



# Manual

---

## para la Implantación de Instalaciones de Energía Solar Térmica en Viviendas





# Manual

---

**para la Implantación de Instalaciones de  
Energía Solar Térmica en Viviendas**

Segunda Edición, revisada y actualizada. 2004  
Primera Edición, 2001.

Depósito Legal: SE-2657-04

Dirección y Coordinación:

**David Cañavete Cazorla**, Arquitecto

**Jaime Martínez Davison**, Arquitecto Técnico

Servicio de Asesoramiento a Profesionales de la Edificación. Programa PROSOL.  
SODEAN, S.A.

**Rafael Lucas Ruiz**, Arquitecto

Catedrático de la Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica.

**Rafael Llácer Pantió**, Arquitecto Técnico

Profesor Titular de Escuela Universitaria de Arquitectura Técnica.

Trabajos gráficos:

**José Joaquín Puig Morales**

# Índice

## **1. INTRODUCCIÓN GENERAL**

## **2. MÉTODO DE TRABAJO**

## **3. CONTENIDO DE ESTE MANUAL**

### **P A R T E I**

#### ***Tipología de Viviendas y Cuestiones del Entorno***

1. Altura de la edificación
2. Orientación
3. Tipos de Cubiertas
4. Situación respecto a las lindes
5. Accesibilidad
6. Partes vistas y ocultas
7. Sombras
8. Estilo arquitectónico
9. Exposición al viento
10. Situación de núcleos húmedos y producción de agua caliente sanitaria

## P A R T E I I

### ***Sistemas Constructivos Habituales***

#### **1. Elementos estructurales**

- a) Forjados
- b) Paredes
- c) Cerchas

#### **2. Cubiertas**

- a) Cubiertas inclinadas
  - de tejas
  - de otros materiales
- b) Cubiertas horizontales
  - Azotea a la andaluza
  - Azotea a la catalana
  - Cubierta no transitable
  - Cubierta invertida

## P A R T E I I I

### ***Sistemas de Equipos Solares Domésticos***

#### **1. Tipología de los Equipos y características dimensionales.**

#### **2. Características de la instalación montada**

- Introducción
- 2.1. Pasatubos
- 2.2 Elementos exteriores
- 2.3 Accesibilidad
- 2.4 Acciones

#### **3. Descripción de las fases de montaje. Recomendaciones.**

- 3.1. Montaje soporte o firme estructura
- 3.2. Estructura
- 3.3. Acumulador
- 3.4. Captadores
- 3.5. Interconexiones-Valvulería
- 3.6. Red y circuito de consumo
- 3.7. Aislamiento

## P A R T E I V

### **Normativas**

- NBE AE-88 Acciones en la edificación
- NBE QB-90 Cubiertas con materiales bituminosos
- NBE FL-90 Muros resistentes de fábrica de ladrillo
- NBE CA-88 Condiciones acústicas en los edificios
- Impacto ambiental
- Impacto en el paisaje
- Impacto acústico
- Mantenimiento y conservación
- Seguridad y Salud en el trabajo

### **4. APLICACIÓN, MODELOS Y EJEMPLOS**

- 4.1. Implantación (primera etapa)
- 4.2. Implantación definitiva
- 4.3. Propuestas de soluciones constructivas

### **5. ANEXOS, VOCABULARIO, BIBLIOGRAFÍA**

- 5.1. Criterios de Integración Arquitectónica en el Programa PROSOL
- 5.2. Vocabulario
- 5.3. Bibliografía





# Manual para la Implantación de Instalaciones de Energía Solar Térmica en Viviendas

## 1. INTRODUCCIÓN GENERAL

---

### Objetivo

El presente Manual pretende difundir entre los instaladores y el sector profesional vinculado a la implantación de instalaciones de energía solar térmica en edificios y viviendas, instrucciones, detalles, prescripciones y ejemplos capaces de mejorar la situación actual de la implantación de estas instalaciones en la edificación sin que supongan un incremento sustancial del coste de las mismas.

### Justificación

La necesidad de disponer de un Manual de estas características viene recomendada por el gran desarrollo que las instalaciones de energía solar por radiación térmica están teniendo y el más que previsible incremento que tendrán en el futuro. Las características principales que definen la situación actual son las siguientes:

a) La implantación de estas instalaciones se realiza sobre edificios ya construidos, de los que la mayoría de las veces no se dispone de información relativa a sus características.

b) La implantación la realizan operarios principalmente preparados en conocimientos sobre la instalación de energía solar que desconocen los aspectos constructivos derivados de la implantación.

c) A pesar de tratarse de una instalación de tecnología relativamente sencilla, por su situación en cubiertas, expuestas a acciones meteorológicas diversas, se asumen a veces riesgos, tanto de su implantación como de su desarrollo posterior, que en algunos casos no están suficientemente estudiados por lo que se puede plantear una duda razonable respecto a la seguridad.

d) La situación de la instalación en partes altas de la vivienda produce un impacto visual que es preciso evaluar y aminorar.

Dadas las características actuales del mercado de la Energía Solar en Andalucía, y la pretensión de este Manual de ser un elemento eminentemente práctico para el instalador, el presente documento se centrará fundamentalmente en la incorporación de Equipos Solares Domésticos (ESD) en viviendas unifamiliares. A pesar de ello muchos de los criterios y recomendaciones que a continuación se exponen pueden considerarse válidos para la incorporación de instalaciones solares en edificios con carácter general.

## 2. MÉTODO DE TRABAJO

La existencia de un método sistemático de trabajo es una ayuda a la hora de resolver cualquier problema, ya que recoge todos los aspectos que la experiencia y el conocimiento de temas similares han producido sobre el tema. En el caso de las instalaciones de energía solar en viviendas permite realizar un análisis previo del edificio que sirve para acotar la dimensión del problema de implantación. Una vez conocida esta cuestión, se procede a estudiar los sistemas solares que se pueden implantar, es cuestión de promover soluciones para posteriormente evaluar y seleccionar la mejor, es decir, aquella que acumule el mayor número de ventajas. Los pasos a seguir son los siguientes:

### 1.- Análisis de la vivienda

Se desarrollan en la parte I los aspectos de la vivienda que deben ser estudiados para establecer los parámetros que la definen, ventajas, inconvenientes.

### 2.- Sistema constructivo

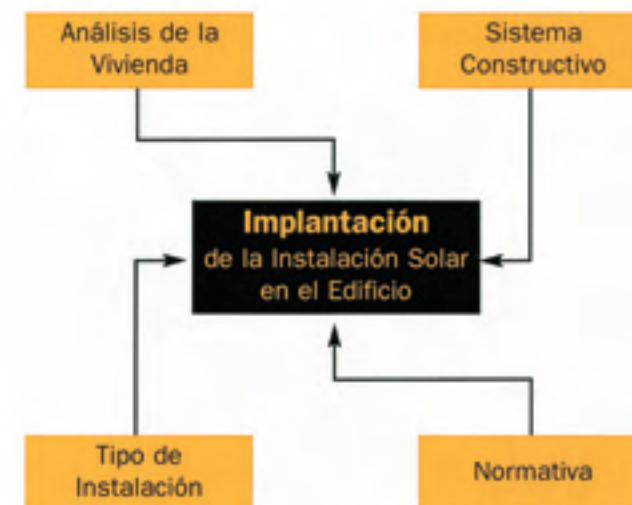
En la parte II se recogen diversos sistemas constructivos habituales que es preciso conocer para poder implantar la instalación con garantías de seguridad.

### 3.- Equipos solares

La parte III recoge los sistemas solares existentes de forma que puedan conocer sus prestaciones y acciones sobre la edificación.

### 4.- Normativas

Es preciso conocer y aplicar las normativas en vigor. En la parte IV se recogen las más importantes.



**Figura 1.** Método de Análisis para incorporar una instalación solar a edificio



### 3. CONTENIDO DE ESTE MANUAL

#### P A R T E I

##### TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS Y CUESTIONES DEL ENTORNO

Aunque no es posible en la realidad de forma práctica encontrar dos viviendas iguales, sí podemos agrupar de cara a la implantación de instalaciones de energía solar las diferentes viviendas en tipos que presenten los mismos problemas, con el objeto de tener previstas soluciones que de manera inmediata puedan aplicarse a los diversos casos que se puedan presentar.

Se relacionan a continuación diversos grupos de parámetros divididos a su vez en otros apartados de forma que se puedan aislar los problemas y evaluar su importancia en el conjunto de factores que intervienen en la implantación de un sistema de energía solar.

#### 1. Altura de la edificación

– **Uniforme:** Todo el edificio tiene la misma altura (una planta, dos plantas, tres plantas).

- *Cuando el edificio tiene una altura uniforme tan solo puede existir un problema de orientación en tejados y de sombras de pretilas en las cubiertas horizontales. En este tipo de cubiertas los problemas más habituales suelen aparecer a causa de elementos tales como antenas, tendederos, chimeneas, shunts, etc. Hay que señalar también que el factor de la altura influye en la exposición al viento.*
- *Siempre que sea posible, ubicar el equipo solar como mínimo a 2 metros de distancia del pretil de la azotea (mirar Especificaciones Técnicas punto 11.8).*



Figura 2. Vivienda con altura uniforme.



Figura 3. Vivienda con altura variable

– **Variable:** El edificio está compuesto por diversas partes de altura diferente.

- *En edificios de diferentes alturas es preciso estudiar con detalle las sombras arrojadas.*

## 2. Orientación

Como los captadores solares necesitan una orientación Sur principalmente, es necesario conocer la orientación de las viviendas.

- *Donde se suelen dar más problemas es en las viviendas adosadas ya que estas suelen tener una dirección predominante.*
- *Es importante tener presente los márgenes de orientación que actualmente permiten las Especificaciones Técnicas: SUR $\pm$ 45°.*
- *Según se ha comprobado en visitas in situ, un error frecuente consiste en una mala medición de la orientación por desmagnetización de la brújula u otras causas. Para evitarlo conviene realizar 2 mediciones con brújulas ubicadas en sitios diferentes.*

## 3. Tipos de cubiertas

La instalación solar se va a situar en multitud de ocasiones sobre la cubierta, ya que existe un mejor soleamiento. Es por tanto muy importante conocer los tipos, sus ventajas, inconvenientes y características constructivas.

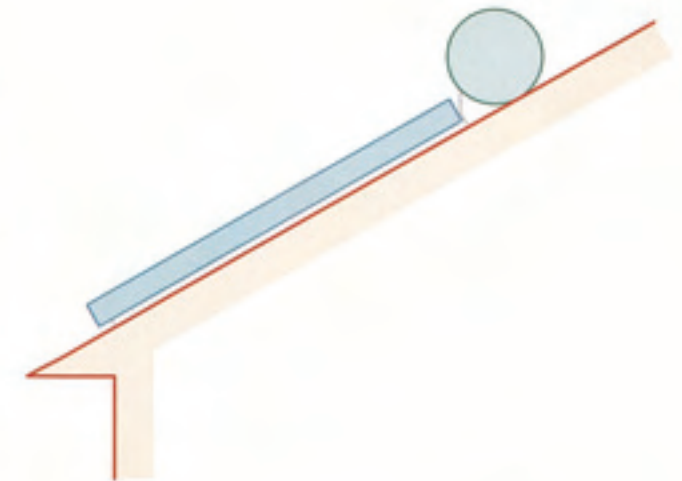
Por ser el lugar más alto del edificio, su correcta implantación disminuirá sensiblemente el impacto ambiental.

Podemos distinguir los siguientes tipos:

**a) Tejados:**

Cubiertas inclinadas acabadas con tejas.

- *En los tejados es necesario conocer la inclinación para analizar su adecuación a la inclinación de los paneles.*
- *Por su disposición inclinada los tejados permiten, siempre que la orientación sea favorable, la colocación de los elementos de la instalación de energía solar en la misma dirección que el faldón de la cubierta.*
- *La inclinación de los tejados en las viviendas andaluzas suelen estar entre los 15° y 30°. Estos valores pueden ser tomados para la inclinación de los captadores siempre que el equipo esté "apoyado en cubierta".*
- *Podemos distinguir tejados a dos, cuatro aguas y varias aguas, y cubiertas que llamamos de pabellón. En general cuanto más paños tenga una cubierta más pequeños serán y más difícil será incluir la instalación en ellos.*
- *Como inconvenientes podemos considerar su difícil accesibilidad para registro y mantenimiento.*

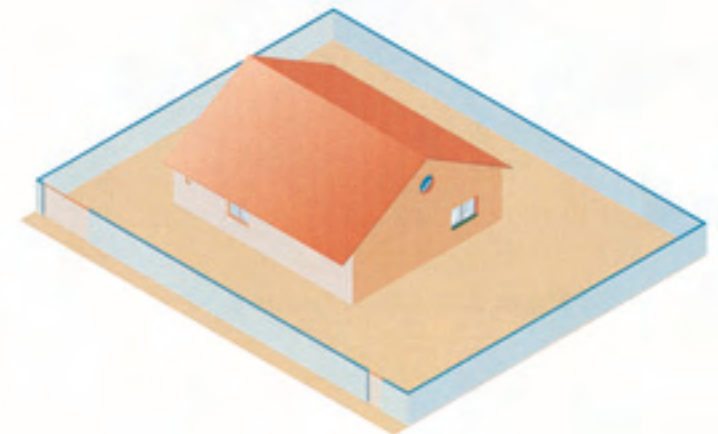


**Figura 4.** Equipo Solar apoyado en cubierta

**b) Azoteas:**

Cubiertas horizontales con pequeñas inclinaciones y pretilas.

- *Las azoteas o castilletes por su horizontalidad son favorables a cualquier orientación siempre que no existan sombras arrojadas de pretilas o de otros elementos. En general serán accesibles y de fácil mantenimiento.*



**Figura 5.** Vivienda Aislada

**c) Otras cubiertas:**

Cubiertas de materiales como el fibrocemento, o de formas diversas como bóvedas, monteras u otros.

- Los apartados anteriores recogen la mayor parte de las cubiertas de viviendas que podemos encontrar, no obstante sobre todo en elementos anexos se pueden presentar cubiertas de fibrocemento, de placas metálicas galvanizadas, sobre estructuras metálicas en otras techumbres. En estos casos el principal problema que puede aparecer es la falta de resistencia de la cubierta para ubicar el equipo, por lo que conviene consultar con técnico competente.

#### 4. Situación respecto a las lindes

##### a) Aisladas

Consideramos que una vivienda es aislada cuando no tiene paredes medianeras y en general está rodeada de jardines, piscinas o espacios exteriores propios.

- En estos espacios exteriores se puede instalar un sistema solar siempre que así convenga. Los espacios exteriores pueden estar arbolados o ajardinados y es conveniente analizar sus sombras.

##### b) Adosada

Las viviendas adosadas tienen dos fachadas opuestas y dos paredes medianeras con otras de tipo similar.

Pueden tener la fachada en la linde de la parcela o un jardín delantero, así como un patio trasero en casi todos los casos.

- En general estas viviendas son pequeñas y sólo es posible instalar la energía solar en la cubierta, por lo que será importante el tipo de cubierta y la orientación.



Figura 6. Viviendas Adosadas

#### 5. Accesibilidad

Entendemos por accesibilidad la posibilidad de acceder y registrar de forma sencilla y segura los



elementos de la instalación para su conservación y mantenimiento.

- *Es importante tener en cuenta que las instalaciones han de ser accesibles, tanto para el montaje de la instalación como para su posterior limpieza y mantenimiento.*

## 6. Partes vistas y ocultas

---

Queremos considerar en este apartado la determinación de aquellas partes de la vivienda que por su posición quedan a la vista o por el contrario no se contemplan desde la vía pública u otros espacios colectivos.

- *Esta cuestión es importante desde el punto de vista del impacto en el paisaje. Conviene recordar que conforme crece el número de sistemas solares instalados, crece la posibilidad de rechazo por parte de los ciudadanos ante el impacto visual, lo que puede provocar un efecto negativo en la valoración de este tipo de energías por los ciudadanos.*

El estudio del impacto visual debe ser más exhaustivo en las zonas urbanas más consolidadas, es decir en aquellas que tienen un mayor valor histórico.

## 7. Sombras

---

Por las características específicas de los captadores solares es preciso que se aproveche el máximo tiempo posible su exposición a la radiación solar, por lo que de acuerdo con los volúmenes y la orientación de las viviendas existirán zonas de mayor o menor sombreado.

El análisis de sombra se debe realizar para todo el año, considerando el caso más desfavorable (solsticio de invierno, 21 de diciembre).

Es conveniente incluir los edificios colindantes.

En algunos casos es conveniente tener en cuenta el crecimiento interno del entorno.

Es necesario tener en cuenta las sombras del arbolado de los espacios exteriores, ya sea de la propia vivienda, de las próximas o de los espacios públicos que la rodeen.

■ *Con respecto a las sombras habrá que considerar lo indicado en las Especificaciones Técnicas en los puntos 11.7 y 11.8.*

## 8. Estilo arquitectónico

---

Podemos distinguir dentro de la gran variedad de “estilos arquitectónicos” que presentan las diferentes viviendas tres grandes grupos:

- a) Las viviendas que podemos considerar de valor histórico por su monumentalidad y abundancia de elementos ornamentales.
- b) Las viviendas de tipo tradicional andaluza, que integra elementos actuales con formas tradicionales de la arquitectura popular.
- c) Viviendas de corte moderno, donde predominan volúmenes puros con formas originales.

■ *El estilo arquitectónico ha de entrar en confrontación estética con la instalación de energía solar, siendo más importante el impacto cuanto más clásico o histórico sea el edificio y más fácil de integrar cuanto más moderno. En algunos edificios históricos esta cuestión será tan importante que no se podrá instalar.*

## 9. Exposición al viento

---

Nos referimos en este apartado a la importancia que tienen los vientos que inciden sobre los paneles.

Aspectos a tener en cuenta respecto a este parámetro son:

- La dirección
- La intensidad

- Altura del lugar donde se encuentra la vivienda
- Situación de abrigo

■ Normalmente la velocidad del viento es mayor conforme crece la altura donde se ubique el equipo.

## 10. Situación de núcleos y producción de agua caliente

Es importante tener en cuenta la situación de los núcleos húmedos y en particular del lugar donde se va a producir el agua caliente de apoyo, si ésta existe, con el objeto de que estén situados lo más cerca posible, redundando en una economía de consumo.

■ Como regla general debe seguirse el que no haya una distancia superior a los 15 metros entre el Equipo Solar y el lugar más alejado de consumo.

### CONCEPTOS BÁSICOS

- Para ubicar el Equipo Solar habrá que analizar dos variables fundamentales: Altura y Sombreamiento. A mayor altura, menor sombreamiento, pero mayores dificultades de accesibilidad para el montaje y mantenimiento.
- Es muy importante realizar una correcta medición de la orientación del edificio y de los diferentes elementos que lo componen, ya que la necesidad de desviar el equipo solar con respecto a dicho edificio por una mala medición puede dificultar en exceso el montaje además de encarecerlo.
- La mayoría de los tejados de las viviendas andaluzas tienen inclinaciones entre 15-30°, que pueden ser utilizadas como inclinación del equipo siempre que estén apoyados en cubierta.
- En las viviendas aisladas se debe estudiar la posibilidad de montar la instalación en los espacios exteriores pertenecientes a la vivienda.
- En la vivienda adosada es muy importante la correcta medición de la orientación de la cubierta.
- El estudio del impacto visual debe ser más exhaustivo cuanto mayor sea el grado de consolidación de la trama urbana a considerar.
- El principal factor que afecta a la velocidad del viento es la altura.
- La distancia entre la ubicación del equipo y los lugares más alejados de consumo no debe ser superior a 15 metros.



## P A R T E I I

### **SISTEMAS CONSTRUCTIVOS HABITUALES**

La implantación de un sistema solar sobre una vivienda lleva aparejado el estudio del soporte concreto sobre el que se va a asentar esta instalación, que tendrá que responder a las premisas de seguridad respecto a hundimientos, desplomes, caídas por efecto del viento o del peso propio, producción de humedades, atracción de rayos, vibraciones, entre otros.

En esta sección se pretende analizar los diferentes sistemas constructivos sobre los que se va a implantar la instalación, para una posterior clasificación con definición de los problemas habituales.

El sistema constructivo habitual está basado en la conjunción de un elemento resistente, que llamaremos en adelante **elemento estructural**, que puede ser un forjado, muros, cercha, vigas u otros elementos. Al decir resistente, nos referimos, a que son capaces de soportar esfuerzos producidos por diversas situaciones que afecten a la vivienda.

Sobre estos soportes se construyen los elementos de cubrición (cubiertas, cerramientos, etc.) cuyas misiones fundamentales son canalizar las aguas de lluvia, evitar humedades y aislar térmica y acústicamente a la vivienda.

En algunos casos no es fácil distinguir el soporte de la cubierta, ya que el sistema constructivo forma una unidad.

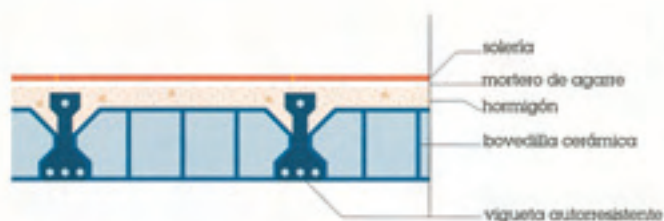


Figura 7. Forjado de hormigón

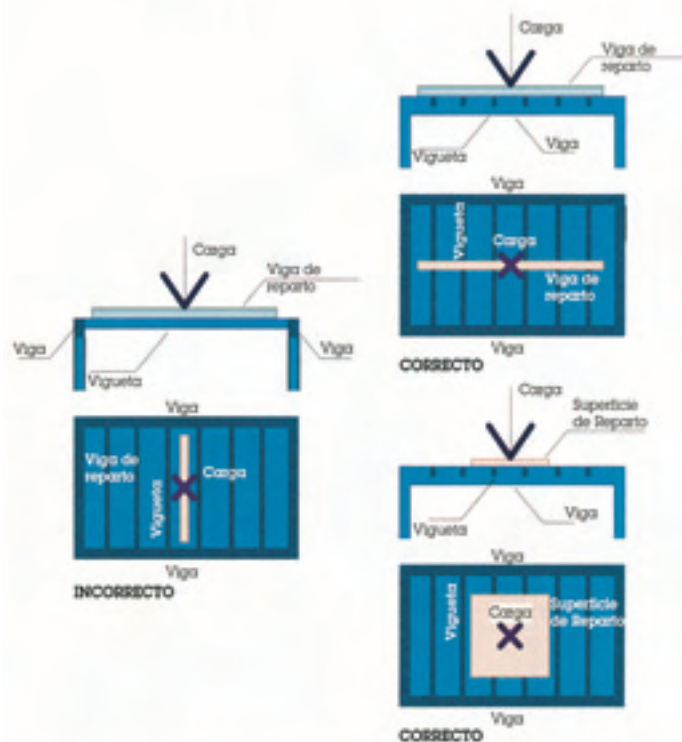


Figura 8. Reparto de cargas en forjados

## 1. Elementos estructurales

### a) Forjados

#### - de hormigón:

Elementos constructivos, horizontales o inclinados, constituidos por viguetas (de hormigón o metálicas), bovedillas (de hormigón o cerámicas) y capa de compresión de hormigón.

- Por la forma de trabajar la estructura, las cargas deben estar repartidas y debemos de huir de cargas puntuales, ya que podrían partir las bovedillas o producir fisuras por cargar sobre una sola vigueta.

- Es conveniente repartir la carga en la dirección perpendicular a las viguetas.

#### - de madera:

En este caso el entramado está constituido por elementos de madera: tablazón, vigas, etc.

- Se tiene que tener en cuenta las mismas consideraciones respecto al reparto de las cargas. En este caso la mayor flexibilidad de la madera da lugar a la aparición de flechas en las vigas.

- Este tipo de estructura suele ser habitual en viviendas antiguas, que pueden estar o no rehabilitadas, por lo que en estos casos es conveniente consultar con técnico competente.

### b) Paredes

Formados por fábricas de  $\frac{1}{2}$ , 1,  $1\frac{1}{2}$  pie o más, con ladrillos huecos o macizos perforados.

En el caso de fachadas nos podemos encontrar con cerramientos de 1 pie o más (muros de carga), o cerramientos compuestos por fábrica de  $\frac{1}{2}$  pie (citarra), cámara de aire y tabique interior.

■ Ver más adelante el apartado correspondiente a los muros resistentes de fábrica de ladrillo.

■ Como criterio general se considera que una pared para ser resistente debe ser, como mínimo, una citara de  $1/2$  pie de espesor (12 cm).

### c) Cerchas

Elemento constructivo situado en la coronación del edificio -normalmente de forma triangular- constituido por perfiles metálicos o vigas de madera.

Por la naturaleza en general de esta estructura procede hacer un estudio detallado.

## 2. Cubiertas

### a) Cubiertas inclinadas

#### - de tejas:

Cubrición de la vivienda con tejas cerámicas o de cemento sobre planos inclinados. Estos planos inclinados pueden ser tableros de rasillones sobre tabiquillos o forjados.

■ Las tejas cerámicas son elementos rígidos que pueden fracturarse con mucha facilidad. Dado que la estanqueidad de la cubierta al agua se confía a estos elementos es muy importante que estas fracturas no se produzcan. Como regla general puede decirse que las tejas que no están fuertemente sujetas con mortero -es posible levantarlas con la mano- se fracturan simplemente pisándolas. En cualquier caso hay que evitar cargas puntuales sobre las tejas.

#### - de otros materiales:

Placas de chapa galvanizada, de fibrocemento, tipo sandwich (doble hoja de chapa lacada con interposición de aislamiento)



Figura 9.  
Cerramientos y muros de fábrica de ladrillo



Figura 10. Cercha Metálica

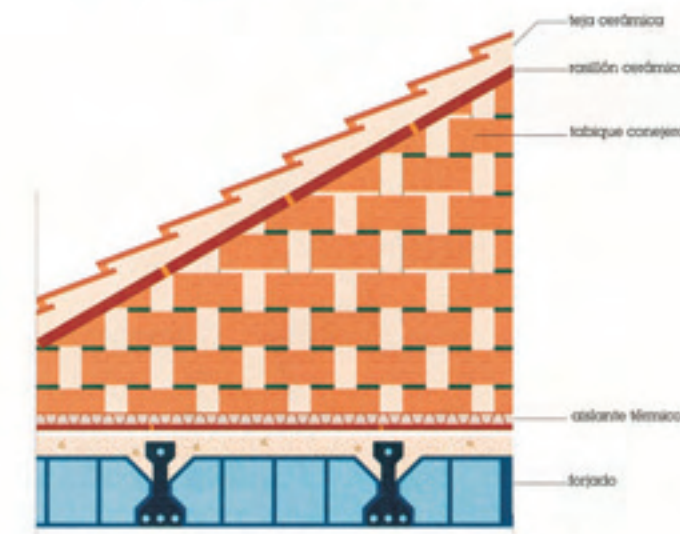


Figura 11. Cubierta inclinada de tejas

### b) Cubiertas horizontales

– **Azotea a la andaluza:** Formada por las siguientes capas: Formación de pendiente con hormigón aligerado, mortero de regularización, membrana de impermeabilización, mortero de protección y terminación de solería de 14x28.

– **Azotea a la catalana:** Igual a la anterior, realizándose la formación de pendiente con tableros de rasillones sobre tabiquillos.

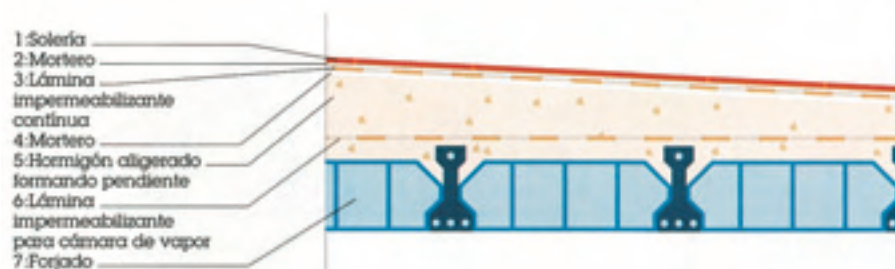


Figura 12. Azotea a la Andaluza

■ En este tipo de cubiertas la fractura de la solería no es habitual, sin embargo siempre es recomendable el reparto de cargas.

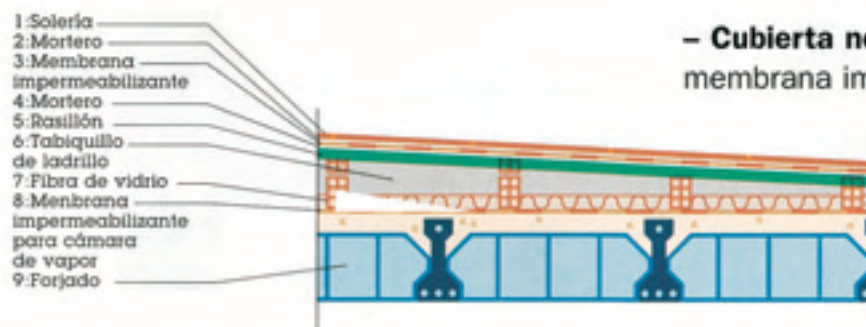


Figura 13. Azotea a la Catalana

– **Cubierta no transitable:** En este caso la terminación no se realiza con solería sino mediante membrana impermeabilizante autoprotégida (mineral o aluminio gofrado).



**- Cubierta invertida:**

Sobre la formación de pendiente se sitúa la impermeabilización, el aislamiento y una capa de gravilla suelta.

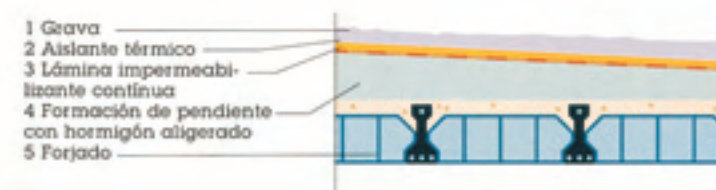


Figura 14. Cubierta invertida

- *En este tipo de cubiertas es muy importante el reparto de cargas, ya que las cargas puntuales pueden romper la lámina asfáltica o el aislamiento provocando humedades y condensaciones en el interior de la vivienda.*

### CONCEPTOS BÁSICOS

- En los forjados basados en viguetas se debe repartir la carga en dirección perpendicular a las mismas, o superficialmente.
- En el caso de utilizar una pared como elemento resistente, ésta debe ser como mínimo una citara de medio pie de espesor (12 cm).
- En las cubiertas de tejas es imprescindible el reparto de cargas puntuales.
- En las cubiertas planas no transitables se evitará la rotura de láminas asfálticas o aislantes colocando elementos intermedios de apoyo y reparto.



**P A R T E I I I****SISTEMAS DE EQUIPOS SOLARES DOMÉSTICOS****1. Tipologías de los Equipos Solares y características dimensionales**

Los diferentes Equipos Solares están constituidos por elementos o componentes con unas magnitudes dimensionales y de peso específicas, así como por una tipología variables. A continuación se acompañan fichas que recogen los datos y características útiles para su correcta implantación.

Aunque en la realidad el instalador trabaja habitualmente con un único fabricante de equipos, es importante que conozca que la tipología del equipo es un factor determinante en la colocación del equipo en el edificio, y que normalmente cada tipología tiene asociados unas condiciones de colocación del equipo más favorables que otras.

Por tanto un criterio a tener en cuenta por el instalador (y por el fabricante en la medida que genera el producto) es que el equipo será más competitivo en la medida que sea capaz de asumir el mayor número de exigencias impuestas por el edificio, es decir, en la medida que estas exigencias estén previamente estudiadas durante el diseño del equipo.

# EQUIPOS SOLARES DOMÉSTICOS HOMOLOGADOS EN EL PROGRAMA PROSOL

MARCA	MODELO	TIPO	DIMENSIONES			VOLÚMEN (l)	LLENO (Kg)	PESO	VACÍO (Kg)	Nº APOYOS
			LARGO (mm)	ANCHO (mm)	ALTO (mm)					
CHROMAGEN	200-A	1	2000	1360	1680	200	346	141	4	
CHROMAGEN	200-C	1	2000	1360	1680	200	384	172	4	
CHROMAGEN	300-AN	1	2200	2250	1658	300	515	207	4	
CHROMAGEN	300-C	1	2200	2250	1658	300	566	248	4	
CHROMAGEN	300-F	1	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	300			4	
DISOL	D-200-AM	2,3,4	2105	1050	2090	200	370	165,5	4	
DISOL	D-300-AM	2,3,4	2210	2180	2165	300	585	280,5	4	
DISOL	D-300-CM	2,3,4	2210	2180	2165	300	556	254,7	4	
DISOL	F-300-AM	7	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	300	585	280,5	4	
DISOL	FI-350	7	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	220	396	174,2	4	
DISOL	TI-350	2,3,4	1980	2100	1680	220	396	174,2	4	
GIORDANO	KSH 201 H	4	2365	1790	1310(15°) 1940(40°)	180	273	93	4	
GIORDANO	KSH 302 HE	4	2365	2400	1310(15°) 1940(40°)	270	420	150	4	
ISOFOTON	THC-150-C	2,3,4	1250	2500	1260	150	350	200	4	
ISOFOTON	THC-150-S	1	1110	2400	1550	150	450	280	4	
ISOFOTON	THC-300	2,3,4	2250	2200	2250	300	600	285	4	
ISOFOTON	THC-300-C	2,3,4	2000	2500	1650	300	695	370	4	
ISOFOTON	THC-300-S	1	2400	2100	1550	300	775	430	4	
ISOFOTON	THD-150-C	2,3,4	1250	2500	1260	150	350	200	4	
ISOFOTON	THD-300	2,3,4	2250	2200	2250	300	545	285	4	
ISOFOTON	THD-300-C	2,3,4	2000	2500	1650	300	595	295	4	
ISOFOTON	THC-150-S2	1	1200	1975	1675	150	420	250	4	
ISOFOTON	THD-150-S2	1	1200	1975	1650	150	357	205	4	
ISOFOTON	THC-300-S2	1	2100	2000	1650	300	695	370	4	
ISOFOTON	THD-300-S2	1	2100	2000	1650	300	590	290	4	
MEGASUN	STEEL-200	2,3,4	2110	1375	2065	190	348	158	4	
MEGASUN	STEEL-300	2,3,4	2110	2170	2065	290	237	527	4	
PMP	CHD-300	2,3,4	2070	2230	2040	317	407	107	4	
PMP	CVD-400	6	4400	2000	1440	400	519	119	4	
PROMASOL	CHD-300-E	2,3,4	2055	2321	1978	300	407	107	4	
RAYOSOL	CPT-200	6	1600	2320	1310	200	255	55	4	
RAYOSOL	CPT-400	6	1350	3840	1360	400	475	75	4	
RAYOSOL	CPTH-300	1	2260	1880	1780	300	348	48	4	
SOLAHART	180-J	2,3,4	2600	1480	510	180	240	60	4	
SOLAHART	300-J	2,3,4	2600	2320	510	300	397	84	4	
EDWARDS	LX 180	2,3,4	2540	1390	180	300	274	83	4	
EDWARDS	LX 305	2,3,4	2540	2000	300	300	460	138	4	
TERMICOL	CT 300 DA	2,3,4	2260	2200	2100	300	571	271	4	
TERMICOL	CT 300 DB	1	2060	2200	1960	300	571	271	4	
TERMICOL	CT 300 IA	2,3,4	2260	2200	2100	300	626	326	4	
TERMICOL	CT 300 IB	1	2060	2200	1960	300	626	326	4	
VISSMANN	VITOSOL A300V	7	VARIABLE	VARIABLE	VARIABLE	300			4	



## 2. Características de la instalación montada

### Introducción

El conjunto de cada instalación demandará en cada caso unas necesidades para su correcto funcionamiento y mantenimiento, en particular en lo relativo a accesibilidad a registro y conexiones.

La instalación de energía solar estará compuesta por los paneles, depósito, y bomba cuando proceda, más un conjunto de equipamiento complementario que es preciso:

1. conectar desde el exterior al interior
2. conservar en correcto estado de funcionamiento
3. acceder para revisión y mantenimiento
4. contemplar las acciones que ejercen los equipos
5. otras consideraciones

### 2.1. Pasatubos

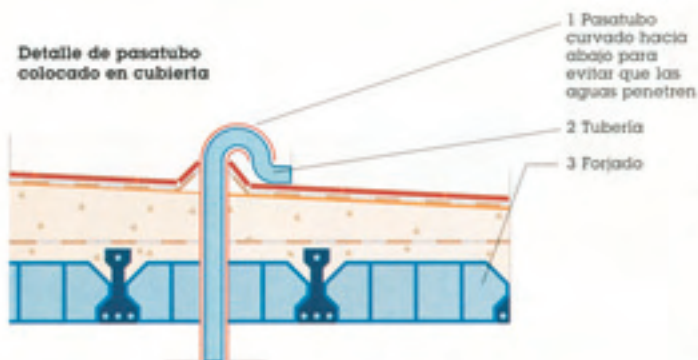
Las instalaciones solares tienen canalizaciones y cables eléctricos de diversos tipos que tienen que conectar la instalación exterior con elementos del interior de la vivienda. El paso de estas instalaciones tendrán que realizarse a través de muros, forjados u otros elementos constructivos. Para ello es preciso instalar previamente unos pasatubos realizados con tubos de PVC empotrados en esos elementos constructivos con la holgura suficiente para que no se produzcan roturas y queden independizados la estructura o cerramiento de la propia instalación. De la buena construcción de estas soluciones se evitarán dos problemas: humedades y roturas de los elementos de la instalación.

■ **Evitar el paso de forjados siempre**, no obstante cuando no tengamos otra opción se adoptarán soluciones de pasatubos pero siempre teniendo en cuenta la previsión correcta de la adaptación a la impermeabilización, en el caso de cubiertas y consultando a técnico competente.

Detalle de pasatubos colocados en cerramientos



Figura 15. Pasatubos en cerramientos



**Figura 16.**  
Pasatubos para forjados de cubiertas

- Asimismo tener siempre en cuenta no afectar a los elementos estructurales.

## 2.2. Elementos exteriores

Al margen del equipo solar propiamente dicho, en el exterior es preciso situar tuberías, cables, cuadros, conexiones, elementos de control y otro aparellaje, que deberán estar previstos para el deterioro que puedan sufrir por la acción del sol, la lluvia, etc.

Por todo ello recordamos las disposiciones del RBT (Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión) en relación con los mecanismos exteriores, el aislamiento de tubería en exterior que se envejece, válvulas con mando de plástico que se endurecen, etc.

- Una de las funciones del Area de Calidad del Programa PROSOL es asesorar a los instaladores sobre materiales y componentes adecuados para las instalaciones.

## 2.3. Accesibilidad

No debemos olvidar que la instalación una vez terminada necesita poder ser mantenida (limpieza de paneles, comprobaciones...), para lo cual es necesario poder acceder de forma cómoda y sobre todo segura a la instalación. Esto se concreta mediante correctos espacios, barandillas, escaleras, elementos de sujeción, etc.

- Para ello podemos establecer una serie de recomendaciones:
  - Si existen varias opciones aprovechar la posibilidad de colocar el equipo en cubiertas planas.
  - Situar el equipo en un lugar que permita posteriormente el acceso mediante escalera de mano convencional.
  - Situar el equipo a la menor distancia desde donde se pueda colocar la escalera de mano, para de esa forma andar lo menos posible por la cubierta.

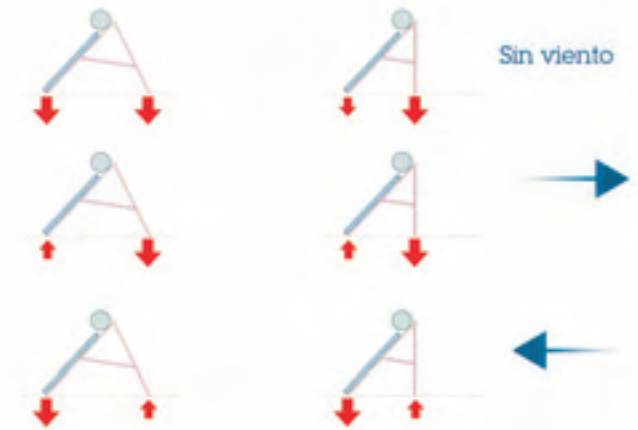
– Si el acceso desde una escalera desde el suelo es muy alto o imposible, se deberá contar con la posibilidad de poder colocar el equipo próximo a una terraza o balcón que permita usar una escalera desde ese lugar.

## 2.4. Acciones

Las formas que tienen los diferentes equipos hay que tenerlas en cuenta a la hora de estudiar las acciones que éstos ejercen sobre la edificación ya que no es suficiente con el conocimiento del peso y las dimensiones. Es preciso tener en cuenta la forma de reparto de las cargas en la cubierta, la acción del viento que estará en función de la altura y de la dirección e inclinación.

## 2.5. Otras consideraciones

- Se deberá aprovechar al máximo la inclinación de la cubierta, evitando la colocación de estructuras suplementarias.
- Estudiar los márgenes permitidos en la orientación, aprovechando en lo posible los faldones de las cubiertas.
- Al colocar la conducción de la válvula de seguridad se tendrá en cuenta la cercanía del tránsito de personas a las que se puede quemar.
- La distancia del circuito de consumo debe ser la menor posible, para evitar pérdidas térmicas.
- Por estética no llevar el circuito hidráulico por fachada, así como utilizar la pintura de aislamiento de color teja.



**Figura 17.**

Proporción de las cargas producidas por los equipos en función de la tipología de los mismos y de la acción del viento

### 3. Descripción de las fases de montaje. Recomendaciones

El montaje de los equipos solares domésticos en viviendas conlleva una serie de fases que en general suelen ser comunes para todos los tipos de equipos. A continuación se desarrollan las fases de trabajo de montaje de forma cronológica, e indicando las recomendaciones a tener en cuenta para un correcto mantenimiento posterior y seguridad en el trabajo.

#### 3.1. Montaje soporte o firme estructura

En esta fase es habitual que sea necesario realizar trabajos de albañilería. Esta labor la realizan a veces personas ajenas a la propia empresa.

- *Intentar que todo el proceso sea realizado por la empresa instaladora y que ésta disponga de personal adecuado para ello.*
- *Evitar soportes demasiado complejos.*
- *Evitar obstrucción de las vías de evacuación del agua.*

#### 3.2. Estructura

Ensamblaje de los distintos perfiles que forman la estructura soporte del equipo solar y conexión (atornillado, embutido, etc.) con elemento de fijación a la cubierta.

- *Buscar zonas de trabajo anexas a la zona de colocación del equipo que sean estables (terrazas, azoteas, etc.).*
- *En cubiertas inclinadas ensamblar la estructura primero y subirla después a la cubierta con grúa.*

#### 3.3. Acumulador

Atornillado del acumulador sobre la estructura del equipo solar. Éste suele subirse mediante grúa aunque en la mayoría de los casos se apoya sobre la cubierta antes de subir a la estructura.

- *No apoyar el depósito en zonas donde haya tejas sueltas, porque el riesgo de rotura de las mismas es muy alto.*



- *Subir el depósito con grúa y colocar directamente sobre la estructura sin apoyar en la cubierta.*

### 3.4. Captadores

Atornillado entre captadores y estructura. En la mayoría de los casos se suele subir con una grúa y se deja apoyado sobre la cubierta.

- *En este caso apoyar los captadores sobre la cubierta es menos problemático porque la carga es menor y el reparto de la misma mayor.*
- *Asegurar el atornillado de captadores a estructura para contrarrestar posibles acciones por efecto del viento.*

### 3.5. Interconexiones-Valvulería

Montaje de conexiones (tuberías) entre acumulador y captadores, intercalando la valvulería propia de cada equipo solar.

- *Intentar reducir al mínimo el trabajo sobre la cubierta.*

### 3.6. Red y circuito de consumo

Conexión de equipo con la red (llenado) y con circuito de consumo (a través del sistema auxiliar en serie o en paralelo con éste).

- *Cuidar el paso de tuberías a través de muros mediante la colocación pasatubos.*
- *No tocar la tubería de alimentación de gas del sistema de energía auxiliar.*

### 3.7. Aislamiento

Aislado de interconexiones y tuberías de circuito de consumo mediante coquillas de material aislante y protección de éste con pintura de exteriores.

- *Traer el aislamiento del almacén con una primera mano de pintura y dar una segunda "in situ" antes de subir las tuberías.*

#### CONCEPTOS BÁSICOS

- La tipología del equipo influye en la forma de colocación del mismo. No todos los equipos se pueden montar en todos los edificios.
- Para el paso de tuberías y cables a través de elementos del edificio se deben utilizar pasatubos.
- Cuidar las condiciones de accesibilidad de la instalación.
- Observar cómo se transmiten las cargas de la instalación al edificio.
- Realizar el mayor número de tareas posibles en lugares estables cerca de la cubierta.
- Utilizar lo máximo posible la grúa para elevar los componentes de la instalación.
- Trabajar el mínimo tiempo posible sobre la cubierta.



## P A R T E I V

### **NORMATIVAS**

A continuación enunciamos los principales puntos a tener en cuenta en la normativa que afecta a la edificación. Es conveniente recordar que toda esta normativa es de obligado cumplimiento en la edificación. Cabe destacar el carácter genérico y no exhaustivo de la relación de disposiciones relativas a la Edificación y Energía Solar Térmica que se adjuntan. Los Colegios Profesionales disponen de listados de normativas de aplicación en los distintos proyectos.

#### **1. NBE AE-88 Acciones en la edificación**

##### **Son de destacar los capítulos que siguen**

Capítulo II Acciones gravitatorias

Capítulo III Cargas de uso

Capítulo IV Sobrecargas de nieve

Capítulo V Acciones del viento

- *Estos capítulos hacen referencia al cálculo de las cargas producidas por efecto del peso (acciones gravitatorias), del viento y la nieve. Se recuerda que el punto 21.9 de las Especificaciones Técnicas obliga a dimensionar el anclaje del equipo de forma que resista las cargas producidas por estas acciones.*

#### **2. NBE QB 90 Cubiertas con materiales bituminosos**

##### **Son de destacar los capítulos y artículos que siguen:**

Artículo 4.4.8 Anclaje de elementos, del capítulo 4, Ejecución de la cubierta.

- *Debe evitarse que los anclajes y los apoyos de elementos tales como barandillas o mástiles, atraviesen la impermeabilización, para lo que deben fijarse preferentemente sobre paramentos o sobre bancadas apoyadas en el pavimento, por encima de la impermeabilización.*

## Capítulo 6 Utilización y mantenimiento de las cubiertas

- *No debe recibirse sobre la cubierta elementos tales como antenas, mástiles, etc., que perforen la impermeabilización o el aislamiento o que dificulten el desagüe de la cubierta.*
- *Cuando en la cubierta de un edificio se sitúen, con posterioridad a su ejecución, equipos de instalaciones que necesiten un mantenimiento periódico, deben disponerse las protecciones adecuadas en sus proximidades para que en el desarrollo de dichas operaciones no se dañe la impermeabilización.*

En las cubiertas no transitables debe ponerse especial atención para que los equipos móviles de mantenimiento sólo circulen por zonas previstas.

### **3. NBE FL-90 Muros resistentes de fábrica de ladrillo**

---

Es de destacar el capítulo 5, Cálculo de muros.

- *Es norma de buena construcción **no anclar o sostener elementos de peso en muros de espesor inferior a 12 cm** construido con ladrillo macizo (citara) ni de altura superior a 3 metros. En cualquier caso es preciso consultar la Norma y realizar un estudio, así como utilizar soluciones constructivas seguras.*

### **4. NBE CA-88 Condiciones acústicas en los edificios**

---

Son de destacar el apartado 2.2.1 Instalaciones del Anexo 2, Condicionantes del medio.

- *En el mencionado apartado al hablar de las Instalaciones de Fontanería se llama la atención en **las bombas de circulación, que pueden generar niveles de ruido** y transmitir vibraciones por las canalizaciones, estructura y por el propio fluido.*

Así como el anexo 5 Recomendaciones.

En el mencionado Anexo se establecen los niveles de emisión de ruido y de vibración que se recomienda no sobrepasar en los distintos locales, así como, fijar los tiempos de reverberación aconsejables.

## 5. Impacto ambiental

---

Los impactos ambientales principales son los siguientes:

### 5.1. Impacto en el paisaje

La implantación en el paisaje de la instalación solar, por ser un elemento de barras y volúmenes de colores fuertes que se superpone a la cubierta, puede ser en algunos casos de gran impacto visual, es necesario disminuir este impacto.

- *En este aspecto las normativas mas restrictivas suelen ser las ordenanzas municipales. Estas normativas pueden variar dependiendo de cada municipio por lo que conviene consultar a la Administración Local.*

**Los métodos o criterios que se deben seguir para ello son los siguientes:**

**Integrar** el elemento en la arquitectura de forma que se considere parte de la misma.

**Ocultar** el elemento de forma que, por orden de prioridades, no se vea desde ninguna parte o solo se vea desde vistas traseras

### 5.2. Impacto acústico

En el caso de existan bombas de recirculación es preciso tener en cuenta la mencionada normativa NBE CA-88 de condiciones acústicas.

## 6. Mantenimiento y conservación

La implantación que se decida deberá siempre observar que el mantenimiento de la instalación se pueda realizar con una correcta accesibilidad a la misma y en condiciones de seguridad para los trabajadores y usuarios.

Las principales actividades de mantenimiento preventivo consisten en revisiones visuales periódicas por parte del usuario. Cuando éste detecta alguna anomalía. Tras la comunicación a la empresa instaladora, ésta procede al mantenimiento correctivo.

Anomalía	Acción correctora	Recomendaciones
Fugas en tuberías	Sustitución de tuberías	Utilización de “escaleras de tejador” para trabajar sobre cubiertas inclinadas. Cuidar que el vaciado de depósitos y tuberías no provoquen humedades en el edificio donde está ubicada la instalación o en los colindantes.
Deterioro de aislamiento	Sustitución, pegado y pintado	
Obstrucción valvulería	Sustitución	
Oxidación y desperfectos en estructura	Pintado	
Inutilización sistema de purga	Sustitución	
Deterioro de captadores (fangos, condensaciones, etc.)	Reparación-sustitución	
Deterioro acumulador (oxidaciones en bocas, protección exterior)	Pintado	Utilización de grúa para subir y bajar los elementos.
Inutilización acumulador	Sustitución	
Rotura del cristal del captador	Sustitución	

## 7. Seguridad y Salud en el trabajo

### 7.1. Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales Modificada por la Ley 50/1998 de 30 de Diciembre

El marco general que regula las garantías y responsabilidades para el establecimiento de los niveles adecuados de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

## 7.2. R.D. 1627 sobre Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción

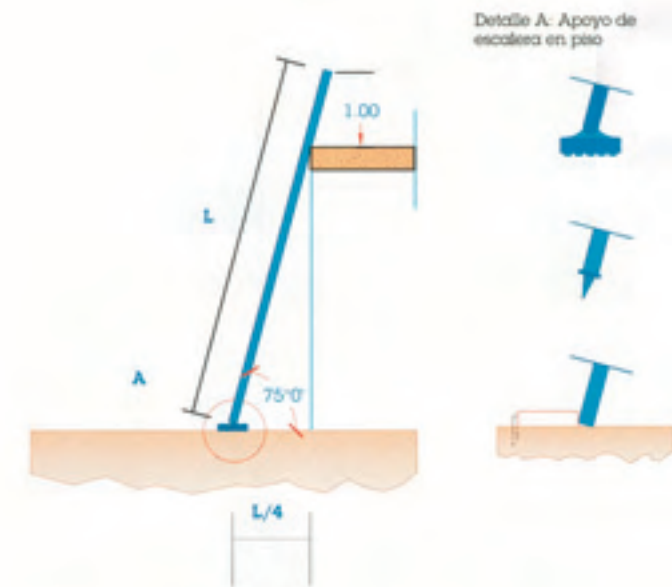
El artículo 12 b de la Parte C hace especial mención a los trabajos en tejados:

- *En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias, en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.*

## 7.3. R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

El apartado 9 del Anexo I establece una serie de consideraciones a tener en cuenta respecto a las escaleras de mano:

- Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para utilizar en condiciones que no supongan un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento.
- No se emplearán escaleras de más de 5 metros de cuya resistencia no se tengan garantías.
- La base de la escalera deberá quedar sólidamente asentada.
- Se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo aproximado de 75 grados con la horizontal. Cuando se utilicen para acceder a lugares elevados sus largueros deberán prolongarse al menos 1 metro por encima de ésta.
- El ascenso, descenso y los trabajos desde escaleras se efectuarán de frente a las mismas. Los trabajos a más de 3,5 metros de altura, desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuará si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan otras medidas de protección alternativas. Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando el peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad



**Figura 18.**  
Condiciones óptimas de utilización de las escaleras de mano

Trabajos en cubiertas  
inclinadas de tejado

Barandilla de  
seguridad:

1 Pasamanos

2 Barra  
horizontal  
intermedia

3 Listón de  
20 cm. para  
evitar caída  
de materiales

Plataforma de  
trabajo con  
ámbito  
superior a 60  
cms.

Andamioje  
tubular  
metálico

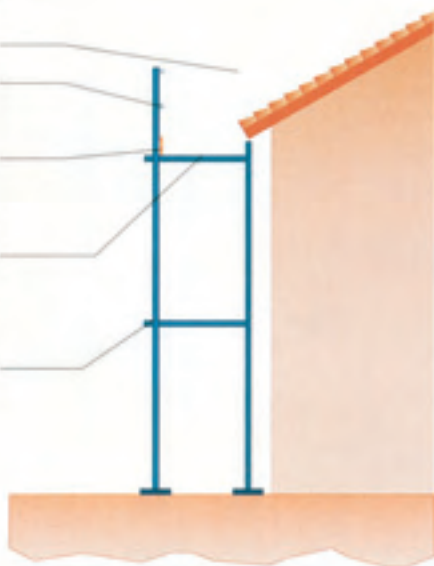


Figura 20. Andamios y elementos de seguridad

del trabajador. Las escaleras de mano no se utilizarán por dos o más personas simultáneamente.

- Se prohíbe la utilización de escaleras de madera pintadas por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

#### 7.4. Otras normas de seguridad para medios auxiliares y maquinaria

Asimismo se hace a continuación una relación de normas de seguridad y medidas preventivas de utilización de medios auxiliares y maquinaria, en las tareas que nos ocupa, establecidas en la Normativa en vigor y en los de la práctica de los textos de Pliegos de Condiciones de Estudios de Seguridad de obras de construcción:

##### A) Plataformas de trabajo

- El ancho mínimo del conjunto será 60 cm.
- Los elementos que la compongan se fijarán, a la estructura portante, de modo que no puedan darse basculamientos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos.
- Cuando se encuentren a 2 o más metros de altura, su perímetro se protegerá mediante barandillas, resistentes, de 90 cm de altura. En el caso de andamiajes, por la cara interior o del paramento, la altura de las barandillas podrá ser de 70 cm de altura.
- Esta medida deberá complementarse con rodapiés de 20 cm de altura para evitar posibles caídas de materiales, así como con otra barra o listón intermedio que cubra el hueco que quede entre ambas.
- Si se realiza con madera será sana, sin nudos ni grietas que puedan dar lugar a roturas; siendo el espesor mínimo de 5 cm.
- Si son metálicas, deberán tener una resistencia suficiente al esfuerzo a que van a ser sometidas.
- Se cargarán únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.



## B) Andamios tubulares

### a) Estabilidad

- Los apoyos en el suelo se realizarán sobre zonas que no ofrezcan puntos débiles, por lo que es preferible usar durmientes de madera o bases de hormigón, que repartan las cargas sobre una mayor superficie y ayuden a mantener la horizontabilidad de la plataforma de trabajo.
- Se dispondrán varios puntos de anclaje distribuidos por cada cuerpo de andamio y cada planta de la obra, para evitar vuelcos.
- Todos los cuerpos del conjunto deberán disponer de arriostramientos del tipo de "cruces de san andrés".
- Durante el montaje se vigilará el grado de apriete de cada abrazadera, para que sea el idóneo, evitando tanto que no sea suficiente y pueda soltarse, como que sea excesivo y pueda partirse.

### b) Acotado de la obra

- En todo momento se mantendrá acotada la zona inferior a la que se realizan los trabajos y si eso no fuera suficiente, para evitar daños a terceros, se mantendrá una persona como vigilante.

### c) Protecciones personales

- Para los trabajos de montaje, desmontaje, ascenso y descenso se utilizarán cinturones de seguridad y dispositivos anticaída, caso que la altura del conjunto supere en más de una planta de la obra, o que se dispongan escaleras laterales especiales, con suficiente protección contra caídas desde altura.
- Durante la permanencia en el andamio se usará cinturón de seguridad, anclado a elemento resistente independiente del mismo.



Figura 21. Escalera de tejador



Figura 22. Escalera de tejador

### C) Trabajos en cubiertas inclinadas

- Para su acceso se proyecta el uso de castilletes de escaleras a base de elementos tubulares metálicos. La corrección del riesgo de caídas se prevé mediante el uso de entablados, escalera de tejador, cinturones de seguridad y calzados antideslizantes.

### D) Camión-grúa

- El gancho de la grúa estará dotado de pestillo de seguridad, en prevención del riesgo de desprendimiento de carga.
- No permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de cargas suspendidas.
- Evitar pasar el brazo de la grúa sobre el personal.
- Asegurar la inmovilización del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No realizar arrastres de carga o tirones sesgados.
- Asegurar que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Poner en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos. Si el terreno de apoyo es blando, utilizar tablonos para reparto de cargas.

Se deberá tener presente toda la legislación (leyes, reglamentos, reales decretos, etc...) que pueda afectar a la implantación de estas instalaciones en la edificación en relación con la seguridad y salud de los trabajadores (manipulación manual de carga, utilización de equipos de protección oficial, utilización de equipos de trabajo, etc...)

## 4. APLICACIÓN, MODELOS Y EJEMPLOS

---

### 4.1. Implantación (primera etapa)

---

La conjunción de las cuatro partes antes descritas:

- Tipo de vivienda y entorno.
- Sistema constructivo.
- Equipo solar doméstico elegido.
- Normativas de obligado cumplimiento

Nos permite conocer tanto con visión panorámica como con detalle, las características de todos los elementos que van a intervenir en la implantación de la instalación.

Conocidas estas características, deberá iniciarse un proceso de trabajo en el que mediante distintos sistemas de ensayo y error, eliminación de alternativas, experiencias en casos similares y otras aportaciones imaginativas resuelvan de la mejor forma posible la implantación.

En primer lugar determinando cuáles son las prioridades y en segundo lugar armonizando las soluciones propuestas.

El conjunto de parámetros debe utilizarse de forma sistemática al objeto de realizar el siguiente estudio:

- Características de la vivienda
- Evaluación de la importancia de cada parámetro
- Factores favorables y desfavorables
- Aislamiento del problema
- Propuestas o aplicación de soluciones
- Solución definitiva

## **4.2. Implantación definitiva**

---

La implantación definitiva deberá contemplar de entre las diferentes soluciones estudiadas aquella que mejor cumpla las condiciones del problema, se adecue a la normativa y se ajuste a los presupuestos y puesta en obra. En resumen, el método nos permitirá tener una mayor seguridad de que la solución elegida es probablemente la mejor.

Se desarrollan a continuación dos ejemplos de implantación de instalación de energía solar en una vivienda, utilizando el método explicado en el manual, el objeto principal es desarrollar la aplicación del método de forma que los instaladores tengan la mayor cantidad de información organizada posible a la hora de tomar sus decisiones, no se ha tenido en cuenta la opinión de un probable cliente.

## EJEMPLO 1 DE APLICACIÓN

### HIPÓTESIS

Se considera que se va instalar un equipo de energía solar en una vivienda de una planta, situada en una parcela con jardín, tiene un tejado de tejas a dos aguas y está situada en una zona elevada de una urbanización. Tiene dos cuartos de baño y una cocina, todo ello tal como se indica en las figuras. La estructura esta formada por pilares y forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas de hormigón.

El proceso de análisis que nos permite definir la vivienda y tener una opinión metódica sobre ella, es la siguiente:

### PARTE I. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA Y CUESTIONES DEL ENTORNO

	CONCEPTOS	COMENTARIOS
1	Altura	Uniforme de una planta
2	Orientación	El sur forma 30° con respecto al faldón del tejado
3	Tipo de cubierta	Tejado inclinado de tejas cerámicas (inclinación 20°)
4	Lindes	Aislada con cerramiento vegetal de 2 m de altura y arbolado
5	Accesibilidad	El tejado no es accesible en la situación actual
6	Partes vistas y ocultas	La fachada principal no tiene tejado, las otras fachadas no se ven desde la calle
7	Sombras	El estudio de sombras se indica en el dibujo
8	Estilo arquitectónico	Chalet normal tipo tradicional andaluz
9	Exposición al viento	Por la altura de la vivienda, poco expuesta, por su situación en una colina pueden esperarse vientos de 60 K/h racheados en el tejado
10	Núcleos húmedos	Están situados en la zona noreste.

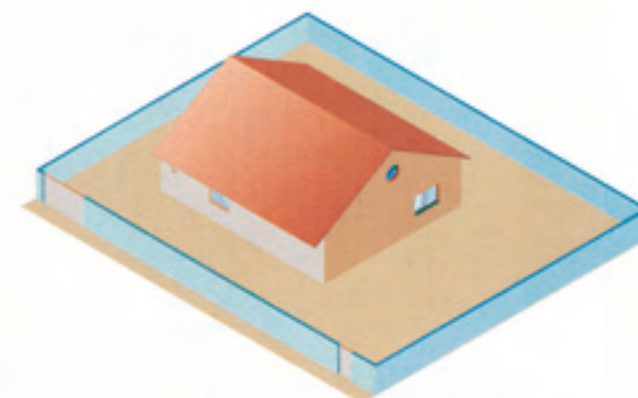


Figura 23. Vivienda Aislada

## PARTE II. SISTEMA CONSTRUCTIVO

	CONCEPTO	COMENTARIOS
1a	Forjados	Unidireccional de viguetas con bovedillas de hormigón.
1b	Paredes	Exteriores: Cerramientos formados por citara, cámara y tabique. Interiores: Tabiquería ordinaria.
2a	Cubiertas	Tejado de tejas cerámicas sobre rasillones apoyados en tabiquillos sobre el forjado

\* Se considera que no existen problemas especiales derivados del sistema constructivo de la vivienda

Del conjunto de datos que hemos extraído de la observación de la vivienda, su entorno y su sistema constructivo, podemos realizar dos hipótesis de colocación del sistema que vamos a proceder a analizar y evaluar a continuación:

Hipótesis 1. SITUAR EL SISTEMA SOLAR EN EL TEJADO

Hipótesis 2. SITUAR EL SISTEMA SOLAR EN EL JARDÍN

### Hipótesis 1. SITUAR EL SISTEMA SOLAR EN EL TEJADO

#### VENTAJAS

- Soleamiento permanente.
- Alejamiento de posibles actos de vandalismo.
- No ocupa sitio.
- Es muy poco visible desde el exterior.
- Está próximo a los núcleos húmedos.

#### INCONVENIENTES

- La dirección de la pendiente del tejado no coincide con la mejor orientación.
- La inclinación del tejado es menor que la necesaria para una óptima inclinación.
- El tejado no es accesible.
- Es necesario considerar la acción del viento.

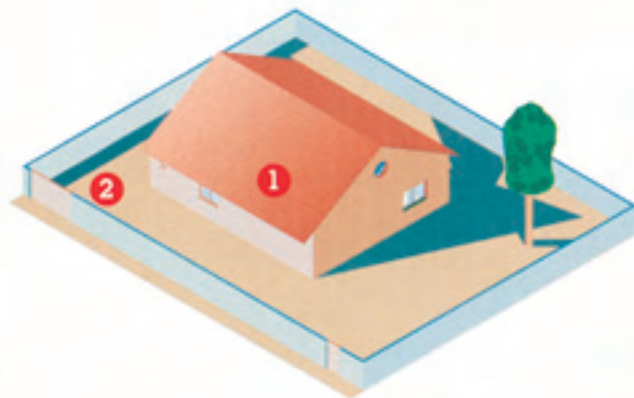


Figura 24. Orientación e hipótesis de montaje

## **Hipótesis 2. SITUAR EL SISTEMA SOLAR EN EL JARDIN**

### **VENTAJAS**

- Si no hay cambios, soleamiento permanente.
- Es poco visible desde el exterior.
- Está próximo a los núcleos húmedos.
- Muy fácil de instalar y de mantener.
- Completa y fácil libertad de orientación e inclinación.

### **INCONVENIENTES**

- No se pueden instalar elementos de jardinería u otros que le produzcan sombras.
- Posible roturas por juegos de niños u otros actos vandálicos.
- Es visible desde el acceso a la vivienda.
- Mayor distancia del equipo a consumo.

## **PARTE III. TIPOS DE EQUIPOS QUE SE PUEDEN INSTALAR**

### **Hipótesis 1. EQUIPO SITUADO EN EL TEJADO**

**Orientación** - La diferencia existente entre la orientación ideal y la real puede considerarse asumible con una pequeña disminución en el rendimiento.

**Inclinación** - Se pueden implantar 4 tipos:

#### **1.- Sistema tipo 3.**

*Es necesario adecuar la estructura a la inclinación del tejado.  
Impacto visual moderadamente negativo.  
Óptima inclinación y rendimiento.*



**TIPO 3**

Depósito visto horizontal inclinado



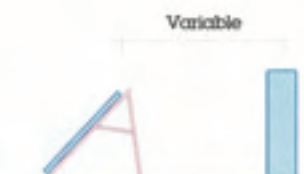
**TIPO 4**

Depósito visto horizontal tendido



**TIPO 5**

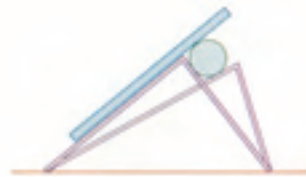
Depósito oculto horizontal tendido



**TIPO 7**

Depósito independiente

**Figura 25.** Posibles equipos para la Hipótesis 1



**TIPO 1**  
Depósito oculto  
horizontal



**TIPO 2**  
Depósito visto  
horizontal normal



**TIPO 6**

### 2.- Sistema tipo 4.

*Simplicidad en el montaje.  
Impacto visual muy leve.  
Menor inclinación, menor rendimiento.*

### 3.- Sistema tipo 5.

*Simplicidad en el montaje.  
Impacto visual prácticamente nulo.  
Inclinación cercana a la óptima.*

### 4.- Sistema tipo 7.

*Simplicidad en el montaje.  
Impacto visual nulo.  
Necesidad de buscar la ubicación del depósito en el interior del edificio.  
Menor inclinación, menor rendimiento.*

## **Hipótesis 2. EQUIPO SITUADO EN EL JARDÍN**

Cualquiera de los tipos **1**, **2** o **6** sería válida ya que existe libertad de inclinación y orientación.

**Figura 26.** Posibles equipos para la Hipótesis 2



## **EVALUACIÓN E IMPLANTACIÓN DEFINITIVA**

Del análisis realizado, sin tener en cuenta la necesaria opinión del cliente, se deduce que la situación del sistema en el jardín es la que contiene menos inconvenientes y más ventajas, siempre que la distancia del equipo a consumo esté dentro de los márgenes permitidos.

Se pueden utilizar varios equipos por lo que es posible elegir el más económico.

La implantación es menos laboriosa, lo cual abarata los costes.

El mantenimiento y conservación son sencillos.

El equipo no se ve desde la calle.

En principio por consiguiente elegiríamos situar el sistema en el jardín tal como se indica en los dibujos. Cualquiera de los sistemas enunciados sería válido, se escogería el que ofreciera mejor binomio calidad precio.



Figura 27. Vivienda de diversas alturas

## EJEMPLO 2 DE APLICACIÓN

### HIPÓTESIS

Se considera que se va instalar un equipo de energía solar en una vivienda de varias plantas con alturas y cubiertas diferentes, situada en una parcela entre medianeras con patio trasero, la vivienda es mas alta que las colindantes. La fachada principal está en una calle de 5 mts. Tiene dos cuartos de baño y una cocina distribuidos por la casa. La estructura esta formada por pilares y forjados unidireccionales de viguetas y bovedillas de hormigón.

Con el objeto de reflexionar sobre diferentes alternativas se va a considerar que la vivienda puede tener cuatro orientaciones.

El proceso de análisis que nos permite definir la vivienda y tener una opinión metódica sobre ella, es la siguiente:

### PARTE I. TIPOLOGÍA DE LA VIVIENDA Y CUESTIONES DEL ENTORNO

CONCEPTOS	COMENTARIOS
1 Altura	Variable, una, dos y tres plantas.
2 Orientación*	Se han considerado cuatro hipótesis en este ejemplo.
3 Tipos de cubiertas	1.- Cubierta de pabellón (inclinación) 2.- Tejado inclinado de tejas cerán 3.- Azotea transitable
4 Lindes	Adosada con otras viviendas en 2 de sus lindes.
5 Accesibilidad	La azotea es accesible. Los tejados no son accesibles en la situación actual.
6 Partes vistas y ocultas	La altura de la vivienda y la estrechez de la calle impiden cualquier visión desde la misma, salvo la cubierta de pabellón.
7 Sombras	El patio trasero se considera nulo para la instalación. El estudio de sombras se indica en el dibujo
8 Estilo arquitectónico	Chalet normal tipo tradicional andaluz
9 Exposición al viento	Por tratarse de un núcleo de población y estar abrigado con otras viviendas no se considera que la situación pueda ser expuesta.
10 Núcleos húmedos	Están situados por toda la casa en las dos plantas.

**PARTE II. SISTEMA CONSTRUCTIVO**

	CONCEPTOS	COMENTARIOS
1a	Forjados	Unidireccional de viguetas con bovedillas de hormigón.
1b	Paredes	Exteriores: Cerramientos formados por citara, cámara y tabique. Interiores: Tabiquería ordinaria.
2a	Cubiertas	Azoteas a la andaluza. Tejado de tejas cerámicas sobre rasillones apoyados en tabiquillos sobre el forjado. Tejado de pabellón apoyado directamente sobre forjado

\* Se considera que no existen problemas especiales derivados del sistema constructivo de la vivienda

Del conjunto de datos que hemos extraído de la observación de la vivienda, su entorno y su sistema constructivo, vamos a realizar cuatro hipótesis de orientación que a su vez nos permitirán adoptar varias soluciones en cada caso.

**ORIENTACIÓN 1**

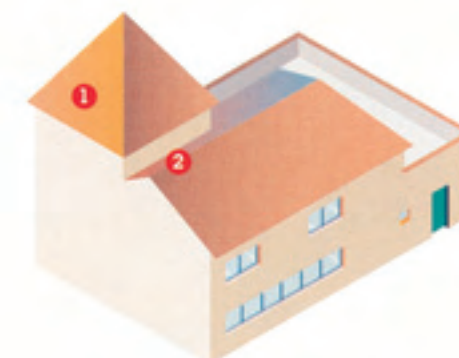
Soluciones:

**Solución 1. Situar el sistema en la cubierta de pabellón****VENTAJAS**

- Soleamiento permanente
- Se puede instalar directamente un sistema del tipo 4

**INCONVENIENTES**

- Dificultad de la instalación.
- Dificultad del mantenimiento y conservación. (Inaccesibilidad).
- Impacto en el paisaje moderadamente negativo.
- A mayor altura mayor acción del viento.



**Figura 28.** Orientación 1

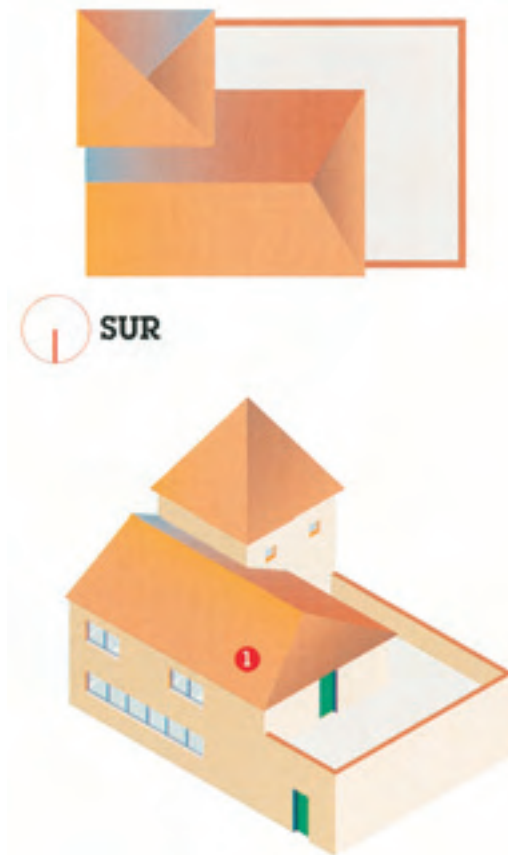


Figura 29. Orientación 2

**Solución 2. Situar el sistema en el tejado formando 90 grados con la limatesa , fuera de la zona de sombra del torreón**

**VENTAJAS**

- Mayor facilidad de instalación
- Mayor facilidad de realizar el mantenimiento

**INCONVENIENTES**

- Dificultad de implantación ya que es preciso construir apoyos
- Es preciso construir algún sistema de acceso para mantenimiento
- Impacto en el paisaje muy negativo

**CONCLUSIÓN A LA HIPÓTESIS DE ORIENTACIÓN Nº 1:**

La forma y orientación de la vivienda hacen que **no exista una buena solución de implantación**, ya que en las dos soluciones que se han estudiado se producen problemas tanto de implantación como de mantenimiento e impacto ambiental

**ORIENTACIÓN 2**

**Soluciones:**

En este caso no es necesario considerar más que una Hipótesis, que consiste en situar el sistema en el faldón del tejado con orientación sur lo más próximo posible a la fachada este para mantenimiento. El sistema elegido sería tipo 3,4,5 o 7.

### ORIENTACIÓN 3

#### Soluciones:

##### **Solución 1. Situar el sistema en el faldón sur de la cubierta.**

#### VENTAJAS

- Soleamiento permanente
- Se puede instalar directamente un sistema del tipo 4
- No se ocupa espacio

#### INCONVENIENTES

- Dificultad del mantenimiento y conservación. (Inaccesibilidad).
- La superficie del faldón es pequeña.

##### **Solución 2. Situar el sistema en la azotea**

#### VENTAJAS

- Completa facilidad de instalación
- Completa facilidad para realizar el mantenimiento
- Impacto nulo

#### INCONVENIENTES

- Se pierde espacio en la azotea

#### CONCLUSIÓN A LA HIPÓTESIS DE ORIENTACIÓN Nº 3:

La situación en la azotea si no se produce una pérdida de espacio que conlleve otros inconvenientes nos parece siempre mejor solución, tanto de cara a la colocación como al mantenimiento y al impacto ambiental, en este caso si el sistema se coloca en el faldón, es fácil acceder desde la azotea con una escalera adecuada por que también sería viable.



Figura 30. Orientación 3

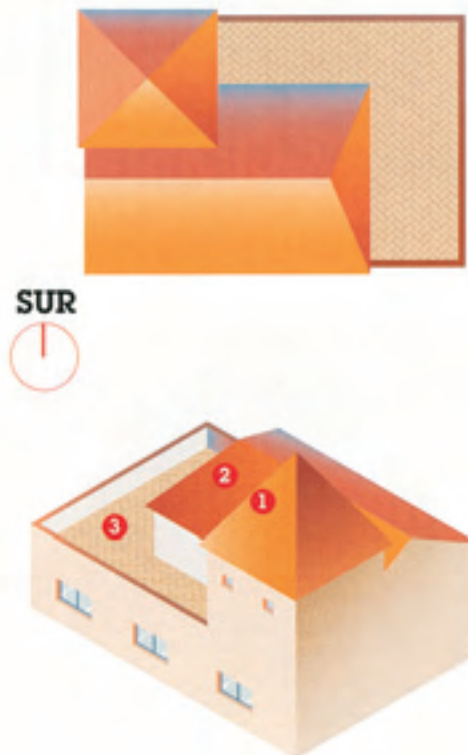


Figura 31. Orientación 4

## ORIENTACIÓN 4

Soluciones:

### **Solución 1. Situar el sistema en la cubierta de pabellón**

*VENTAJAS*

- Soleamiento permanente
- Se puede instalar directamente un sistema del tipo 4 o 7.

*INCONVENIENTES*

- Dificultad de la instalación.
- Dificultad del mantenimiento y conservación. (Inaccesibilidad).
- Impacto en el paisaje moderadamente negativo.
- A mayor altura mayor acción del viento

### **Solución 2. Situar el sistema en el faldón sur de la cubierta.**

*VENTAJAS*

- Soleamiento permanente
- Se puede instalar directamente un sistema del tipo 4
- No se ocupa espacio

*INCONVENIENTES*

- Dificultad del mantenimiento y conservación. (Inaccesibilidad).

### **Solución 3. Situar el sistema en la azotea**

*VENTAJAS*

- Completa facilidad de instalación
- Completa facilidad para realizar el mantenimiento
- Impacto nulo

### INCONVENIENTES

- Se pierde espacio en la azotea

### CONCLUSIÓN A LA HIPÓTESIS ORIENTACIÓN Nº 4:

De forma similar a los casos estudiados con anterioridad, rechazamos la situación en la cubierta de pabellón y consideramos que la situación en la azotea si no se produce una pérdida de espacio que conlleve otros inconvenientes es mejor solución tanto de cara a la colocación como al mantenimiento y al impacto ambiental, en este caso si el sistema se coloca en el faldón, es fácil acceder desde la azotea con una escalera adecuada por lo que también sería viable.

## PARTE III. TIPOS DE EQUIPOS QUE SE PUEDEN INSTALAR

### Hipótesis 1. EQUIPOS SITUADOS EN EL TEJADO

**Orientación** - La diferencia existente entre la orientación ideal y la real puede considerarse asumible.

**Inclinación** - Se pueden implantar cuatro tipos:

- 1.- Sistema tipo 3.
- 2.- Sistema tipo 4.
- 3.- Sistema tipo 5.
- 4.- Sistema tipo 7.

### Hipótesis 2. EQUIPOS SITUADOS EN LA AZOTEA

Cualquiera de los tipos 1, 2 o 6 sería válida ya que existe libertad de inclinación y orientación.

### 4.3. Propuestas de soluciones constructivas

Independientemente del método de estudio para la implantación de las instalaciones de energía solar, se desarrollan a continuación una serie de soluciones constructivas como propuestas de las adecuaciones necesarias a tener en cuenta en los soportes donde se van a integrar los diferentes equipos, ya sean en viviendas de nueva planta como viviendas existentes.

Las propuestas que aquí se presentan pretenden ofrecer unas soluciones que reúnan tanto la simplicidad y eficacia desde un punto de vista constructivo, como el menor impacto estético en la vivienda.

#### Solución constructiva A:

Estructura de perfiles metálicos que se apoya sobre las tejas y a su vez se “cuelga” de la cumbrera , atornillándose a un perfil que se fija previamente a la misma.



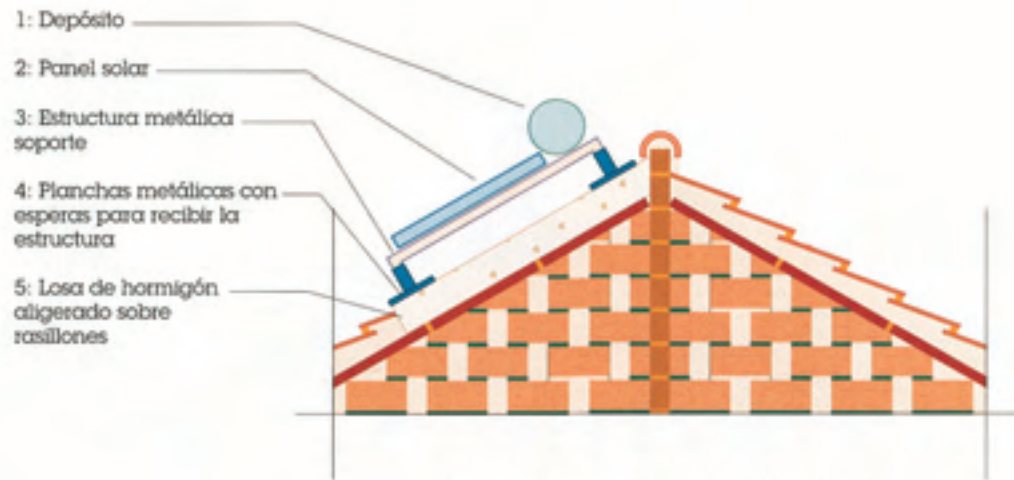
Figura 32. Soluciones Constructiva A



**Solución constructiva B:**

Solución para vivienda de nueva planta, consistiendo en la realización de una pequeña bancada de hormigón sobre la que se fija el soporte metálico donde apoya el equipo solar. Es importante la impermeabilización de la solera de hormigón.

Propuesta de solución para cubierta inclinada con faldón orientado al sur en obra de nueva planta



**Figura 33.** Soluciones Constructiva B

### Solución constructiva C:

Solución para vivienda construida previamente al montaje de la instalación. Se preparará una bancada de hormigón junto a la cumbre. Esta bancada servirá de apoyo del depósito y de la estructura de sujeción.

Propuesta de solución para cubierta inclinada con faldón orientado al sur en edificio construido.

- 1: Depósito
- 2: Panel solar
- 3: Bancada de hormigón

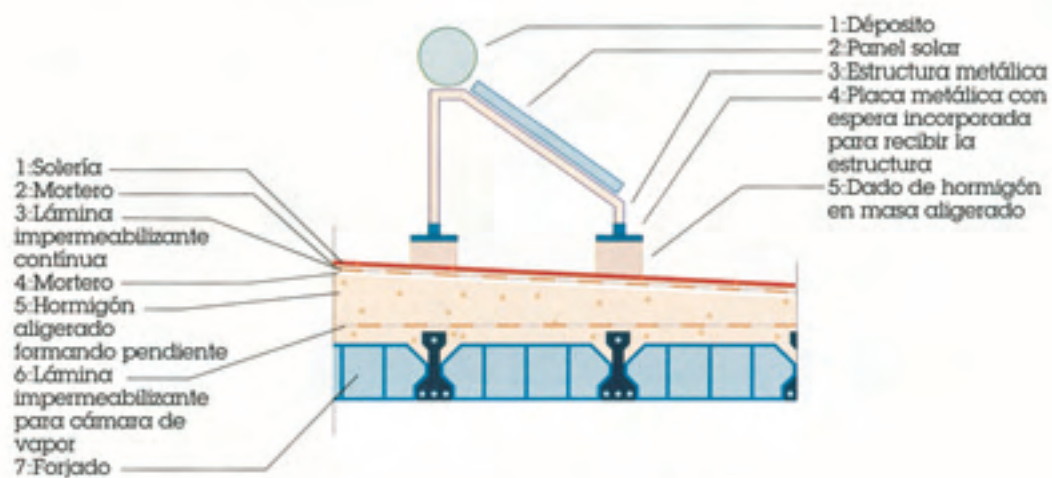


Figura 34. Soluciones Constructiva C

**Solución constructiva D:**

En el caso de que la azotea, sea a la andaluza o a la catalana, este construida previamente al montaje de la instalación sólo cabe como solución de montaje colocar dados de hormigón que repartan la carga (fundamentalmente del depósito).

Propuesta de solución constructiva en el caso de implantación de equipo solar en cubierta plana construida previamente.



**Figura 35.** Soluciones Constructiva D

### Solución constructiva E:

En el caso de azotea a la andaluza se construye a la vez que se monta la instalación. Se realizará una pequeña bancada por encima de la impermeabilización, no interviniendo en ella y de esa forma asegurar la no aparición de posibles problemas de humedades.

Propuesta de solución constructiva en el caso de implantación de equipo solar en cubierta plana no ventilada (andaluza)

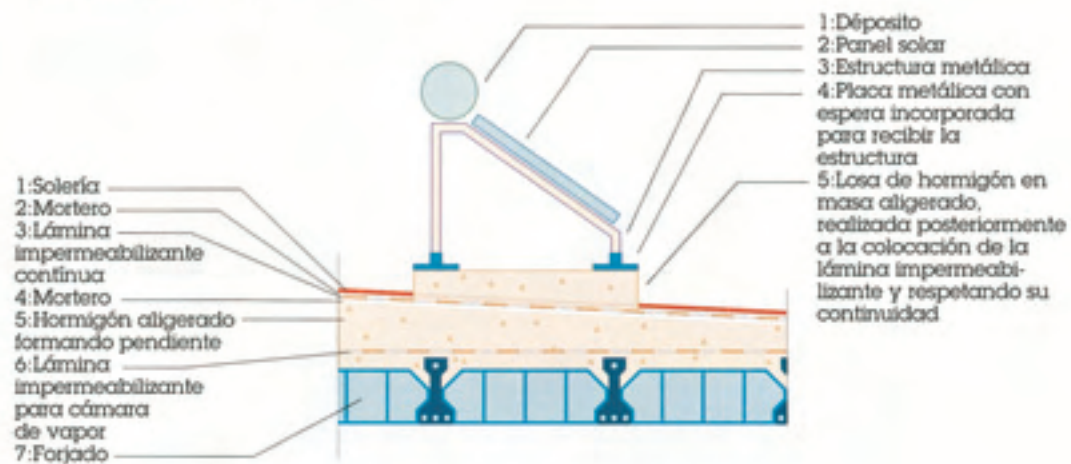
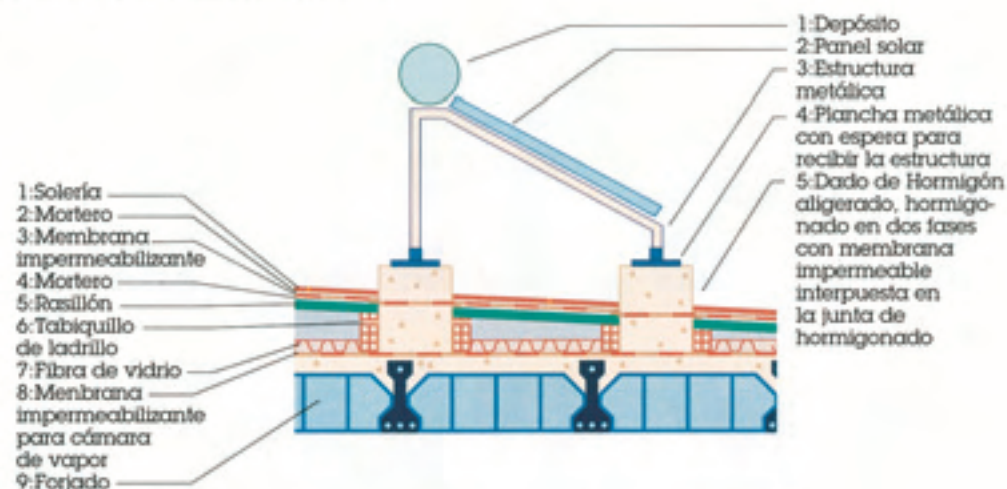


Figura 36. Soluciones Constructiva E

**Solución constructiva F:**

Si el equipo va instalado sobre azotea a la catalana será necesario preparar unos apoyos mediante dados de hormigón para la sujeción de las bases de las patas del soporte metálico del equipo, asegurando convenientemente la impermeabilización tal y como se refleja en el detalle gráfico.

Propuesta de solución constructiva en el caso de implantación de panel solar en cubierta plana ventilada (catalana)



**Figura 37.** Soluciones Constructiva F

### Solución constructiva G:

Si el equipo lo situamos en espacio exterior a la vivienda, como puede ser un jardín, es necesario consolidar correctamente la base donde se va a apoyar. Para ello se compactará y consolidará convenientemente el terreno antes de la ejecución de la bancada.

Propuesta de solución para implantación de equipo solar sobre terreno

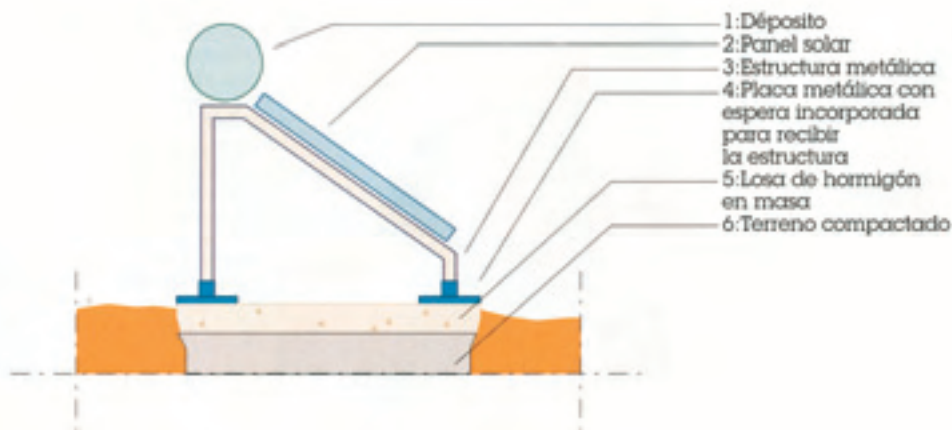


Figura 38. Soluciones Constructiva G

## 5. ANEXOS, VOCABULARIO, BIBLIOGRAFÍA

### 5.1. Criterios de Integración Arquitectónica en el Programa PROSOL

De acuerdo con la experiencia adquirida, el Programa PROSOL, un programa integral de promoción de energías renovables de la Junta de Andalucía gestionado por SODEAN, contempla variar las ayudas económicas en función del grado de integración de la instalación de energía solar térmica en el edificio que la alberga, en una apuesta por disminuir el impacto visual que este tipo de instalaciones pudiera producir.

Obviamente la casuística que relaciona tipos de instalaciones y tipología de edificios es amplísima. Se ha optado por reducir la misma a tres tipos principales, sin menoscabo de que soluciones singulares puedan estudiarse de forma separada. Estos tres tipos son: Tipo 1 Muy Integrado; Tipo 2 Integrado; y Tipo 3 No Integrado. A cada tipo le corresponde un coeficiente que influirá en el montante final de la ayuda económica final a percibir por la instalación. Con ello se busca no solo favorecer las soluciones que suponen una mayor integración u ocultación de la instalación en el edificio sino también compensar los mayores gastos que pueda suponer dicho esfuerzo de integración.

Los criterios que definen cada tipo de integración son revisados periódicamente con la intención de conseguir la máxima claridad y transparencia a la hora de asignar un tipo determinado a cada caso concreto. En el presente capítulo se explican de manera simplificada y general un resumen de los distintos tipos. Aquellos que deseen aplicarlos a un caso concreto deberán consultar los criterios vigentes en ese momento en el Programa PROSOL.

#### TIPOS DE INTEGRACIÓN

##### Tipo 1 Muy Integrado

En general, y para cubiertas inclinadas, los captadores solares estarán integrados o apoyados en la cubierta, coincidiendo por tanto el ángulo de inclinación del captador con el del faldón de la cubierta donde se ubique. Igualmente, los captadores tendrán la misma orientación. El acumulador no será visible, debiendo permanecer oculto (bajo cubierta, en un patio, etc.).

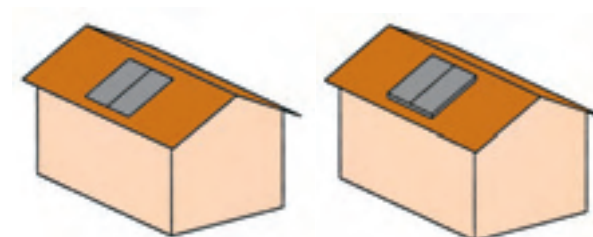


Fig. a Muy Integrado

Fig. b Muy Integrado

## Tipo 2 Integrado

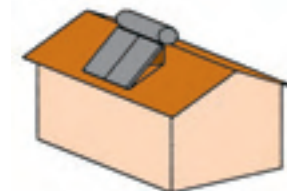
Para este tipo se distinguen dos casos: cubierta inclinada (tejado) o cubierta horizontal o plana (azotea). Para tejados, se exige al menos que la orientación de los captadores coincida con la del faldón de cubierta donde se apoya. Igualmente, los apoyos de la instalación no deben sobrepasar los límites de dicho faldón. En este caso, el acumulador puede estar a la vista (en la configuración de termosifón), pero debe ser horizontal, que pasa más desapercibido que uno vertical.

Para cubiertas horizontales o planas se plantean dos clases distintas. Por un lado, cubiertas horizontales transitables (con un pretil o antepecho igual o superior a 0,95 m); se entiende que el pretil oculta la instalación en gran parte. Por otro lado, cubiertas horizontales no transitables (sin pretil, o que el mismo sea inferior a 0,95 m). En este caso, se ha optado por exigir una distancia mínima variable (en función del número de plantas) de la instalación al borde del cuerpo del edificio donde se apoya, de forma que al alejar la misma de dicho borde, la instalación quede también en parte oculta. Así, mientras el número de plantas sea menor, la distancia de separación de la instalación al borde de la cubierta donde se apoya será mayor.

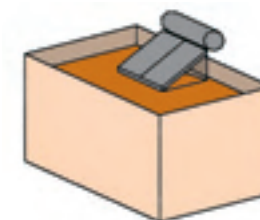
## Tipo 3 No Integrado

Engloba todos los casos restantes. Se entiende que serán aquellos en los que la instalación queda muy visible y poco armónica con las líneas principales del edificio.

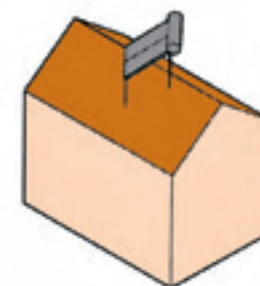
Justificadamente y de forma excepcional, si la configuración elegida de la instalación no se ajusta a alguno de los tipos vigentes, podrá solicitarse la calificación como Tipo 1 o Tipo 2.



**Fig. c** Integrado



**Fig. d** Integrado



**Fig. e** No Integrado



## 5.2. Vocabulario

---

### **Alero**

Parte inferior y con vuelo de los tejados

### **Antepecho**

V. *Pretil*.

### **Bovedillas**

Piezas cerámicas o de hormigón que se colocan entre las *viguetas de los forjados*, con objeto de realizar el entrevigado y a su vez aligerar el peso del mismo.

### **Capa de compresión**

Capa de hormigón que queda enrasando el forjado por encima de las viguetas y bovedillas, con espesor aproximado de tres centímetros.

### **Cercha**

Viga o estructura triangular, normalmente metálica, que soporta las correas de una cubierta y transmite las cargas sobre los apoyos.

### **Cítara**

fábrica de ladrillo de espesor igual al ancho de un ladrillo.

### **Correas**

Viguetas que apoyadas en las cerchas soportan las placas de la cubierta.

### **Cubierta de pabellón**

Cubierta formada por faldones que vierten a cuatro aguas.

**Forjado**

Elemento constructivo que conforma los suelos y techos de los edificios. Constituido por viguetas, bovedillas y hormigón.

**Lámina impermeabilizante**

Lámina que se coloca en las cubiertas horizontales con objeto de evitar las humedades. Cuando la cubierta se resuelve sin solería están protegidas con una terminación exterior de aluminio gofrado o partículas minerales, normalmente pizarra.

**Limatesa**

Línea superior de encuentro de dos faldones de una cubierta.

**Muro de un pie**

Muro de espesor igual al largo de un ladrillo (aprox. 25 cm).

**Pretil**

Prolongación de los muros de fachada, sobrepasando la línea de la azotea de un edificio. Antepecho.

**Vigueta**

Las vigas secundarias o menores que se apoyan en las vigas principales de los forjados.

**Zabaleta**

Pieza de solería que se coloca en las cubiertas a modo de rodapié o plinto.

---

### 5.3. Bibliografía

---

**ARIZMENDI, Luis**

Calculo y Normativa Básica de las Instalaciones en los Edificios.

**INSTITUTO EDUARDO TORROJA**

Prescripciones Técnicas de Fontanería y Saneamiento.

**JULIAN MORENO CLEMENTE**

Instalaciones Interiores para el Suministro de Agua en la Edificación.

**DENIS WALTON**

Manual Práctico de Construcción.

**BARDOU, Patrick/ ARZOUMANIAN, Varoujan**

Sol y Arquitectura.

Editorial Gustavo Gili, S.A., 1980.

**CENTRO DE ESTUDIOS DE LA ENERGÍA SOLAR**

Instalaciones de la energía solar

Promotora General de Estudios, S.A. (PROGENSA), 1995.

Tomo I.- Física.

Tomo II.- Energética solar.

Tomo III.- Sistemas de aprovechamiento térmico I.

Tomo IV.- Sistemas de aprovechamiento térmico II.

Tomo V.- Sistemas de conversión eléctrica.

Tomo VI.- Apéndice.

**CHAULIAGUET, Charles/ BARATGABAL, Pierre/ BATELLIER, Jean Pier**

La energía solar en la edificación.

Editores Técnicos Asociados, S. A., 1978.

**INSTITUTO PARA LA DIVERSIFICACIÓN Y AHORRO DE ENERGÍA**

Energía solar térmica.  
Especial Cinco Días, 1996.

**McCARTNEY, Kevin/ FORD, Brian**

Agua caliente y solar. Manual práctico.  
Ediciones H. Blume, 1980.

**PALZ, Wolfgang**

Estudio económico de la energía solar.  
Editorial H. Blume, 1980.

**RAU, Hans**

Energía Solar, Aplicaciones Prácticas.  
Marcombo Boixareu editores, 1981.

**SABADY PIERRE, Robert**

Práctica de la energía solar.  
Ceac, S. A., 1986.

**SABADY PIERRE, Robert**

Arquitectura solar, concepto, cálculo y ejecución de edificaciones solares.  
Ceac, S. A., 1989.

**SZOKOLAY, SV**

Energía solar y edificación.  
Editorial H. Blume, 1979.

**VARIOS AUTORES**

Energía solar II, Sistemas y Equipos (monografía nº 13).  
Ediciones El Instalador, 1982.

**VARIOS AUTORES**

Avance en energía solar. Recopilación de artículos técnicos publicados en "Era Solar".  
Progenza, 1998.

**WILLIAMS, J. Richard**

Tecnología y aplicaciones de la energía solar.  
Librería Técnica Bellisco, 1976.

**Normativa:**

NBE-AE 88

Acciones en la Edificación.

NBE- CA 88

Condiciones Acústicas en los Edificios.

NBE- QB 90

Cubiertas con Materiales Bituminosos.

NBE-FL 90

Muros resistentes de fábrica de ladrillo.

NTE-IFA

Instalaciones de Fontanería: Abastecimiento.

NTE-IFC

Instalaciones de Fontanería: Agua Caliente.

**NTE-IFF**

Instalaciones de Fontanería: Agua Fría.

**NTE-QAN**

Cubiertas: Azoteas no Transitables.

**NTE-QAT**

Cubiertas: Azoteas Transitables.

**NTE-QTF**

Cubiertas: Tejados de Fibrocemento.

**NTE-QTT**

Cubiertas: Tejados de Teja.

**RITE**

Reglamento de instalaciones Térmicas en los Edificios.

**Especificaciones Técnicas**

Especificaciones Técnicas de Diseño y Montaje de Instalaciones Solares Térmicas para el Calentamiento de Agua de la Junta de Andalucía.





Dirección General de Industria, Energía y Minas  
CONSEJERÍA DE EMPLEO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



Sociedad para el Desarrollo Energético de Andalucía, S.A.  
CONSEJERÍA DE EMPLEO Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



FONDO EUROPEO  
DE DESARROLLO  
REGIONAL



Programa PROSOL.  
*Premio a la mejor iniciativa regional*  
**ENERGIA RENOVABLE  
PARA EUROPA**  
Campaña de despegue



JUNTA DE ANDALUCIA