorro de energía conseguido al año	= 525,6 – 96,36	429,24 kWh
Ahorro de dinero conseguido al año	= 429,24 x 0,090322	40 €

Cálculo del ahorro conseguido en 10 000 horas

(vida útil de las lámparas de bajo consumo)

Consumo de las bombillas incandescentes en 10 000 h	= 60 W x 6 bombillas x 10 000 h	3600 kWh
Consumo de las lámparas de bajo consumo en 10 000 h	= 11 W x 6 bombillas x 10 000 h	660 kWh
Precio de las bombillas incandescentes	= 6 x 0,6 x 10****	36 €
Precio de las lámparas de bajo consumo	= 6 x 9	54 €
Coste por el consumo de las bombillas incandescentes	= 3600 x 0,090322	325 €
Coste por el consumo de las lámparas de bajo consumo	= 660 x 0,090322	59,5 €
Ahorro de dinero conseguido	= (36+325) – (54+59,5)	247,5 €

¿Sabías que?



La bombilla tradicional, inventada hace más de 100 años por Thomas A. Edison, consiste en un sencillo mecanismo que provoca que la electricidad pase a través de un filamento de metal incandescente para crear la luz. Sin embargo, la mayor parte de la energía generada por la bombilla, un 85%, se desperdicia en forma de calor.

Sustituyendo sólo tres bombillas incandescentes en cada hogar canario por lámparas de bajo consumo, ahorrariámos la mitad de la electricidad consumida en la isla de Gran Canaria en un mes de invierno.

El periodo de amortización de las lámparas de bajo consumo del ejemplo anterior ronda los 4,5 meses. Si estas mismas lámparas las utilizáramos 8 horas al día (por ejemplo, en una oficina) el periodo de amortización sería algo más de 2 meses.

7.4.2.4. Medidas de mejora de la infraestructura

Estas medidas son de diversa índole y abarcan un amplio abanico de actuaciones. Entre estas medidas podemos destacar las siguientes:

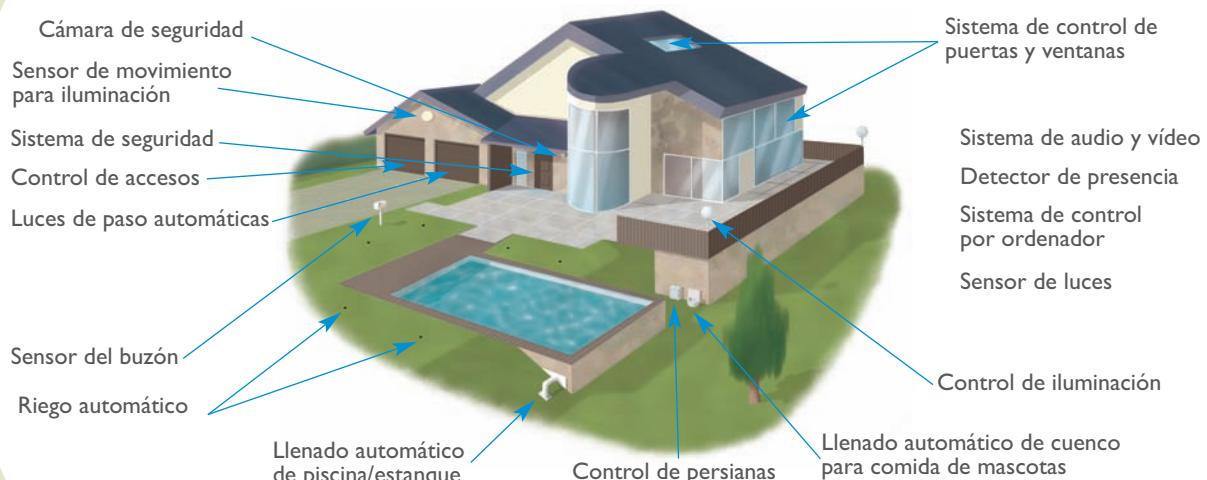
1. La domótica

Tecnología aplicada al hogar que combina informática, automatización y tecnologías de la comunicación. El concepto domótica se refiere a la “automatización y control” (apagar/encender, abrir/cerrar y

regular) de los sistemas domésticos como la iluminación, climatización, persianas y toldos, puertas y ventanas, cerraduras, riego, electrodomésticos, suministro de agua, suministro de gas, suministro de electricidad, etc. La utilización de la domótica puede producir ahorros energéticos a la vez que aumenta la sensación de confort. A título ilustrativo se nombran algunos ejemplos:

- Control de iluminación mediante sensores de presencia.
- Control del aire acondicionado de una sala mediante el uso de sensores de temperatura.
- Cierre de persianas programado, según horario o temperatura.
- Encendido automático del aire acondicionado una hora antes de la llegada programada.

APLICACIONES DE LA DOMÓTICA A LA VIVIENDA

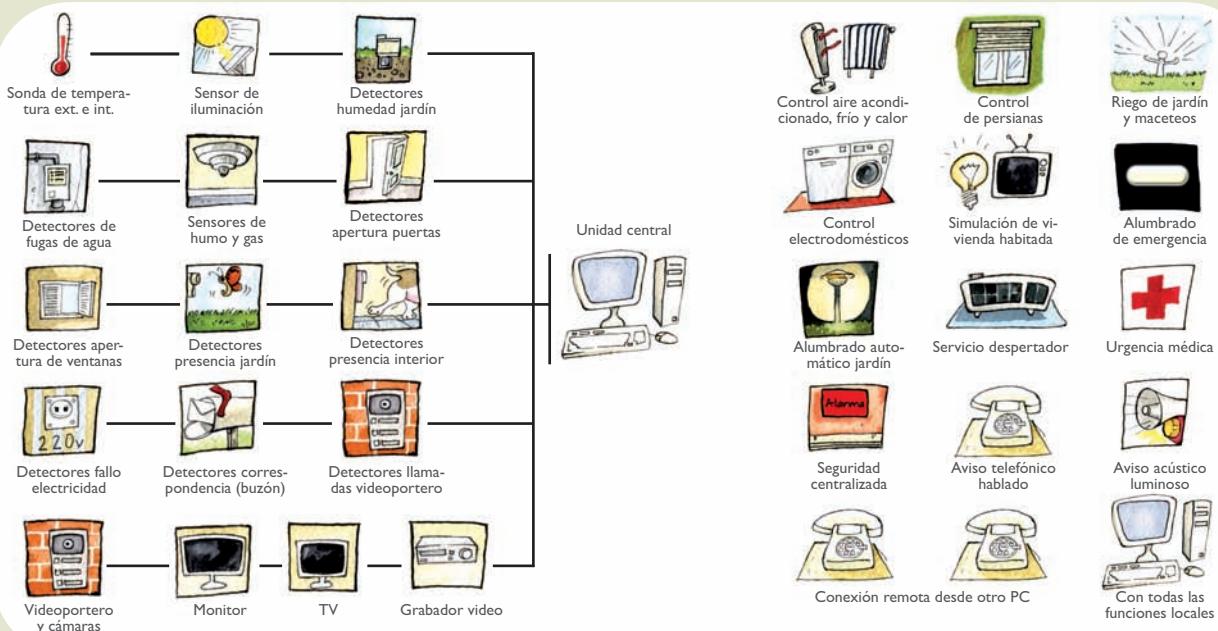


El gobierno australiano ha anunciado su intención de eliminar el uso de bombillas incandescentes y sustituirlas por lámparas de bajo consumo. El plan australiano pasa por prohibir progresivamente la venta de las bombillas incandescentes hasta 2010, fecha fijada para que éstas dejen de existir en Australia. Las tiendas dejarán de venderlas y los fabricantes de producirlas.

Bajando un grado el aire acondicionado, se consume un 8% menos de energía eléctrica.



APLICACIONES DE LA DOMÓTICA A LA VIVIENDA



2. La arquitectura bioclimática

Es la arquitectura que trata de adaptar las construcciones a su entorno, de manera que el consumo energético sea mínimo, a la vez que se logra un alto grado de confort. En la arquitectura bioclimática se aprovechan, entre otros, la luz natural, la ventilación y la orientación del edificio para disminuir el consumo energético por iluminación, calefacción y aire acondicionado.

Una ventana, por ejemplo, es un elemento de construcción convencional que puede ser utilizado con criterios bioclimáticos. Una ventana es un elemento

que permite captar luz natural y crear ventilación, dependiendo su utilidad de su orientación. Si se quiere mucha luz natural, se colocarán grandes superficies acristaladas. Si se quiere ventilación, se colocarán las ventanas enfrentadas, de tal forma que, al abrirse, se produzca una corriente de aire. Pero para conseguir los efectos deseados se tiene que tener en cuenta la adecuada orientación de las ventanas. Si estamos en una zona donde predomina el calor (como en muchas áreas de Canarias), hay que tener cuidado con las ventanas que dan hacia el sur y hacia el oeste, ya que éstas son las fachadas más expuestas al sol y que más se calientan. Por lo tanto, las ven-

¿Sabías que?

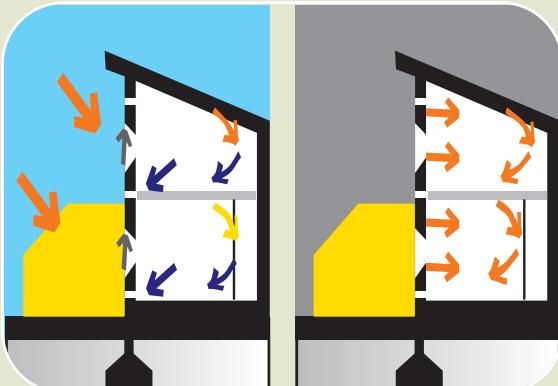


Ya existen en el mercado sistemas que permiten controlar de forma intuitiva todos los dispositivos de la casa a través de pantallas táctiles que pueden incorporar altavoces. Por medio de una sencilla interfaz se accede a un menú donde es posible encender y apagar de forma remota los electrodomésticos, recibir una alarma en el móvil mediante un SMS, controlar la temperatura de cada habitación creando ambientes personalizados o programar los sistemas de audio y vídeo. Las aplicaciones de la tecnología en el hogar son infinitas.

Bloque 3. Ahorro y eficiencia energética

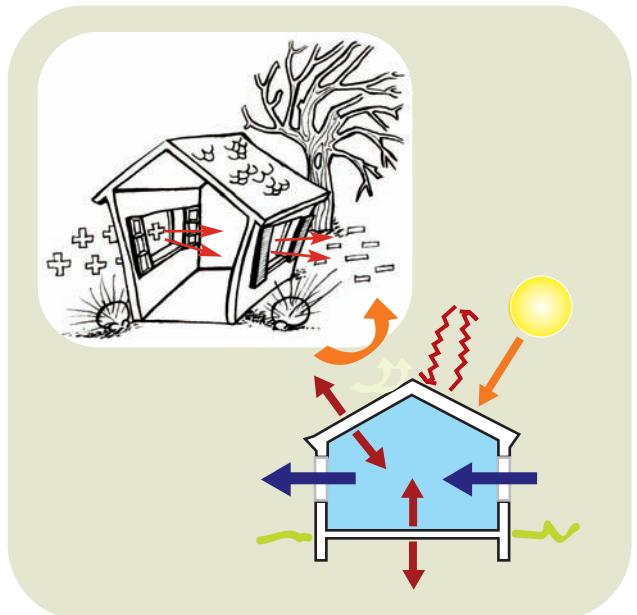
tanas de estas fachadas han de ser mínimas o han de estar protegidas para que no les dé el sol (por lo menos durante el verano).

¿QUÉ OCURRE CUANDO EL SOL INCIDE SOBRE UNA VENTANA?



Cuando el sol incide sobre una ventana, atraviesa el cristal y penetra en la vivienda, se produce el mismo efecto que se estudió cuando se vio el cambio climático o los paneles solares térmicos: tiene lugar el efecto invernadero (que es el mismo de los invernaderos que se utilizan para cultivar plantas o verduras). La radiación solar incide sobre la Tierra en forma de radiación de longitud de onda corta (radiación ultravioleta), llega hasta la vivienda y atraviesa la ventana; al chocar contra cualquier elemento de la casa se refleja una parte, siendo el resto absorbido por el mismo elemento. La radiación absorbida vuelve a la atmósfera en forma de calor, que es una radiación de longitud de onda larga (radiación infrarroja), que ya no es capaz de atravesar el cristal de la ventana, por lo que ese calor queda “atrapado” en la casa.

Si, por el contrario, estamos en una zona donde nos interesa que el sol caliente la edificación, pondremos grandes superficies acristaladas hacia el sur y el oeste. En algunas viviendas, incluso se adosan pequeños espacios invernaderos para aumentar la captación de calor solar.

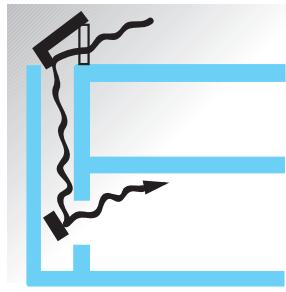
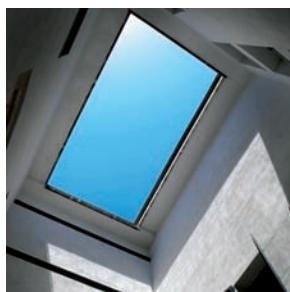
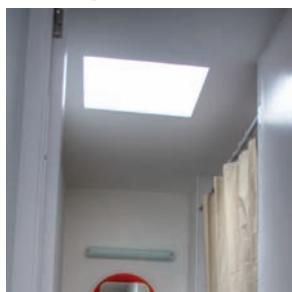
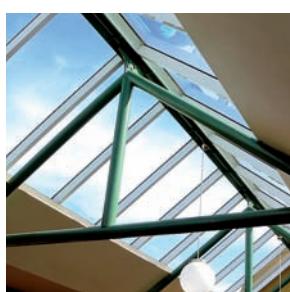
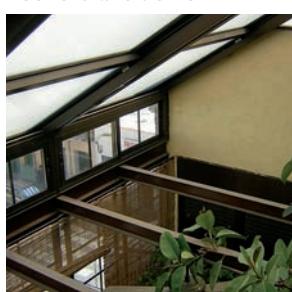


Ventilación cruzada en viviendas

Canarias ya cuenta con edificaciones construidas con criterios bioclimáticos; como las 25 viviendas bioclimáticas ubicadas en Granadilla (Tenerife).



FORMAS DE CAPTAR LA LUZ NATURAL

Elemento	Características	Elemento	Características
Galería 	Espacio de luz cubierto y unido a un edificio, puede abrirse al exterior o cerrarse mediante cristales. Permite que la luz natural entre en las partes interiores de un edificio conectadas a la galería.	Conducto solar 	Es un espacio diseñado para reflejar haces solares a espacios interiores oscuros; puede también proporcionar ventilación. Las superficies se recubren con acabados muy reflectantes, tales como espejos, aluminio, superficies muy pulidas o pintura, a fin de reflejar la radiación solar.
Porche 	Permite la entrada de luz natural a las partes del edificio directamente conectadas al porche y protege contra la radiación solar directa y la lluvia.	Pared translúcida 	Esta superficie separa dos ambientes luminosos, permitiendo la penetración lateral de luz y difundiéndola a través del material translúcido.
Patio 	Tiene propiedades luminosas similares al espacio exterior. Permite la entrada de la luz a las zonas conectadas con el patio.	Claraboya 	Abertura horizontal o inclinada en la cubierta. Permite la penetración de luz natural en el espacio situado bajo él, protegiéndolo contra la radiación directa o dirigiéndola hacia espacios inferiores. Aumenta el nivel de luz en el interior. La abertura se suele cubrir con vidrio o plástico transparente o translúcido, y dicho cierre puede ser fijo o abatible.
Atrio 	Espacio cerrado lateralmente por las paredes de un edificio y cubierto con material transparente o translúcido. Permite luz natural en espacios profundos que están lejos de la fachada. Puede introducir un elemento de espaciosidad en el interior de un edificio.	Techo translúcido 	Permite la entrada de luz natural a través del material translúcido al espacio inferior, proporcionando una iluminación uniforme. Sus dimensiones pueden ser similares o menores al área inferior iluminada.

Bloque 3. Ahorro y eficiencia energética

Son muchos los elementos constructivos que se pueden utilizar para captar la luz natural, pero también es importante conseguir los efectos deseados, por ejemplo, que entre la luz natural y el calor en invierno pero

no en verano. Para estos fines se utilizan elementos que controlan la cantidad y distribución de la luz natural que entra en un espacio.

FORMAS DE REGULAR LA LUZ NATURAL

Elemento	Características	Elemento	Características
Toldo	Proporciona sombra parcial o total en la ventana cuando así se requiere. Permite evitar la luz directa sin impedir la visión del exterior. Al ser regulable, se puede extender sólo cuando no se quiera luz directa.	Estantes de luz	Se coloca horizontalmente por encima del nivel de los ojos, en un elemento vertical de entrada de luz. Protege las zonas interiores próximas a las ventanas contra la radiación solar directa y dirige la luz que incide sobre la superficie superior al techo interior. Proporciona así sombra en verano y hace la distribución lumínosa interior más uniforme.
Cortina	Puede enrollarse o retirarse lateralmente, dejando la ventana abierta a la radiación y a la visión, cuando se deseé. Puede ser opaca, para oscurecer totalmente el interior.	Alféizar	Es un elemento colocado horizontalmente en la parte inferior de una ventana. Puede reflejar y dirigir la luz natural que incide sobre él a fin de aumentar el nivel luminoso en el espacio interior.
Persiana	Es un elemento exterior o interior que se dispone en las ventanas para controlar la penetración de la luz solar directa o incluso de la luz natural.	Apantallamiento vertical	Es un elemento de control situado en el exterior de la fachada, fijado verticalmente sobre uno o ambos costados de la ventana. Intercepta la radiación directa que incide sobre la ventana.
Voladizo	Es una parte del edificio que sobresale horizontalmente de la fachada por encima de una ventana. Obstruye la radiación solar directa de ángulos elevados. Da como resultado un nivel de iluminación interior menor.	Celosía	Es un elemento exterior o interior compuesto por láminas situadas en la totalidad de una ventana. Las láminas pueden ser fijas o móviles; cuando son móviles se pueden ajustar según el ángulo del Sol.

7.5. ¿Cuáles son las medidas de un consumo responsable?

Las medidas de un consumo responsable están fundamentadas en una cultura del ahorro y en un cambio de hábitos a la hora de consumir energía. Este tipo de medidas afectan a nuestra sociedad en general y, según cambie sus pautas de consumo, se conseguirá el ahorro consecuente.

Para propiciar este cambio de cultura se suelen llevar a cabo campañas de fomento del ahorro relacionadas con la concienciación ciudadana, la difusión, la divulgación y la formación en medidas de ahorro energético. Destacan las campañas difundidas por los medios de comunicación de masas (televisión, radio), así como la promoción del ahorro a través del ejemplo y la adopción de buenas prácticas para el uso de la energía, ya sea desde las instituciones públicas o desde las asociaciones civiles.

El ahorro de energía puede alcanzarse en cualquiera de las actividades diarias. Actualmente, hay muchos adelantos tecnológicos orientados a este fin que han obtenido buenos resultados. Pero, en primer lugar, es preciso hacer hincapié en la importancia de cambiar nuestra forma de usar la energía. Si mejoramos nuestra "conducta energética" en casa, no sólo disminuirá la factura eléctrica, sino que tendrá efectos positivos a nivel local y planetario. Este cambio pasa por incorporar pequeños hábitos en el día a día.

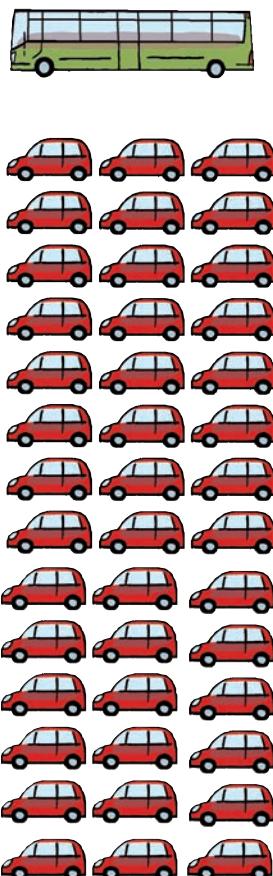
En las páginas siguientes encontrarás consejos prácticos para ahorrar energía en distintas actividades cotidianas.

¿Sabías que?



Si todos los canarios adquiriéramos buenos hábitos de consumo energético y utilizáramos equipos eficientes, podríamos ahorrar un 20% de la energía eléctrica consumida en Canarias; con ello conseguiríamos dejar de importar más de 47 barcos de 10 000 toneladas de petróleo crudo, evitando la emisión de 2,5 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Para transportar 50 personas hace falta:



1
guagua

41
coches

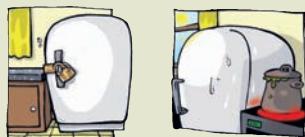
MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN LA VIVIENDA

Frigorífico y congelador

- Evita abrir frecuentemente la puerta o mantenerla abierta durante mucho tiempo.



- No guardes la comida caliente. No coloques ni el frigorífico ni el congelador donde les dé el sol o cerca de otras fuentes de calor. Colócalos a 5 cm de la pared y deja espacio libre para la circulación del aire.
- No llenes demasiado ni el frigorífico ni el congelador; la mayor eficiencia se obtiene a 3/4 de su capacidad.



- Descongélalos al menos 1 vez al año; una capa de hielo de 5 mm que cubra el congelador aumenta el consumo de energía en un 30%.
- Verifica que las puertas están bien selladas; sustituye las gomas viejas! Truco: pon un papel en la puerta al cerrarla, si el papel se desliza habrá que cambiar las gomas.
- Las temperaturas recomendadas son: de 3 a 5 °C para el frigorífico y de unos -15 °C para el congelador.
- Desconéctalos sólo si vas a estar ausente más de 15 días (no es conveniente para ausencias más cortas); en ese caso límpialos y déjalos abiertos.
- El frigorífico es el electrodoméstico que más consume; calcula que sólo necesitas una capacidad de 50 litros por persona (así, una casa con 4 personas necesitará un frigorífico de 200 litros).

Cocina y horno

- Tapa los calderos y mantén la llama al mínimo; se cocina más rápidamente en un caldero tapado con la llama baja que en uno abierto con la llama alta! Siempre que puedas utiliza las ollas a presión, ya que cocinan los alimentos en menos tiempo y con menor consumo de energía.



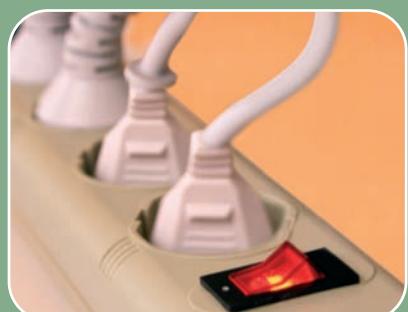
- La llama o la placa no debe ser mayor que la base del caldero, para evitar desperdicios. Sólo con 2 ó 3 cm libres en la zona de cocción se pierde hasta la mitad de energía.
- Si tienes placa eléctrica o vitrocerámica, apágala unos 5 ó 10 minutos antes de que los alimentos estén cocinados; así puedes aprovechar el calor para terminar de cocinarlos.
- Mantén bien cerrada la puerta del horno mientras lo usas. Observa si la comida está hecha encendiendo la luz; cada vez que abres la puerta se pierde el 20% del calor acumulado. Además, precalentarlo antes de introducir el alimento suele ser innecesario.



Lavadora y secadora

- Si llenas el tambor de la lavadora, harás menos lavados; el consumo de energía para una lavadora medio llena es prácticamente el mismo que el de una lavadora llena (ahorrarás entre 1 y 2 kWh de energía y 100 litros de agua por lavado que no hagas).

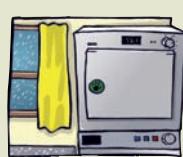
Muchos aparatos (televisión, vídeo, microondas, etc.) siguen consumiendo energía simplemente por el hecho de estar enchufados a la toma de corriente (aun sin estar funcionando). A este consumo se le denomina “consumo fantasma”. Por este motivo es conveniente desenchufarlos si vamos a estar ausentes durante períodos largos de tiempo. Un enchufe múltiple con interruptor facilita esta tarea.



- Dosifica adecuadamente el detergente, no sólo es contaminante, sino que su uso en exceso provoca que la espuma haga trabajar innecesariamente al motor de la lavadora. La lavadora trabaja menos si usas detergente líquido; si usas uno sólido dilúyelo en agua antes de introducirlo.
- Elige la temperatura mínima necesaria para un buen lavado (normalmente todos los lavados se pueden hacer en frío) y utiliza un programa adecuado, ¡inclínate siempre por los más cortos! (el consumo de energía se reducirá 6 veces y ahorrarás entre 20 y 50 litros de agua). El 90% de la electricidad consumida se emplea en calentar agua y sólo el 10% en mover el motor.



- Usa la secadora sólo cuando no puedas secar la ropa al aire libre. Si utilizas secadora, centrifuga al máximo la ropa en la lavadora para eliminar el exceso de agua (podrás reducir hasta un 20% el consumo de la secadora). Un centrifugado de mayor velocidad es mucho más eficaz y consume casi lo mismo que uno de menor velocidad.



Calentador de agua

- El termo eléctrico puede suponer el 30% de la factura eléctrica. Regula el termostato a 60 °C como máximo (reducirás pérdidas y aumentarás la duración del equipo). Apaga el termo siempre que salgas de viaje, aunque sólo sea por un día.

Aparatos eléctricos

- El televisor, el vídeo y el equipo de música deben desenchufarse cuando no se utilicen. El estado de stand by consume electricidad.

¡Recuerda que cuando se derrocha agua caliente estamos gastando inútilmente 2 bienes preciosos: el agua y la energía!

MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EL TRANSPORTE

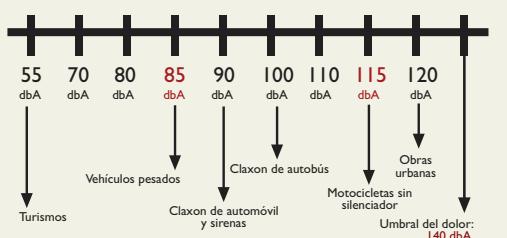
- Cuando compres un coche, ten en cuenta su consumo de combustible y las emisiones de CO₂.
- Conducir a más de 100 km/h multiplica el consumo de combustible.
- Acelerar y frenar bruscamente dispara el consumo de combustible.
- Circula con la marcha más larga posible y a bajas revoluciones. Procura conducir con las ventanillas cerradas y evita cargas.

¡Comparte tu coche y usa el transporte público y la bicicleta siempre que puedas!



¿Sabías que?

Escala de ruidos urbanos



El automóvil es la principal fuente de contaminación urbana; a él se debe, por ejemplo, la mayor parte de las emisiones de CO, de los hidrocarburos no quemados y el 50% de las partículas en suspensión, originados por el desgaste de los neumáticos y los frenos.

Casi la mitad de los desplazamientos en coche se realizan para una distancia menor de 3 km, y un 10% son para trayectos de menos de 500 m.

MEDIDAS DE AHORRO ENERGÉTICO EN EL TRABAJO

Iluminación

- Aprovecha bien la luz natural; resulta más gratificante y es gratuita.
- No utilices lámparas de potencia excesiva; selecciona las bombillas adecuadas a las necesidades del local. A la hora de comprarlas ten en cuenta que los obstáculos al paso de la luz obligan a utilizar lámparas de mayor potencia, resultando un mayor consumo energético.

Equipos ofimáticos

- Apaga completamente los equipos si no los vas a usar más de media hora.
- Apaga siempre el monitor del ordenador; aunque sea para unos minutos.
- Apaga la impresora y la fotocopiadora cuando te vayas.
- Utiliza calculadoras solares.
- Utiliza el ascensor lo menos posible.

Aire acondicionado

- Si puedes, prescinde del aire acondicionado.
- Programa el aire acondicionado a una temperatura confortable.

El gasto de carburante se reduce conduciendo a marchas elevadas y velocidad moderada. Una conducción agresiva puede incrementar hasta un 52% el consumo de combustible.

Si todos los canarios apagáramos completamente los aparatos eléctricos y no los dejásemos en stand by, podríamos ahorrar una cantidad equivalente al doble del consumo eléctrico de la isla de El Hierro.

7.6. ¿Cuáles son las medidas instrumentales?

Las medidas instrumentales incluyen toda una serie de instrumentos de diverso tipo: económico, financiero, fiscal y de gestión. Estas medidas se plantean principalmente desde las administraciones públicas y tienen como destinatarios tanto a los consumidores como a los productores eléctricos.

a) **Medidas económicas y financieras.** Son aquéllas que promueven un consumo responsable a través de incentivar económicamente a los usuarios. Las más relevantes son las relacionadas con:

- El sistema tarifario: existen varios tipos de tarifas eléctricas que se pueden contratar. Normalmente, en los hogares siempre se contrata el mismo tipo de tarifa, pero ése no es el caso de, por ejemplo, las industrias, que suelen contratar el tipo de tarifa que les sea más rentable. A través del sistema tarifario se fomenta la tarifa nocturna (como ya se explicó en el apartado dedicado a redes eléctricas), que es más barata que la diurna y propicia, por lo tanto, el consumo durante la noche.
- Las relacionadas con la financiación: subvenciones y préstamos bancarios preferenciales con menores tipos de interés para ayudar a la sustitución de equipos por otros más eficientes; o para la instalación de energías renovables, en sustitución de las fuentes convencionales de energía.

EL ORIGEN DE LA CONTAMINACIÓN URBANA

CO ₂	Sector energético	Efecto invernadero
CO	Transporte	Efecto invernadero y efectos para la salud
HC	Transporte	Efectos para la salud
NO _x	Transporte	Lluvia ácida. Problemas respiratorios
SO ₂	Sector energético	Lluvia ácida. Problemas respiratorios

b) Medidas fiscales. Son aquéllas que favorecen la disminución del consumo a través de la disminución de tasas e impuestos.

c) Medidas normativas. Son aquéllas que obligan a los consumidores y a los productores a cumplir una serie de normas (ordenanzas y decretos) implantados por las administraciones públicas. Tienen, por tanto, carácter de obligatoriedad, a diferencia del resto de medidas que se han visto hasta ahora, y conforman grandes avances; por ejemplo, el ya mencionado Código Técnico de la Edificación, que entró en vigor en 2006, y que exige la instalación de sistemas solares térmicos, para calentar el agua, en los edificios de nueva construcción o en los que se rehabiliten en todo el territorio nacional, y la instalación de placas solares fotovoltaicas en las azoteas de las grandes superficies. Las medidas normativas son, pues, necesarias cuando se quiere garantizar el cumplimiento de determinadas actuaciones.

d) Medidas de gestión. Son iniciativas vinculadas a la gestión energética tanto de los productores como de los consumidores finales. Algunos ejemplos son la promoción de sistemas de gestión ambiental o de auditorías energéticas destinadas a mejorar la eficiencia energética de las actividades y servicios que presta una organización, y que supongan la disminución del consumo energético. Por ejemplo, una escuela podría llevar a cabo una auditoría energética para saber dónde y cómo consume la energía; una vez conocidos estos datos se puede actuar adoptando medidas de ahorro y eficiencia energética y reducir la factura eléctrica de la escuela.

CONSUMO RESPONSABLE: ¿CÓMO COMPRAR?

- Compra productos producidos cerca de ti. La dieta de los canarios recorre una media de 5000 km.
- Compra en tiendas cercanas a tu casa. Reduce el transporte innecesario.
- Evita comprar residuos: embalados superfluos, productos de usar y tirar, bolsas de plástico... ¡Compra productos con poco embalaje!
- Todos los productos tienen un consumo energético asociado: obtención de materias primas, producción, transporte... ¡Reducir el consumo es una medida de ahorro energético!



¿Sabías que?



En 1995 se puso en marcha un programa para el desarrollo de auditorías energéticas en diversos ayuntamientos de Canarias. Estos estudios alcanzaban a la totalidad de las dependencias municipales, incluyendo instalaciones de alumbrado público, oficinas administrativas, instalaciones docentes, complejos deportivos, instalaciones de aprovisionamiento y depuración de aguas, etc. En la actualidad existen programas en Canarias que proporcionan ayudas para la realización de auditorías energéticas en el sector público y privado y para la mejora de la eficiencia energética en: la iluminación en edificios, el alumbrado público, el sector industrial y las instalaciones térmicas.

7.7. ¿Cómo interpretar la factura eléctrica?

La factura eléctrica en el hogar suele ser bimestral. El pago consta de varios conceptos, siendo dos los principales:

- **Pago por la potencia contratada:** nos indica el máximo de electrodomésticos que se pueden utilizar simultáneamente (ya que la suma de las potencias de esos equipos ha de ser menor que la potencia contratada). Por lo general, una vivienda unifamiliar contrata una potencia de 5,5 kW. Este gasto es fijo todos los meses, independientemente de que se consuma electricidad o no.

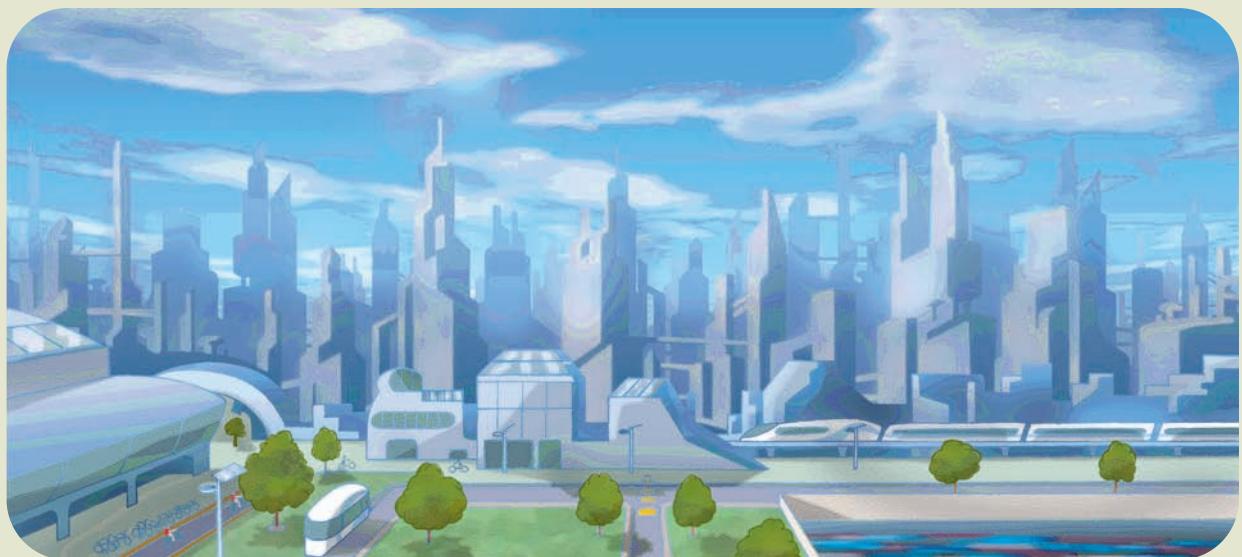
- **Pago por el consumo:** este concepto indica el consumo de electricidad (expresado en kWh) que se ha realizado en el periodo que abarca la factura. Este consumo se multiplica por el coste del kWh y se obtiene así el gasto correspondiente. En 2007, el precio del kWh era de 0,090322 €.

7.8. ¿Cómo puedes calcular cuál es tu consumo eléctrico?

Para calcular cuánta electricidad consumes en tu domicilio:

1. Haz una lista de los aparatos eléctricos, electrodomésticos y otros consumos eléctricos de tu vivienda

¿TE IMAGINAS UNA CIUDAD COMO ÉSTA?



Los consumos energéticos asociados al proceso de producción de agua (extracción de pozos, bombeos, desalación, depuración, etc.) suponen una parte importante de la demanda de energía eléctrica de las islas. En la isla de Lanzarote, por ejemplo, el 27% de la electricidad que se consume se destina al ciclo del agua, y de ese porcentaje el 75% se utiliza para desalar agua. En las desaladoras de agua de Canarias se están llevando cabo estrategias encaminadas a conseguir el m³ de agua producida al menor coste energético posible y, para ello, se está haciendo un gran esfuerzo en implantar la tecnología más eficiente.



/oficina/escuela, y apunta la potencia de cada uno de ellos.

2. Calcula las horas que usas cada uno de ellos. El cálculo puede ser diario, semanal o mensual (recuerda que: 30 minutos = 0,5 horas; 15 minutos = 0,25 horas).
3. Multiplica la potencia de cada equipo por el número de horas que está en funcionamiento; así obtendrás el consumo de cada uno.
4. Suma los consumos individuales y así obtendrás el consumo total.

Ejemplo:

Se van a comparar los consumos de 2 viviendas, una que utiliza electrodomésticos eficientes y otra que utiliza los más usuales en las viviendas en la actualidad (clase D), suponiendo que ambas utilizan los electrodomésticos la misma cantidad de tiempo, es decir, sin medidas de ahorro (cambio de hábitos) sólo de sustitución.

* Las horas de utilización son las que puedes emplear para hacer tus propios cálculos. Son una referencia para calcular el consumo según la potencia instalada en tu vivienda. Por ejemplo, un frigorífico funciona todo el día (las 24 horas) pero su motor (compresor) no está funcionando de forma continuada, sino que se enciende y se apaga en función de la temperatura interna de la nevera, por lo que se puede estimar que el tiempo que está funcionando al día es de 6 horas.

** Se tiene en cuenta un 15% de consumo eléctrico del total (para días con insuficiente radiación solar).

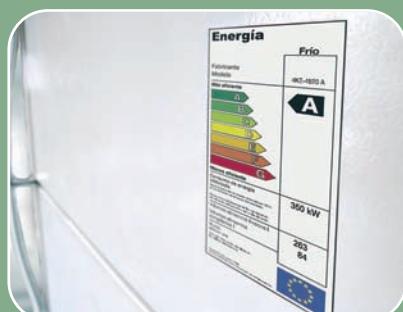
VIVIENDA NO EFICIENTE

Punto de consumo	Potencia	Horas de utilización al día*	Consumo total anual
Iluminación-bombillas incandescentes	10 bombillas de 100 W	3	1095 kWh
Frigorífico/congelador clase-D	540 W	3	635 kWh
Televisor	250 W	6	459 kWh
Lavadora clase-D	3600 W	4 ciclos/semana	394 kWh
Lavavajillas clase-D	4500 W	4 ciclos/semana	929 kWh
Secadora clase-D	5200 W	3 ciclos/semana	375 kWh
Cocina - horno	7000 W	0,5	1840 kWh
Termino eléctrico	1500 W	4,5	2956 kWh
Total			8902 kWh
Coste Anual			770 €

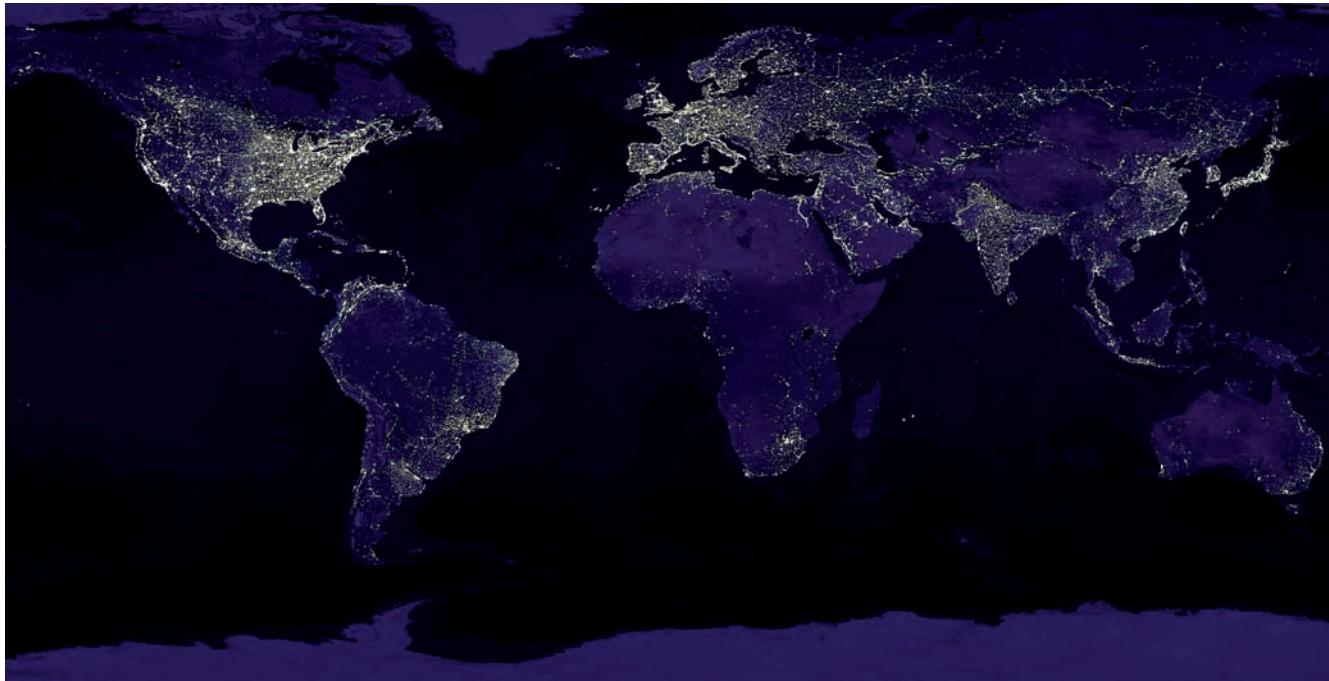
VIVIENDA EFICIENTE

Punto de consumo	Potencia	Horas de utilización al día*	Consumo total anual
Iluminación-bombillas incandescentes	10 bombillas de 20 W	3	219 kWh
Frigorífico clase-A	180 W	6	318 kWh
Televisor	55 W	6	120 kWh
Lavadora clase-A	600 W	4 ciclos/semana	250 kWh
Lavavajillas clase-A	1200 W	4 ciclos/semana	263 kWh
Secadora clase-A	650 W	3 ciclos/semana	203 kWh
Cocina - horno de gas	—	—	—
Colector solar**	—	—	443 kWh
Total			2921 kWh
Coste Anual			264 €
Ahorro anual			506 €

¿Sabías que?



El programa RENOVE es un programa diseñado para compensar económicamente a los usuarios que quieran adquirir equipos eficientes. Entre sus actuaciones se encuentra la subvención de 85 € por sustituir lavadoras, frigoríficos y lavavajillas por otros más eficientes (de clase A, A+ o A++), y 185 € en el caso de congeladores. En el año 2006 el plan RENOVE ha logrado sustituir más de 16 000 electrodomésticos en Canarias. Este programa también proporciona ayudas para adquirir vehículos menos contaminantes (híbridos, eléctricos, etc.).



PREGUNTAS DE COMPRENSIÓN

- ¿Has pensado alguna vez en los efectos negativos que para Canarias supondría el cambio climático? Si piensas un poco en la alta dependencia que nuestra economía tiene con respecto al sector turístico, podrás imaginar los posibles efectos que un cambio así podría generar.
- Siguiendo con el ejemplo del sector turístico, ¿cómo influiría la subida del nivel del mar en nuestras costas? ¿Qué efectos tendría para las playas e infraestructuras hoteleras asociadas? ¿Y para toda la gente cuyo trabajo está relacionado directa o indirectamente con el turismo?
- Te proponemos que investigues los precios actualizados de las bombillas incandescentes y las de ahorro energético y las compares (puedes acudir a grandes supermercados, tiendas especializadas, etc.).
- Calcula el consumo de electricidad de tu casa, utilizando una tabla como la que se usó para hallar el consumo de una vivienda eficiente y otra no eficiente. Una vez calculado el consumo de tu casa, vuélvelo a calcular considerando que tienes en cuenta tanto medidas de ahorro energético como de eficiencia energética (enumera las medidas que vayas utilizando).
- Como trabajo de grupo se propone un ejercicio similar al anterior, pero con tu colegio (o una parte de éste).

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. Progensa. 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

Índice de fotografías

- César Espinosa (Cabildo de El Hierro), pág. 15 (1).
- Antonio Rodríguez (Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria), pág. 40.
- Javier Toledo, pág. 46 (1).
- www.scx.hu, pág. 47 (2).
- Clara Matoli, pág. 60 (3).
- www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/index.html, pág. 64 (1).
- Beige Alert, pág. 64 (2).
- www.dfrc.nasa.gov/gallery/photo/index.html, pág. 66.
- www.solarimpulse.com, pág. 67.
- www.seacleaner.com/solemar, pág. 68 (1).
- Allen Conat, pág. 68 (2).
- Neville Micallet, pág. 70.
- www.wisolarelectric.com/gallery.html, pág. 71 (2).
- Guillermo Galván (ITER), pág. 73 (1).
- Gaston Thauvin, pág. 73 (2).
- www.sciencepics.org, pág. 74 (4).
- David Ritter, pág. 75.
- Guillermo Galván (ITER), pág. 77.
- Lynne Lancaster, pág. 84.
- Mary R. Vogt, pág. 85.
- Gene, pág. 86 (1).
- Senan Sagsan, pág. 86 (2).
- Jay Simons, pág. 87.
- Guillermo Galván (ITER), pág. 88 (1).
- Vicky Van der Hof, pág. 88 (2).
- Nevit Dilmen, pág. 89.
- César Espinosa (Cabildo de El Hierro), pág. 95.
- Javier Toledo, pág. 102 (1).
- Javier Toledo, pág. 103.
- www.energiaslimpias.org, pág. 105 (2).
- Teófilo Braga, pág. 112 (1 y 2).
- Fernando Delgado Béjar, pág. 113.
- César Espinosa (Cabildo de El Hierro), pág. 114 (1).
- Javier Toledo, pág. 117.
- Javier Toledo, pág. 125.
- Guillermo Galván (ITER), pág. 133 (1 y 2).
- Guillermo Galván (ITER), pág. 134 (3 y 6).
- Alfonso Díaz, pág. 134 (4).
- Neil Gould, pág. 134 (7).
- Marja Flick-Buijs, pág. 135 (3).
- Guillermo Galván (ITER), pág. 135 (6, 7 y 8).
- Javier Toledo, pág. 141.
- www.astrosurf.org, pág. 143.

