

UF0213: Necesidades energéticas y  
propuestas de instalaciones solares

Elaborado por: Francisca Nogales Muñoz

Edición: 5.0

**EDITORIAL ELEARNING S.L.**

ISBN: 978-84-16424-46-7 • Depósito legal: MA 650-2015

No está permitida la reproducción total o parcial de esta obra bajo cualquiera de sus formas gráficas o audiovisuales sin la autorización previa y por escrito de los titulares del depósito legal.

Impreso en España - Printed in Spain

# Presentación

## Identificación de la Unidad Formativa:

Bienvenido a la Unidad Formativa **UF0213: Necesidades energéticas y propuestas de instalaciones solares**. Esta Unidad Formativa pertenece al Módulo Formativo **MF0842\_3: Estudios de viabilidad de instalaciones solares** del certificado de profesionalidad **ENAC0108: Eficiencia energética de edificios**, de la familia de Energía y Agua.

## Presentación de los contenidos:

La finalidad de esta unidad es la de analizar las necesidades energéticas de diferentes tipos de usuarios y elaborar propuestas de instalaciones solares.

Para ello, en primer lugar se estudiarán tanto el emplazamiento como la viabilidad de instalaciones de energía solar. Posteriormente, se profundizará en la clasificación de las instalaciones de energía solar térmica, en los sistemas de climatización y en la normativa solar fotovoltaica. También se hará hincapié en la clasificación y el funcionamiento de la energía solar fotovoltaica y en los elementos de una instalación solar fotovoltaica conectada a red y aislada, para finalizar con la promoción de instalaciones solares.

### Objetivos de la Unidad Formativa:

Al finalizar esta Unidad Formativa aprenderás a:

- Clasificar, cuantificar y analizar las necesidades energéticas de diferentes tipos de usuarios con el fin de diagnosticar la posibilidad de realizar una instalación solar térmica para agua caliente sanitaria y calefacción.
- Elaborar propuestas de instalaciones solares, dirigidas a clientes, en las que se recojan las características de la instalación y el análisis del marco regulador y de subvenciones aplicable.

# Índice

## UD1. Emplazamiento y viabilidad de instalaciones de energía solar 13

1.1.	Necesidades energéticas.....	15
1.1.1.	Energía .....	17
1.1.2.	Definición .....	18
1.1.3.	Unidades .....	20
1.1.4.	Formas de la energía .....	23
1.1.5.	Sistemas abiertos y cerrados .....	26
1.1.6.	Conservación de la energía.....	27
1.2.	Cálculos .....	29
1.2.1.	Conceptos de termodinámica.....	30
1.2.2.	Conceptos de electricidad .....	33
1.2.3.	Estimación de necesidades térmicas.....	37
1.2.4.	Estimación de necesidades energéticas .....	40
1.2.5.	Normativa de aplicación en la estimación de necesidades energéticas.....	42

1.3.	Factores de emplazamiento.....	43
1.3.1.	Orientación, inclinación y sombras .....	45
1.3.2.	Cálculo de orientación óptima .....	46
1.3.3.	Cálculo de inclinación óptima.....	47
1.3.4.	Sombras y mapas de trayectoria .....	49
1.3.5.	Cálculos de pérdidas por sombra .....	50
1.4.	Sistemas arquitectónicos y estructurales.....	52
1.4.1.	Integración arquitectónica .....	53
1.5.	Viabilidad.....	55
1.5.1.	Estudio de viabilidad .....	57
1.5.2.	Factores económicos y financieros.....	58

## UD2. Instalaciones de energía solar térmica ..... 67

2.1.	Clasificación de instalaciones solares térmicas.....	69
2.1.1.	Tipos de instalaciones solares térmicas de baja, media y alta temperatura.....	71
2.1.2.	Rendimiento de los sistemas solares.....	74
2.1.3.	Aplicaciones de la energía solar térmica .....	76
2.1.4.	Funcionamiento global.....	78
2.2.	Captadores solares.....	80
2.2.1.	Tipos de colectores y características .....	82
2.2.2.	Descripción de funcionamiento de los captadores .....	84
2.2.3.	Características constructivas.....	87
2.2.4.	Sistemas de conexión de captadores .....	89
2.2.5.	Conexión en serie y conexión en paralelo .....	90
2.2.6.	Estudio energético de los captadores.....	92
2.2.7.	Cálculo de pérdidas hidráulicas en montajes serie-paralelo.....	95

2.3.	Elementos de una instalación solar térmica y especificaciones	97
2.3.1.	Captadores, circuitos primario y secundario, intercambiadores, depósitos de acumulación, depósitos de expansión, bombas de circulación, tuberías, purgadores, caudalímetros, válvulas y elementos de regulación y control.....	98
2.3.2.	Función de cada elemento dentro de la instalación ..	100
2.3.3.	Características de cada elemento y descripción del mismo .....	101
2.3.4.	Instalaciones térmicas auxiliares y de apoyo .....	104
2.3.5.	Calefacción.....	105
2.3.6.	Agua caliente sanitaria .....	107
2.3.7.	Piscinas .....	109

## UD3. Sistemas de climatización ..... 119

3.1.	Instalaciones y equipos de acondicionamiento de aire y ventilación .....	123
3.1.1.	Definiciones y clasificación de instalaciones.....	126
3.1.2.	Partes y elementos constituyentes .....	131
3.1.3.	Análisis funcional .....	137
3.1.4.	Procesos de tratamiento y acondicionamientos del aire	138
3.1.5.	Diagrama psicrométrico .....	139
3.1.6.	Dimensionado y selección de equipo .....	140
3.1.7.	Equipos de generación de calor y frío para instalaciones de acondicionamiento de aire .....	142
3.1.8.	Plantas enfriadoras .....	143
3.1.9.	Bombas de calor.....	144
3.1.10.	Grupos autónomos de acondicionamiento de aire ...	146
3.1.11.	Torres de refrigeración .....	148

3.2.	Sistemas de refrigeración solar .....	149
3.2.1.	Sistemas de absorción .....	150
3.2.2.	Otras tecnologías de refrigeración solar (adsorción, desecación) .....	152
3.2.3.	Conocimientos básicos de refrigeración solar .....	154
3.2.4.	Sistemas de absorción y adsorción.....	155
3.2.5.	Máquinas de simple y doble efecto .....	158
3.2.6.	Coeficiente C.O.P. ....	159
3.2.7.	Enfriamiento desecativo .....	160
UD4. Normativa de aplicación.....		169
4.1.	Ordenanzas municipales .....	171
4.2.	Reglamentación de seguridad .....	175
4.3.	Reglamentación medioambiental .....	177
4.4.	Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios (RITE) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITE).....	180
4.5.	Normas UNE de aplicación .....	183
UD5. Energía solar fotovoltaica .....		193
5.1.	Clasificación de instalaciones solares fotovoltaicas .....	195
5.2.	Funcionamiento global .....	200
5.2.1.	Funcionamiento y configuración de una planta conectada a red.....	200
5.2.2.	Funcionamiento y configuración de una planta aislada	203
5.2.3.	Almacenamiento y acumulación .....	205
5.2.4.	Funcionamiento y configuración de una instalación de apoyo con pequeño aerogenerador y/o grupo electrógeno.....	207
5.2.5.	Sistemas de protección y seguridad en el funcionamiento de las instalaciones .....	209



5.3.	Paneles solares .....	211
5.3.1.	Conversión eléctrica .....	212
5.3.2.	Electricidad fotovoltaica; el efecto fotovoltaico, la célula solar, tipos de células .....	213
5.3.3.	El panel solar: características físicas, constructivas y eléctricas .....	216
5.3.4.	Protecciones del generador fotovoltaico .....	217

## UD6. Elementos de una instalación solar fotovoltaica conectada a red y especificaciones ..... 227

6.1.	Estructuras y soportes .....	229
6.1.1.	Tipos de estructuras .....	231
6.1.2.	Dimensionado .....	235
6.1.3.	Estructuras con seguimiento solar .....	239
6.2.	Reguladores .....	243
6.2.1.	Reguladores de carga y su función .....	246
6.2.2.	Tipos de reguladores .....	249
6.2.3.	Variación de las tensiones de regulación .....	252
6.2.4.	Sistemas sin regulador .....	256
6.2.5.	Protección de los reguladores .....	258
6.3.	Inversores .....	261
6.3.1.	Funcionamiento y características de los inversores fotovoltaicos .....	265
6.3.2.	Topología .....	269
6.3.3.	Dispositivos de conversión CC/CC y CC/CA .....	272
6.3.4.	Métodos de control PWM .....	275
6.3.5.	Generación de armónicos .....	278
6.3.6.	Inversores conectados a red: Configuración del circuito de potencia .....	282
6.3.7.	Requerimientos de los inversores autónomos y conectados a red .....	285
6.3.8.	Compatibilidad fotovoltaica .....	290

6.4.	Otros componentes .....	292
6.4.1.	Diodos de bloqueo y de paso .....	295
6.5.	Equipos de monitorización, medición y control .....	299
6.6.	Aparatura eléctrica de cableado, protección y desconexión .....	303
6.7.	Elementos de consumo .....	305
6.8.	Sistemas de seguimiento solar .....	308
6.9.	Estructuras de orientación variable y automática.....	310
6.10.	Normativa de aplicación .....	312

## UD7. Elementos de una instalación solar aislada y especificaciones..... 323

7.1.	Estructuras y soportes: Tipos de estructuras .....	325
7.2.	Dimensionado .....	328
7.3.	Estructuras fijas.....	329
7.4.	Acumuladores .....	331
7.4.1.	Tipos de acumuladores (Plomo-Ácido, Níquel-Cadmio, etc.) .....	335
7.4.2.	Partes constitutivas de un acumulador .....	339
7.4.3.	Reacciones químicas en los acumuladores Plomo-Ácido, Níquel-Cadmio, etc. ....	341
7.4.4.	Carga de acumuladores (caracterización de la carga y de la descarga).....	342
7.4.5.	Fases de carga de una instalación de acumuladores .....	346
7.4.6.	Seguridad y recomendaciones generales de los acumuladores.....	347
7.4.7.	Aspectos medioambientales (reciclaje de baterías)... ..	348
7.4.8.	Inversores: Funcionamiento y características técnicas de los inversores fotovoltaicos.....	350

7.5.	Inversores autónomos.....	352
7.5.1.	Configuración del circuito de potencia.....	354
7.5.2.	Requerimientos de los inversores autónomos .....	355
7.5.3.	Compatibilidad fotovoltaica .....	356
7.6.	Sistemas energéticos de apoyo y acumulación .....	357
7.7.	Otros generadores eléctricos (pequeños aerogeneradores y grupos electrógenos) .....	359
7.8.	Dispositivos de optimización.....	360
7.9.	Normativa de aplicación .....	361
UD8.Promoción de instalaciones solares .....		371
8.1.	Promoción de las energías renovables .....	373
8.2.	Modelos y políticas energéticas .....	376
8.3.	Contexto internacional, nacional y autonómico de la energía solar	378
8.4.	Estudios económicos y financieros de instalaciones solares	380
8.5.	Código Técnico de Edificación.....	381
8.6.	Ordenanzas municipales y normativas de aplicación.....	384
8.7.	Marco normativo de subvenciones .....	385
Glosario .....		395
Soluciones .....		397

Área: energía y agua

# UD1

Emplazamiento y  
viabilidad de instalaciones  
de energía solar

- 1.1. Necesidades energéticas
  - 1.1.1. Energía
  - 1.1.2. Definición
  - 1.1.3. Unidades
  - 1.1.4. Formas de la energía
  - 1.1.5. Sistemas abiertos y cerrados
  - 1.1.6. Conservación de la energía
- 1.2. Cálculos
  - 1.2.1. Conceptos de termodinámica
  - 1.2.2. Conceptos de electricidad
  - 1.2.3. Estimación de necesidades térmicas
  - 1.2.4. Estimación de necesidades energéticas
  - 1.2.5. Normativa de aplicación en la estimación de necesidades energéticas
- 1.3. Factores de emplazamiento
  - 1.3.1. Orientación, inclinación y sombras
  - 1.3.2. Cálculo de orientación óptima
  - 1.3.3. Cálculo de inclinación óptima
  - 1.3.4. Sombras y mapas de trayectoria
  - 1.3.5. Cálculos de pérdidas por sombra
- 1.4. Sistemas arquitectónicos y estructurales
  - 1.4.1. Integración arquitectónica
- 1.5. Viabilidad
  - 1.5.1. Estudio de viabilidad
  - 1.5.2. Factores económicos y financieros

## 1.1. Necesidades energéticas

Actualmente el ser humano es dependiente de la energía. El caso que genera más impresión es la dependencia que tiene hacia la electricidad. Cuando ocurren largos apagones en grandes ciudades se puede observar como prima el caos en ellas. Esto es debido a que el ser humano ha desarrollado su forma de vida alrededor de la electricidad.



El 10% de la energía consumida en España proviene de las energías renovables.

---

Desde los primeros tiempos el hombre ha usado la energía, el primer ejemplo de la historia es el uso del fuego. Conforme el hombre va evolucionando iba integrando en su modo de vida el uso de la energía. El cambio a mayor escala se produjo con la revolución industrial del siglo XIX. Las fuentes de energía que se utilizaron fueron el carbón y la energía hidráulica. Posteriormente se fue integrando el petróleo, la electricidad, hasta llegar a la situación actual que se está intentando integrar el uso de las energías renovables.

Las fuentes de energía se pueden dividir en dos grandes grupos:

- Primarias: se dan de forma natural a nuestro alrededor, no tienen por qué ser energías limpias. Ejemplos de este tipo son el carbón, el petróleo o las energías renovables.
- Secundarias: Se obtienen por la transformación de las primarias, el ejemplo más característico es la electricidad.

Actualmente, el consumo energético se puede dividir por sectores:

- El sector primario está integrado por la agricultura, la pesca, la silvicultura y la minería.
- El sector secundario por la industria
- El sector terciario por los servicios, como el transporte o el comercio
- Y los hogares, los cuales tienen un elevado consumo energético.

En la actualidad España necesita importar el 80% de la energía que consume. Esto es debido a que el país es dependiente de energías no limpias como el petróleo. El mayor problema que tiene esta dependencia es que si hubiera una crisis energética no se podría responder a ella.

Si se hace un estudio, dentro de 30 años se triplicará la cantidad demandada de energía. Es necesario empezar a instaurar políticas de energía ambiental. Ser independientes de los grandes productores de petróleo o gas natural y usar los recursos que hay disponibles.



En España, se pueden instalar siendo rentables instalaciones solares fotovoltaicas y térmicas. Al igual que en zonas costeras latitudinales es también rentable la instalación de aerogeneradores a gran escala.

---

Además del cambio de la naturaleza de la energía, es necesaria una educación ambiental para limitar los consumos y aprovechar al máximo los recursos. Con la entrada en el mundo de la visión americana del consumismo, se dejaron de fabricar aparatos resistentes y duraderos por aparatos con bonitos diseños pero menor garantía. Este no desarrollo ha hecho que se retrasen las políticas ambientales a favor de las industrias.



### 1.1.1. Energía

La energía se asocia a todo lo que nos rodea y se manifiesta en forma de transformaciones que se pueden apreciar en todo lo que nos rodea. Un ejemplo puede ser en el cambio físico que sufre una plastilina al ser deformada. No sólo está presente en procesos físicos, sino que también lo está en procesos químicos, como por ejemplo al encender una cerilla.

Por lo que se obtiene que la energía tiene varias manifestaciones: en forma de calor, de movimiento, de electricidad... Según el primer Principio de conservación de la energía, la energía no se crea ni se destruye, solamente se transforma. Esto quiere decir que la energía total de los sistemas, siempre, permanece constante, cambiando sólo el tipo de manifestación.

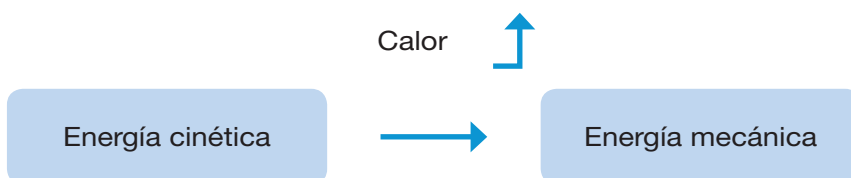
Cada vez que ocurre una de estas transformaciones la energía se va degradando; es decir, es una energía de menor calidad. Y cada vez que ocurre alguna una parte de esta energía se transforma en calor. Todo tipo de energía se puede transformar por completo en calor pero esto no puede ocurrir a la inversa. Por lo que el calor se considera como una forma degradada de la energía.

Debido a estas “pérdidas” de energía por calor es importante definir el concepto de rendimiento.

El rendimiento es la relación que existe entre la energía útil generada por el sistema frente a la energía suministrada. Se mide en %

Otro término interesante que merece la pena destacar es la potencia. La potencia se define como la capacidad que tiene un sistema de realizar un trabajo por unidad de tiempo. Matemáticamente su expresión es la siguiente:

$$\text{Potencia} = \text{Energía} / \text{Tiempo}$$



La energía es básica para el desarrollo, en el punto anterior se ha desarrollado la idea de que todo se realiza mediante energía. Hay diferentes tipos, ya sean no renovables como el carbón o el petróleo o renovables como la energía fotovoltaica.



El término energía define la capacidad que tiene un sistema de realizar un trabajo.

---

Sin los consumos actuales de energía, tampoco se tendría el nivel de desarrollo actual. Ambos conceptos están unidos, lo que se necesita es ligar un tercer concepto llamado desarrollo sostenible.

El desarrollo sostenible intenta que la calidad de vida siga aumentando sin disminuir la calidad ambiental. Por lo que intenta limitar los usos de energía para no desaprovecharla y aumentar los rendimientos de las instalaciones.

**Desarrollo sostenible:** herramienta para preservar el medio ambiente

### 1.1.2. Definición

La energía se puede definir como aquello que se puede generar a partir del trabajo o que puede convertirse en él. En la naturaleza existen distintos tipos de trabajo, por lo que también existirán distintos tipos de energía. Ejemplo: trabajo cinético y energía cinética. Todas estas formas de trabajo se generan al aplicarles una fuerza conocida (factor de intensidad) y un cambio generalizado (factor de capacidad).

Se distinguen dos tipos de energías: primaria y secundaria. La primaria es aquella que procede de la naturaleza: energía eólica o solar. Y la secundaria procede de la transformación de una primaria: gasolina.

Los primarios, a su vez también pueden dividirse en fósiles o renovables. Los fósiles extraen su energía de productos que se formaron hace millones de años, mientras que los renovables se extraen de flujos energéticos actuales y, prácticamente, en cualquier parte del mundo.

El calor se define como una energía en tránsito ya que está constantemente produciéndose en todas las transformaciones de la energía. Y además, se puede transmitir entre cuerpos debido a los desequilibrios térmicos. El calor pasa de cuerpos con mayores temperaturas a cuerpos con menores, en los de mayor temperatura se denomina que el cuerpo ha perdido temperatura por lo que se representa con un signo negativo, y en el segundo caso el cuerpo ha ganado; es decir, es capaz de absorber calor y se representa con signo positivo.

Experimentalmente se ha demostrado que el calor es una forma de energía, es el caso de la producción de calor cuando ocurre un trabajo mecánico.



Los combustibles sufren transformaciones en los que se cambian el combustible primario a productos secundarios más energéticos o más idóneos para la actividad a realizar.

---

En la actualidad, el planeta está sufriendo un cambio climático. Un factor que lo acelera es la emisión de gases que potencian el efecto invernadero. Estos gases son emitidos en las combustiones.

El efecto invernadero, es un efecto de la atmósfera natural y necesario para la vida tal y como hoy la conocemos. Hay unos gases en la atmósfera que atrapan la radiación calentando la superficie de nuestro planeta. Gracias a este efecto se acumuló el agua en las grandes masas acuáticas que hoy se conocen como océanos, y a partir de ellos se originó la vida en la tierra.

Lo que ocurre hoy en día, es que se están incrementando las concentraciones de esos gases, por lo que se está acumulando demasiada temperatura. Al incrementar la temperatura de la tierra, todo cambia de una manera rápida y drástica por lo que es necesario limitar la liberación de estos gases a la atmósfera.



El término de cambio climático, según la convención marco de las naciones unidas solo se refiere al cambio debido a factores humanos.

A consecuencia del incremento del efecto invernadero, la temperatura aumenta por lo que ocurre el cambio climático. Una de las consecuencias que ya se está dando es la desaparición de los glaciares. Se han tenido que desarrollar protocolos de evacuación para los que serán refugiados climáticos. Un ejemplo de ellos es un pueblo que vive al norte de Alaska, su territorio se está degradando a una alta velocidad. Se estima que en unos 30 años tengan que emigrar porque habrán desaparecido sus tierras.

1.1.3. Unidades

En Europa se usan las unidades del Sistema Internacional de Unidades. Se entiende como unidad al tipo de medida que se va a usar. La magnitud, es el parámetro que se quiere medir. En base a los establecidos por el Sistema Internacional de Unidades se van a citar las magnitudes con sus respectivas unidades y el símbolo que las representa.

Magnitud	Unidad	Símbolo de la unidad
Longitud	Metro	M
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	Segundo	S
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de moléculas	Mol	Mol
Intensidad luminosa	Candela	cd
Intensidad de corriente eléctrica	amperio	A