

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

2. RECURSOS NATURALES A CONSIDERAR

2.1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

2.3. ENERGÍA EÓLICA

2.4. BIOMASA

2.5. GEOTERMIA

2.6. MICROGENERACIÓN Ó COGENERACIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El incremento continuado de consumo energético a nivel mundial, basado en un aumento del consumo de combustibles fósiles, es totalmente insostenible desde cualquier punto de vista, por ello y debido a que los recursos son limitados a medio plazo, por lo que se hace imprescindible empezar ya a introducir fuentes alternativas.

Desde el punto de vista medioambiental, el planeta no va a aguantar durante mucho tiempo este ritmo de aumento de emisiones de CO₂, y se hace imprescindible empezar a cumplir con las medidas aprobadas en el protocolo de Kioto. En este sentido, las energías renovables han demostrado ya su viabilidad en proyectos de edificación, y cuentan con la gran ventaja de ser inagotables y no contaminantes.

Una parte muy importante de ese consumo energético tiene lugar en los edificios (hogares y centros de trabajo y de ocio), en los sistemas de calefacción y refrigeración, el calentamiento del agua sanitaria y la iluminación. Esto es debido, en gran parte a que en las últimas décadas, hemos construido nuestros edificios sin tener en cuenta criterios de eficiencia energética. Para atacar este problema, en el año 2002 se aprueba la directiva europea 202/91/CE de eficiencia energética en edificación, que nace los siguientes objetivos a cumplir:

- Reducir el consumo energético en los hogares.
- Aumentar el rendimiento de los sistemas utilizados.
- Fomentar el uso de las energías renovables solar fotovoltaica y solar térmica.

De acuerdo con dicha directiva, la nueva reglamentación española se basa en 3 aspectos:

- a) Poner en funcionamiento un "Código técnico de edificación".
- b) Revisar el "Reglamento de instalaciones térmicas en edificios".
- c) Crear una "Certificación energética de edificios".

2. RECURSOS NATURALES A CONSIDERAR

2.1. ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

La energía solar térmica aprovecha la radiación del Sol para calentar un fluido que, por lo general, suele ser agua o aire. La capacidad de transformar los rayos solares en calor es, precisamente, el principio elemental en el que se basa esta fuente de energía renovable.

El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE-HE4) HE4 “**Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**” establece que todos los edificios de nueva construcción o en rehabilitación deberán tener en cuenta la energía solar térmica en su diseño. Todas las viviendas deberán conseguir que un porcentaje de la energía utilizada para producir agua caliente sanitaria sea de origen solar térmico que variará entre un 30 y 70% según la demanda de agua caliente sanitaria del edificio y las distintas zonas climáticas en las que se ha dividido España; esta obligatoriedad se ha extendido, además, para la climatización de piscinas.

➤ USOS Y APLICACIONES

o Agua caliente sanitaria

El agua caliente sanitaria es, después de la calefacción, el segundo consumidor de energía de nuestros hogares: con un 20% del consumo energético total. Con los sistemas de energía solar térmica hoy en día podemos cubrir el 100% de la demanda de agua caliente durante el verano y del 50 al 80% del total a lo largo del año.

o Sistemas de calefacción

La posibilidad de satisfacer, al menos parcialmente, la necesidad de calefacción de edificios por medio de la energía solar constituye siempre un potencial atractivo, máxime si tenemos en cuenta el elevado coste que tiene mantener una temperatura agradable en un edificio durante los meses de invierno.

La mejor posibilidad para obtener una buena calefacción utilizando captadores solares es combinándolos con un sistema de suelo radiante, el cual funciona a una temperatura muy inferior a la de los radiadores (entre 30 y 40 °C), exactamente el rango idóneo para que los captadores trabajen con un alto rendimiento.

o Climatización de piscinas

Resulta bastante económico lograr una temperatura estable y placentera en piscinas al aire libre. En primer lugar porque, al circular el agua de la piscina directamente por los captadores solares, no es necesario utilizar ningún tipo de intercambiador de calor ni de sistema de acumulación. Y en segundo lugar, porque la temperatura de trabajo suele ser tan baja (en torno a los 30 °C) que permite prescindir de cubiertas, carcassas o cualquier otro tipo de material aislante. De esta manera, se consigue reducir el precio del captador sin excesivo perjuicio en su rendimiento.

o Refrigeración en los edificios

El aprovechamiento de la energía solar para producir frío es una de las aplicaciones térmicas con mayor futuro, pues las épocas en las que más se necesita enfriar el espacio coinciden con las que se disfruta de mayor radiación solar. Además, esta alternativa a los sistemas de refrigeración convencionales es doblemente atractiva porque permite aprovechar las instalaciones solares durante todo el año, empleándolas en invierno para la calefacción y en verano para la producción de frío.

o Usos en industria

Entre los sistemas basados en la energía del Sol que más se utilizan con fines industriales debemos hacer hincapié en los secadores solares y el precalentamiento de fluidos:

- Secaderos solares
- Precalentamiento de fluidos

➤ ASPECTOS DE AHORRO

o Rentabilidad de la energía

Desde el mismo momento en que pongamos en marcha nuestra instalación solar, la factura del gas o la electricidad destinada a la producción de agua caliente sanitaria bajará. Esto se traduce en ahorros medios de entre unos 75 a 150 euros al año en una economía familiar, en función del combustible que se sustituya.

o Coste de la Instalación

El precio varía según sea una instalación individual o colectiva. Por lo general, el precio medio de una instalación de placa plana oscila entre los 600 y los 800 euros por metro cuadrado; este precio disminuye a medida que la instalación solar precise de más metros de superficie captadora o bien se trate de una vivienda nueva donde su incorporación vendrá integrada en el diseño del proyecto.

El tamaño de una instalación dependerá de la demanda de agua caliente sanitaria y de la zona geográfica en la que nos encontremos. A modo de ejemplo, podríamos decir que una vivienda familiar necesitará entre 2 y 4 m² de superficie de captación solar, mientras que una comunidad de vecinos deberá instalar entre 1,5 y 3 m² por familia para configuraciones de sistemas centralizados.

o Amortización

La vida media de una instalación de energía solar térmica es de unos veinticinco años, aunque actualmente se tiende a diseñar equipos con una duración de treinta años de vida útil.

El plazo habitual de amortización está entre los diez y los quince años. De esta manera, si tenemos en cuenta que la vida útil de la instalación supera los 25 años, se puede decir que tendremos agua caliente de forma gratuita durante mucho tiempo.

o Mantenimiento

Una instalación solar bien diseñada y correctamente instalada no tiene por qué ocasionar problemas al usuario. De hecho, las labores de mantenimiento que son necesarias realizar, tienen un alcance parecido a las de cualquier otro tipo de sistemas de calefacción o de agua caliente sanitaria de fuentes convencionales.

A continuación, se muestran unas tablas resumiendo los aspectos de ahorro en edificios de viviendas unifamiliares, plurifamiliares y hoteles:

<i>Ejemplos de instalaciones solares para viviendas unifamiliares, multifamiliares y hoteles</i>	
CASO TIPO I	EQUIPO PREFABRICADO EN VIVIENDA UNIFAMILIAR
Superficie de captación	2 m ²
Producción energética	1.245 te/año
Inversión unitaria por m ² captador (2006)	676 €/m ²
Ahorro estimado según energía sustituida	75 €/año para Gas 100 €/año para Gasóleo C 137 €/año para Electricidad
Gastos de operación y mantenimiento	15 €/m ² año. 2,20% sobre inversión
CASO TIPO II	INSTALACIÓN POR ELEMENTOS EN COMUNIDAD DE VECINOS
Superficie de captación	38 m ²
Producción energética	21.300 te/año
Inversión unitaria por m ² captador (2006)	591 €/m ²
Ahorro estimado según energía sustituida	1.278 €/año para Gas 1.704 €/año para Gasóleo C
Gastos de operación y mantenimiento	10,6 €/m ² año. 1,80% sobre inversión
<i>Ejemplos de instalaciones solares para viviendas unifamiliares, multifamiliares y hoteles</i>	
CASO TIPO II	INSTALACIÓN POR ELEMENTOS EN COMPLEJO HOTELERO
Superficie de captación	580 m ²
Producción energética	342.780 te/año
Inversión unitaria por m ² captador (2006)	591 €/m ²
Ahorro estimado según energía sustituida	20.567 €/año para Gas 27.422 €/año para Gasóleo C
Gastos de operación y mantenimiento	8,3 €/m ² año. 1,40% sobre inversión

Fuente: IDAE.

Figura 1. Ejemplos de instalaciones solares

2.2. ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

Consiste en la conversión directa de la luz solar en electricidad, mediante un dispositivo electrónico denominado “célula solar”. La conversión de la energía de la luz solar en energía eléctrica es un fenómeno físico conocido como efecto fotovoltaico.

La radiación solar llega a los módulos, que producen energía eléctrica por el efecto fotovoltaico en forma de corriente continua. Esta corriente continua se puede almacenar o inyectar en la red eléctrica, para aprovecharse directamente como corriente continua o bien transformarse en corriente alterna.

El nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE-HE4) HE5 “**Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica**” establece que los edificios de nueva construcción que cuenten con determinada superficie se ha de instalar un sistema de contribución fotovoltaica.

➤ INSTALACIONES AISLADAS DE LA RED ELÉCTRICA

Los sistemas aislados se componen básicamente de unos captadores solares, un regulador, unas baterías y un inversor que convierte la energía de las baterías corriente en alterna.

Dado que en invierno hay menos horas de sol y que la demanda energética es mayor, estas instalaciones suelen ir acompañadas de un grupo electrógeno de apoyo.

➤ INSTALACIONES CONECTADAS A LA RED

Los sistemas fotovoltaicos conectados a red consisten en generar electricidad mediante paneles solares fotovoltaicos e inyectarla directamente a la red de distribución eléctrica. Actualmente, en España, las compañías de distribución eléctrica están obligadas por ley a comprar la energía inyectada a su red por estas centrales fotovoltaicas.

➤ ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES Y DE AHORRO

Cada kWh generado con energía solar fotovoltaica evita la emisión a la atmósfera de aproximadamente 1 kg de CO₂, en el caso de comparar con generación eléctrica con

carbón, o aproximadamente 0,4 kg de CO₂ en el caso de comparar con generación eléctrica con gas natural.

Una vivienda unifamiliar con una potencia instalada en su tejado de 5 kW puede evitar anualmente 1,9 t de CO₂ al año, en comparación con la generación eléctrica con central de ciclo combinado de gas natural.

A continuación se muestra una tabla resumen de un ejemplo de ahorro según la instalación:

- o Vivienda aislada potencia nominal (P=5 kW)
- o Instalación fija en suelo o cubierta (P=100 kW)
- o Instalación con seguimiento solar (P=10 MW)

RESUMEN DE EJEMPLOS	P = 5 kW FIJA	P = 100 kW FIJA	P = 10 MW SEGUIMIENTO
Potencia GENERADOR (kWp)	5,5	110	11.000
Potencia NOMINAL (kW)	5,0	100	10.000
Vida útil (años)	25	25	25
Régimen de funcionamiento (kWh/kW)	1.300	1.400	1.900
Generación eléctrica neta (kWh)	6.500	140.000	19.000.000
Precio de venta de electricidad (€/kWh)	0,34	0,32	0,32
Inversión (€)	22.500	410.000	52.000.000
Recursos propios 100 %			
Ingresos anuales (1 ^{er} año) (€)	2.210	44.800	6.080.000
Operación, gestión y mantenimiento (€)	220	3.000	500.000
Tasa Interna de Retorno (25 años)	8,50%	9,10%	10,30%
Toneladas de CO ₂ /año evitadas	2,68	53,62	7.277
Toneladas de CO ₂ evitadas (25 años)	67	1.341	181.925

Figura 2. Tabla resumen de gastos y ahorro

2.3. ENERGÍA EOLICA

La energía eólica tiene básicamente dos aplicaciones, el bombeo de agua y la producción de electricidad. Para ello, las máquinas necesitan que el viento se mueva con una velocidad entre los 12 km/h y los 65 km/h.

➤ BOMBEO DE AGUA

En las instalaciones de bombeo de agua, es habitual utilizar las aerobombas multipalas (de 12 a 24 palas).

Debido a la gran superficie expuesta al viento, las aerobombas empiezan a girar en cuanto el viento adquiere una mínima velocidad. En ese momento, las palas transmiten al eje una fuerza muy elevada que acciona la bomba de la instalación y hace ascender el agua hasta un depósito.

Este tipo de instalaciones eólicas son habituales en zonas rurales, y para consumos propios.

➤ PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En las zonas con bastante viento, otra aplicación posible es la producción de electricidad. Para ello, se utilizan aerogeneradores (de dos o tres palas). Al igual que en el caso de la energía solar, podemos usar la instalación eólica para consumo propio o para vender la energía a la compañía eléctrica.

Los sistemas para autoconsumo se componen de un aerogenerador, un regulador, unas baterías y un inversor que convierte la energía almacenada en las baterías, en electricidad apta para uso doméstico.

En las zonas rurales sin conexión eléctrica, se suele utilizar un sistema eólico híbrido, compuesto por una instalación solar fotovoltaica, una instalación eólica, y un generador diesel. **Las instalaciones eólicas son bastante sencillas y requieren poco mantenimiento.**

Nuevos e innovadores sistemas ya se están comercializando en el mercado de la producción de energía eléctrica con un sistema de energía renovable eólica, es el caso del sistema IMPLUX, es una turbina eólica omnidireccional, esto significa que

puede llevar adelante su tarea sin importar de que dirección sople el viento, y sin necesidad de girar para enfrentarlo.



Figura 3. Sistema de energía renovable eólica IMPLUX

2.4. BIOMASA

La biomasa puede alimentar un sistema de climatización (calor y frío) igual que si se realizara con gas o gasóleo.

Existe una gran variedad de biocombustibles sólidos que pueden ser utilizados en sistemas de climatización de edificios. Entre ellos destacan: pelets, astillas, huesos de aceitunas, cáscaras de frutos secos (almendras, piñones), etc.

➤ TIPOS DE CALDERAS DE BIOMASA

- o Equipos compactos: están diseñadas para el uso doméstico y no industrial, incluyen todos los sistemas de limpieza automática, encendido eléctrico, etc.
- o Calderas con alimentador inferior: son calderas muy bien adaptadas para combustibles con bajo contenido en cenizas (pelets, astillas).

- o Calderas con parrilla móvil: son más caras que las demás y tienen la ventaja de poder utilizar biomasa con un alto contenido en humedad y cenizas. Generalmente se utiliza con potencias superiores (1.000 kW).
- o Calderas de gasóleo con sistema de combustión de pelets: son más baratas pero tienen algún inconveniente, como que la potencia se reduce alrededor del 30% y la limpieza de la caldera no puede ser automática.
- o Calderas adaptadas con sistemas de combustión en cascada: el sistema de combustión se encuentra fuera de la caldera. Debido a su diseño, la llama generada para la combustión de la biomasa es similar a la de una caldera tradicional, como puede ser la de carbón o gas natural.

➤ TIPOS DE COMBUSTIBLES

La tendencia es hacia el uso de combustibles de granulometría mediana y pequeña, pero homogénea, lo que permite un manejo automático o semiautomático que elimine las incomodidades tradicionales del uso de la biomasa a nivel doméstico, ya

Combustibles	PCI seco MJ/kg	Humedad (% b.h.)	Uso
Astillas	14,4-16,2	20 a 60	Doméstico, Residencial, Industrial
Pelets	18-19,5	<12	Doméstico, Residencial
Hueso de aceituna	18	12 a 20	Doméstico, Residencial, Industrial
Cáscara de frutos secos	16,7	8 a 15	Doméstico, Residencial, Industrial
Poda de olivar	17,2	20 a 60	Doméstico, Residencial, Industrial
Poda de vid	16,7	20 a 60	Doméstico, Residencial, Industrial

sea individual o colectivo.

Figura 4. Tabla de combustibles más usuales

➤ ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES Y DE AHORRO

El uso de la biomasa en calefacciones de viviendas unifamiliares, como en calefacciones centralizadas de edificios o en redes de calefacción centralizadas (calefacción de distrito), son una alternativa al consumo de gas y otros combustibles sólidos. Este tipo de instalaciones con biomasa generan un ahorro, derivado del

consumo de energía, superior al 10% respecto al uso de combustibles fósiles, pudiendo alcanzar niveles mayores en función del tipo de biomasa, la localidad y el combustible fósil sustituido.

A un nivel cercano al usuario, si comparamos las emisiones de las calderas de biomasa con las de los sistemas convencionales de calefacción, se podría decir que los valores de SO₂, responsable de la lluvia ácida, son en el caso de las calderas de biomasa más bajos o similares a los de gasóleo y gas. En cuanto a las partículas las emisiones son superiores, pero dentro de los límites que definen las diferentes legislaciones en la materia.

Desde un punto de vista más amplio, es decir, analizando el ciclo de vida del proceso en su conjunto (extracción, producción, transporte, etc.) para los tres combustibles considerados, la situación se torna indiscutiblemente favorable a la biomasa, como

	Emisiones-año del ciclo de vida		
	Gasóleo de calefacción	Gas natural	Astilla de madera y pelets
CO (kg)	35	90	20
SO ₂ (kg)	205	20	48
CO ₂ (t)	195	160	15
Partículas (kg)	20	10	30

se puede observar en el siguiente cuadro:

Figura 5. Tabla de emisiones

2.5. GEOTERMIA

El principio de la Geotermia consiste en recuperar la energía contenida en el suelo y utilizarla para calentar o refrigerar en un proceso similar a las bombas de calor. Se trata de una energía gratuita que se renueva constantemente.

Existen dos clases de sistemas geotérmicos, la captación horizontal (en superficie) y la captación vertical (por perforación).

➤ LA CAPTACIÓN HORIZONTAL

Es el sistema geotérmico más sencillo de instalar y por tanto, el más utilizado en viviendas unifamiliares.

La red de captación se entierra a unos 80 cm de profundidad y recoge la energía del suelo.

La superficie necesaria en el jardín para la colocación de la red de captación es de 1,5 - 2 veces la superficie que hay que calefactar.

➤ LA CAPTACIÓN VERTICAL

Los captadores verticales se instalan a partir de unas perforaciones en el suelo y están constituidos de dos tubos de polietileno que forman una U. En el circuito circula un líquido refrigerante. La capacidad de absorción calorífica media de un captador vertical está de cerca de 50 W por metro de perforación.

A menudo es necesario utilizar dos o más captadores. En esos casos, se recomienda que la separación entre ellos sea de unos 10 metros.

Así, dos sondas geotérmicas de 50 m de profundidad convienen para calentar una casa de 120 m² habitables. Es la opción más cara, ya que es necesario una empresa cualificada de perforación.

➤ VENTAJAS

En comparación con los sistemas tradicionales, las bombas de calor geotérmicas tienen las siguientes ventajas:

- o Máximo ahorro económico
 - 40-60% comparado con sistema de bomba de calor agua-agua o aire-agua
 - 75% comparado con sistema de radiadores eléctricos
 - 60% comparado con sistema de Gas Natural
 - 70% comparado con sistemas que usen otros combustibles
- o Reducido coste de mantenimiento y mayor vida útil
- o Menor ruido ya que no existen compresores ni ventiladores externos

- o No hay riesgo de legionela debido a que no necesitan torres de refrigeración para realizar la condensación



Figura 6. Instalación de geotermia con captación horizontal

2.6. MICROGENERACION Ó COGENERACIÓN

Mediante el empleo de sistemas de cogeneración se consigue la producción simultánea de electricidad (o energía mecánica) y de energía térmica útil (calor) partiendo de un único combustible, lo cual eleva la eficiencia energética global del proceso.

Para poder pensar en instalar cogeneración es necesario que se prevean funcionamientos superiores a 5.000 horas al año, con consumos eléctricos muy importantes (mínimo 2.000 MWh) y consumos de calor y/o frío también elevados.

Existen dos procedimientos de cogenerar que son la utilización de turbinas de gas o motores, bien sea por los ciclos Otto o Diesel.

El estudio económico debe ser cuidadosamente tratado, analizando posibles subvenciones, retorno de la inversión realizada y análisis del coste de su mantenimiento, pues son sistemas que requieren de inversiones elevadas así como de unos planes de mantenimiento específicos.

➤ TIPOS DE COGENERACIÓN

- o Micro-cogeneración: $P < 50 \text{ kW}$ (para edificios de viviendas)
- o Mini-cogeneración: $50 \text{ kW} < P < 100 \text{ kW}$ (para edificios de viviendas)
- o Cogeneración: $P > 100 \text{ kW}$
- o Trigeneración: Electricidad + Calor + Frío

➤ EJEMPLOS DE INVERSIÓN

- o Ejemplo de inversión en micro-cogeneración para viviendas

Edificio de 71 viviendas, con un consumo de 22 litros/persona 60°C .
Dimensionamiento para ACS:

- 1 grupo de 5,5 kW
- Inversión aproximada de 27.600 € (incluye grupo, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

Periodo de amortización aproximada 6 años

Misma situación, pero dimensionamiento para ACS + Calefacción:

- 2 grupos de 5,5 kW
- Inversión aproximada de 55.200 € (incluye grupos, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

Periodo de amortización aproximada 7,5 años

Edificio de 120 viviendas, con un consumo de 22 litros/persona 60°C .
Dimensionamiento para ACS:

- 2 grupos de 5,5 kW
- Inversión aproximada de 55.200 € (incluye grupos, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

Periodo de amortización aproximada 8 años

- o Ejemplo de inversión en micro-cogeneración para un hotel

Hotel en Sevilla, con 137 habitaciones, dimensionamiento para ACS:

- 1 grupo de 20 kW

- Inversión aproximada de 69.000 € (incluye grupo, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

Periodo de amortización aproximada 7 años

Hotel en Barcelona, con 137 habitaciones, dimensionamiento para ACS+

Calefacción + frío:

- 1 grupo de 30 kW

- 1 máquina de absorción de 35 kW

- Inversión aproximada de 151.915 € (incluye grupo, conexión al sistema convencional y depósitos de acumulación)

Periodo de amortización aproximada 7 años