



## TÍTULO

# PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA FOTVOLTAICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA

## AUTOR

**José Luis Castillo Ramos**

**Esta edición electrónica ha sido realizada en 2014**

Director/Tutor	Director: Mariano Sidrach de Cardona / Tutor: Juan de la Casa Higuera
Curso	<i>Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar y Fotovoltaica (2012/13)</i>
ISBN	978-84-7993-780-5
©	José Luis Castillo Ramos
©	De esta edición: Universidad Internacional de Andalucía
Fecha documento	2013



## Reconocimiento-No comercial-Sin obras derivadas

### Usted es libre de:

- Copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra.

### Bajo las condiciones siguientes:

- **Reconocimiento.** Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciadore (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o apoyan el uso que hace de su obra).
- **No comercial.** No puede utilizar esta obra para fines comerciales.
- **Sin obras derivadas.** No se puede alterar, transformar o generar una obra derivada a partir de esta obra.
  
- *Al reutilizar o distribuir la obra, tiene que dejar bien claro los términos de la licencia de esta obra.*
- *Alguna de estas condiciones puede no aplicarse si se obtiene el permiso del titular de los derechos de autor.*
- *Nada en esta licencia menoscaba o restringe los derechos morales del autor.*

TRABAJO FIN DE MÁSTER

# PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA \*

MÁSTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)

Alumno **José Luis Castillo Ramos**  
Tutor **Juan de la Casa Higuera**

*Noviembre de 2013*





## ÍNDICE GENERAL

<b>A</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>B</b>	<b>MEMORIA</b>	<b>3</b>
	B.1 Objeto	3
	B.2 Alcance	4
	B.3 Antecedentes	5
	B.4 Disposiciones legales y normas aplicadas	11
	B.5 Definiciones y abreviaturas	16
	B.6 Requisitos de diseño	17
	B.7 Análisis de soluciones	19
	B.8 Envoltente arquitectónica	23
	B.8.1 Relación de materiales y empresas suministradoras	30
	B.9 Instalación fotovoltaica interconectada (ITC-FV-03)	35
	B.10 Datos de la instalación (ITC-FV-03)	36
	B.10.1 Módulo fotovoltaico propuesto	36
	B.10.2 Generador fotovoltaico	37
	B.10.3 Estructura soporte de paneles	38
	B.10.4 Características técnicas de la instalación	40
	B.10.4.1 Tensión máx. y mín. de entrada al inversor	40
	B.10.4.2 Tensión nominal del inversor	40
	B.10.4.3 Características de los componentes (ITC-FV-05)	40
	B.10.4.4 Características de los conductores	41
	B.10.4.5 Medidas de protección empleadas	41
	B.10.4.6 Tipo de conexión a la red	41
	B.11 Conclusiones	42
	B.12 Bibliografía	43
<b>C</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>45</b>
	C.1 Documentos de partida	45
	C.2 Cálculos	51

C.2.1	Diseño del Sistema Fotovoltaico Conectado a la Red (SFCR)	51
C.2.2	Orientación e inclinación de las superficies	58
C.2.3	Distancia entre filas de módulos	60
C.2.4	Estimación de la producción del sistema fotovoltaico	61
C.2.5	Descripción del método de cálculo de la producción	63
<b>C.3</b>	Otros documentos: fichas técnicas de materiales	67
<b>D</b>	<b>PLANOS</b>	<b>107</b>
D.1	Situación y emplazamiento	
D.2	Estado actual de la vivienda e intenciones del propietario	
D.3	Envolvente arquitectónica propuesta	
D.4	Sección constructiva	
D.5	Generador fotovoltaico	
D.6	Estructura soporte	
D.7	Esquema unifilar del sistema fotovoltaico	
<b>E</b>	<b>PLIEGO DE CONDICIONES</b>	<b>108</b>
E.1	Pliego de Condiciones Técnicas Particulares de la envolvente	108
E.1.1	Pliego General. Disposiciones generales	108
E.1.2	Pliego General. Disposiciones facultativas	108
E.1.3	Pliego General. Disposiciones económicas	109
E.1.4	Pliego Particular. Prescripciones de materiales	109
E.1.5	Pliego Particular. Ejecución por unidades de obra	112
E.1.6	Verificaciones en el edificio terminado. Mantenimiento	112
E.2	Pliego de Condiciones Técnicas del sistema fotovoltaico	115
E.2.1	Objeto	115
E.2.2	Generalidades	115
E.2.3	Diseño	120
E.2.4	Componentes y materiales	122
E.2.5	Recepción y pruebas	126
E.2.6	Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento	127
<b>F</b>	<b>PRESUPUESTO</b>	<b>130</b>

## A INTRODUCCIÓN

Dada la condición de Arquitecto del autor del presente Trabajo Fin de Máster (TFM), y su interés por la investigación sobre integración y domesticidad de los nuevos sistemas de producción de energía solar fotovoltaica aplicables en el ámbito urbano y rural, este ejercicio se centrará en el diseño de un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red (SFCR) integrado arquitectónicamente en una vivienda ya construida ubicada en Málaga.

En primer lugar, resulta interesante recalcar que el Sur de la Península Ibérica es una de las localizaciones del continente europeo con mayores niveles de Irradiancia solar recibida. Por esto, es curioso que, de todos los países que conforman la Unión Europea, sea España el estado que se encuentra a la cabeza de aquellos que interponen más trabas a la generación de la energía solar fotovoltaica, y de las renovables en general.

Este proyecto responde en el ámbito investigador/universitario al deseo de estimular la reflexión sobre la situación de estancamiento que padecemos en la aplicación de los avances en tecnología de los sistemas de energía solar fotovoltaica en la edificación residencial. Ganar este debate permitiría impulsar un importante segmento de un sector profundamente castigado en nuestro país como es el de la construcción y relanzar a los técnicos en una vía mucho más interesante como es la rehabilitación energética y la integración de la Arquitectura con las distintas ramas de Ingenierías de la Energía.

### PLANIFICACIÓN DE LOS CONTENIDOS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Para la redacción de este proyecto de ingeniería de SFCR ubicado en la provincia de Málaga, se ha elaborado un índice general que vertebra correctamente este TFM en base a dos documentos de referencia estudiados durante el curso académico 2012/13.

En primer lugar, se han recogido “criterios generales para la elaboración de proyectos” descritos en la norma UNE 157001, aprobada en 2002, cuya finalidad es dar uniformidad y coherencia a los proyectos que se desarrollan en España. Dicha norma estructura el proyecto en base a ocho documentos básicos: memoria, anexos, planos, pliego de condiciones, estado de mediciones, presupuesto y, cuando sea necesario, estudios con entidad propia.

Por otro lado, el Decreto 50/2008, de 19 de Febrero, de la Comunidad Autónoma de Andalucía, divide los sistemas fotovoltaicos en dos categorías, en función de su potencia nominal: igual o inferior a 10 kW (categoría A), y superior a este valor (categoría B).

Puesto que el SFCR que vamos a diseñar requerirá entre 2,5 y 3 kWp, nuestra instalación pertenecería a la categoría A. Según este Decreto, no será necesaria para proyectos de este grupo la elaboración de un proyecto, sino que bastará con realizar una memoria técnica de diseño.

En cualquier caso, este TFM, que une Arquitectura e Ingeniería en un proyecto de integración arquitectónica de sistemas fotovoltaicos, se considera conveniente definirlo de la forma más detallada y rigurosa posible, por lo que tomaremos como referencia los puntos que debe contener un proyecto de “instalación fotovoltaica interconectada”, enunciados por la Instrucción Técnica Complementaria ITC-FV-03 (BOJA núm. 98 de 2007) a la que refiere el Decreto 50/2008.

## B MEMORIA

### B.1 OBJETO

La finalidad de este proyecto es diseñar un Sistema Fotovoltaico Conectado a Red integrado en la envolvente arquitectónica de una vivienda unifamiliar pareada ya construida ubicada en la provincia de Málaga.

La acción consiste, principalmente, en estudiar una envolvente ligera que transforme en un nuevo espacio habitable la terraza-solarium ubicada en la cubierta del inmueble. La nueva piel del edificio estará integrada por el mencionado sistema fotovoltaico de, aproximadamente, 3 kWp con el que se abastecerá de energía eléctrica a los consumos.

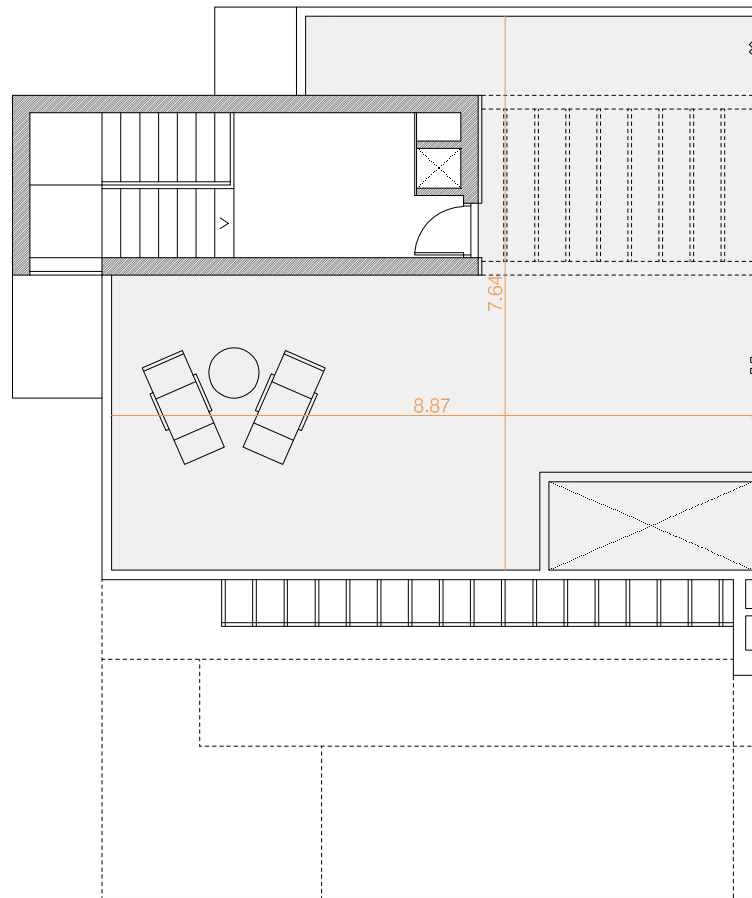
De este modo, se garantizará que en condiciones ambientales favorables, la vivienda utilice la energía generada de forma limpia a partir de la solar, en lugar de la obtenida a partir de combustibles fósiles con los que regularmente producen energía eléctrica las distintas compañías que conocemos actualmente en nuestra sociedad.



VISTA AÉREA DE LA VIVIENDA OBTENIDA A TRAVÉS DE GOOGLE EARTH

## B.2 ALCANCE

El ámbito de aplicación de este proyecto comprende una superficie aproximada de 52 m<sup>2</sup> de cubierta plana (sombreada en gris en la planta de referencia) sobre la que se construirá la nueva envolvente arquitectónica con integración del SFCR, junto con el espacio anexo del castillete donde se ubicará el armario de los componentes de control del sistema fotovoltaico y las canalizaciones verticales necesarias para la conducción de la energía eléctrica generada.



PLANO DE REFERENCIA DE LA PLANTA DE CUBIERTA DEL EDIFICIO

En los epígrafes siguientes, apreciaremos algunas correcciones dimensionales de esta planta anotadas en la correspondiente visita de obra previa al desarrollo de este ejercicio, junto con la rectificación formal que realizó el propietario en el hueco que se aprecia en la esquina inferior derecha de la superficie sombreada en gris, que fue cubierto en una reforma posterior a la entrega de la vivienda.



### B.3 ANTECEDENTES

El diseño de un sistema fotovoltaico está influenciado por múltiples factores. Entre estos, será importante conocer los datos de la localización y ciertos parámetros climatológicos característicos de la zona, a fin de conocer qué niveles de radiación solar vamos a tener y qué orientación e inclinaciones son las más favorables para los dispositivos de captación que utilicemos. Tales aspectos condicionarán en mayor o menor medida la tipología y dimensión de nuestro sistema de captación o generador fotovoltaico (GFV), y por tanto, la concepción arquitectónica y la integración con los distintos sistemas.

En nuestro caso, el edificio en el que se integrará el SFVR se encuentra en la ciudad de Málaga (Latitud 36.72 N), concretamente al Este en la delimitación de su centro histórico.



SITUACIÓN DE LA VIVIENDA EN LA CALLE MACIZO DEL HUMO, MÁLAGA-CENTRO

Haciendo un zoom a vista de pájaro sobre la vivienda en la que vamos a trabajar, podemos conseguir datos relevantes sobre las diferentes orientaciones que estimamos podrían asumir los captadores de acuerdo con la forma del edificio ya construido.

Observando las líneas principales de la cubierta en la imagen superior, distinguimos dos ejes ortogonales principales que coinciden con las orientaciones:

	Azimut ( $\alpha$ )
Sur	10°
Este	-80°
Oeste	100°



ORIENTACIÓN DE LA CUBIERTA

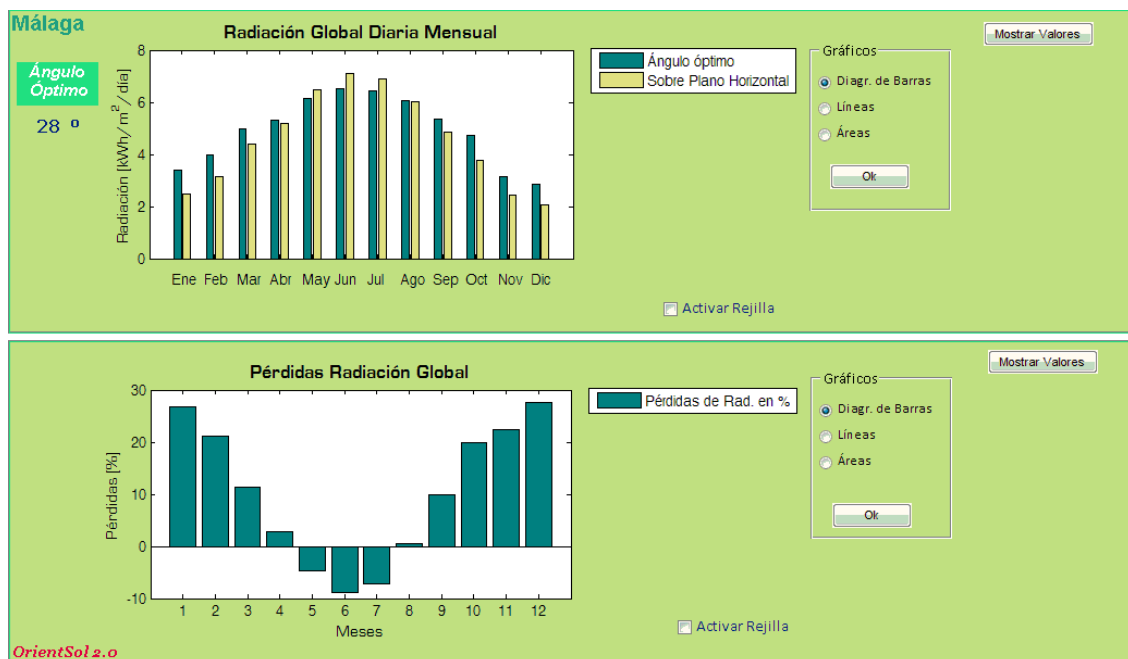
En la reunión mantenida con el propietario del edificio, se pensó que los módulos fotovoltaicos a disponer en proyecto, al no tener ningún sistema de seguimiento debido al notable aumento del costo de la instalación y la dificultad que esto supondría para garantizar la integración del generador en la envolvente del edificio, podrían tomar diferentes orientaciones y no sólo la Sur ( $\alpha=10^\circ$ ), de forma que obtuviésemos una gráfica de generación más homogénea en las distintas horas del día, en lugar de potenciar únicamente las horas centrales.

Esta decisión se estudiará con mayor detenimiento en los apartados correspondientes al análisis de las distintas soluciones de la definición arquitectónica y el SFCR.



### Inclinación Óptima Anual

Radiación Global ( kWh / m <sup>2</sup> / día)	Málaga										Pérdidas (%)	
											Inclinación Óptima (°)	Sobre Plano Horizontal
	Gdm (0°)	Gdm (10°)	Gdm (20°)	Gdm (30°)	Gdm (40°)	Gdm (50°)	Gdm (60°)	Gdm (70°)	Gdm (80°)	Gdm (90°)	28	
Enero	2.49	2.82	3.17	3.45	3.65	3.76	3.77	3.7	3.53	3.28	3.4	26.79
Febrero	3.13	3.48	3.79	4.01	4.14	4.17	4.11	3.95	3.7	3.36	3.97	21.23
Marzo	4.4	4.62	4.86	4.98	5	4.89	4.68	4.36	3.95	3.46	4.97	11.42
Abril	5.17	5.3	5.36	5.3	4.97	4.71	4.35	3.91	3.39	2.82	5.32	2.89
Mayo	6.46	6.41	6.33	6.11	5.53	5.11	4.57	3.94	3	2.34	6.17	-4.78
Junio	7.11	6.94	6.77	6.45	5.75	5.22	4.59	3.56	2.86	1.82	6.53	-8.95
Julio	6.88	6.76	6.64	6.36	5.71	5.22	4.62	3.93	2.95	1.9	6.42	-7.09
Agosto	6.04	6.13	6.15	6.03	5.58	5.24	4.78	4.22	3.58	2.67	6.07	0.45
Septiembre	4.84	5.12	5.31	5.38	5.2	5.03	4.76	4.38	3.9	3.35	5.37	9.94
Octubre	3.79	4.18	4.53	4.77	4.9	4.92	4.81	4.59	4.26	3.84	4.73	19.95
Noviembre	2.43	2.67	2.95	3.17	3.31	3.37	3.36	3.27	3.1	2.86	3.13	22.3
Diciembre	2.07	2.36	2.66	2.9	3.07	3.17	3.19	3.13	3	2.8	2.86	27.55
<b>MEDIA</b>	<b>4.57</b>	<b>4.73</b>	<b>4.88</b>	<b>4.91</b>	<b>4.73</b>	<b>4.57</b>	<b>4.3</b>	<b>3.91</b>	<b>3.44</b>	<b>2.87</b>	<b>4.91</b>	<b>10.14</b>



DATOS DE LA RADIACIÓN SOLAR GLOBAL EN MÁLAGA OBTENIDOS CON ORIENTSOL 2.0

Por otra parte, podemos continuar añadiendo más datos de referencia climatológica de la ubicación del proyecto. Gracias a la aplicación OrientSol 2.0, desarrollada por el grupo de investigación IDEA de la Universidad de Jaén, podemos calcular la radiación en superficies orientadas en Málaga, o cualquier otra localización.

Este software nos proporciona una Inclinación Óptima de 28° para el GFV, con una Radiación Global Media de 4.91 kWh/m<sup>2</sup>/día, que mejora considerablemente la captación en los primeros y últimos meses del año respecto a Plano Horizontal, con un porcentaje de Pérdidas por Radiación Global inferiores a 10° en los meses centrales.

En lo referente al emplazamiento de la vivienda, éste se encuentra en un barrio de reciente construcción conocido como La Manía, asentado sobre un terreno escarpado con gran pendiente y amplias vistas a Sur y Este de la costa.

Se trata de una vivienda constituida por cuatro plantas (garaje, baja, alta y castillete-cubierta), de las cuales sólo se actuará en la correspondiente al último nivel.

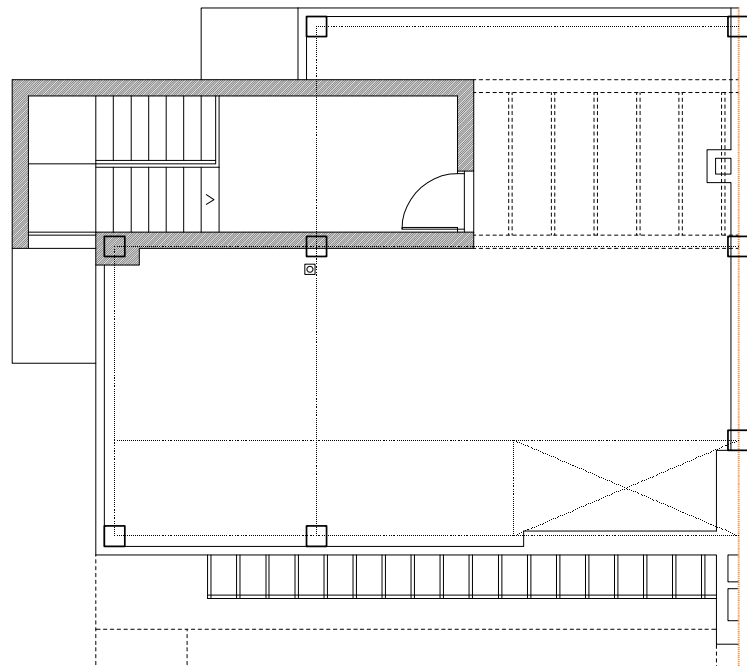
A simple vista, podemos verificar que se va a tratar de una obra de estructura de hormigón armado, cerramiento de fábrica de ladrillo visto y cubiertas planas (suponemos "invertida": el aislante se coloca por encima del impermeabilizante). Sin embargo, no podemos ver claramente dónde se encuentran los puntos de apoyo de la estructura en la cubierta, algo que debemos conocer para concebir el proyecto arquitectónico.



VISTAS A SUR Y ESTE / PERSPECTIVA DE LA VIVIENDA DESDE LA CALLE



SUPERPOSICIÓN DE PLANTAS ALTA Y DE CUBIERTA



PLANTA DE CUBIERTA RECTIFICADA CON INDICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Al no poder realizar una comprobación in situ de la estructura, podemos dar por válida para este ejercicio la superposición de las plantas alta y de cubierta, de manera que, gracias a los pilares representados en el nivel inferior, podemos intuir estos soportes en el de cubierta, quedando la planta actual rectificada según la imagen inferior.



Para finalizar este apartado de antecedentes, se muestran otras dos imágenes del área de cubierta a intervenir para facilitar la comprensión del proyecto.



IMÁGENES DESDE LA CALLE TRASERA (ARRIBA) Y DESDE LA PROPIA CUBIERTA (ABAJO)

## B.4 DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

### ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

Real Decreto 314/2006, de 17 de Marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Los Documentos Básicos que influirían en este proyecto son los siguientes:

DB SE: Seguridad estructural.

DB SE-AE: Acciones en la edificación.

DB SE-A: Estructuras de acero.

DB SI: Seguridad en caso de incendio.

DB SU: Seguridad de utilización.

DB HS: Salubridad.

DB HE: Ahorro de energía.

DB HR: Protección frente al ruido.

Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación, NCSR-02.

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

### SISTEMA FOTOVOLTAICO

1 Con carácter general:

Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En la red de continua del generador con tensiones  $\leq 1500$ , y en la red de alterna a la salida del inversor con tensiones  $\leq 1000$  V.

2 Como instalación fotovoltaica que se inscribiría en la producción de energía eléctrica en régimen especial, deberá cumplir en lo referente a su régimen jurídico y económico

de esta actividad, y a las condiciones en las que se entrega la energía a la red de distribución pública:

Actualmente, el Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de Enero, procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.; afectando a los sistemas fotovoltaicos no inscritos en el registro de preasignación con posterioridad al 28 de Enero de 2012.

*Esto quiere decir que actualmente quedan invalidados los siguientes documentos:*

- *Real Decreto 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*
- *Real Decreto 1578/2008, de 26 de Septiembre, de retribución de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007.*

*Y del mismo modo, los siguientes también quedarán suspendidos por ahora:*

- *Real Decreto 1565/2010, de 19 de Noviembre, por el que se regulan y modifican aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*
- *Real Decreto 14/2010, de 23 de Diciembre por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.*

*Se detalla también la normativa que absorbe o a la que se remiten algunos documentos:*

- *Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión; del que se extraen condiciones técnicas de cálculo y diseño para el CTE DB-HE-5, Apartado 3.2.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. A éste se remite el Anexo XI del Real Decreto 661/2007, con carácter general para el acceso y conexión de instalaciones en régimen especial.*

### 3 Respecto a la normativa técnica específica aplicable a estos sistemas fotovoltaicos:

Código Técnico de la Edificación, CTE DB-HE-5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica (Sección 5 del Documento Básico de Ahorro de Energía).

UNE-EN 61215:1997 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.

UNE 20460-7-712:2006 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV); que equivale a IEC 60364-7-712:2002.

UNE 20460-7-712:2006 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV). Equivalente IEC: 60364-7-712:2002.

UNE 206001:1997 EX Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.

UNE-EN 50380:2003 Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. (Versión oficial EN 50380:2003).

UNE-EN 50461:2007 Células solares. Información de la documentación técnica y datos del producto para células solares de silicio cristalino.

UNE-EN 60891:1994 Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino. (Versión oficial EN 60891:1994). Equivalente IEC: 891:1987+A1:1992.

UNE-EN 60904-1:1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: medida de la característica intensidad-tensión de los módulos fotovoltaicos. (Versión oficial EN 60904-1:1993). Equivalente IEC: 904-1:1987.

UNE-EN 60904-1:2007 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos. (Versión oficial EN 60904-1:2007). Equivalente IEC: 60904-1:2006.

UNE-EN 60904-2:1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: requisitos de células solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-2:1993). Equivalente IEC: 904-2:1989

UNE-EN 60904-2/A1:1998 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-2:1993/A1). Equivalente IEC: 60904-2:1989/A1:1998.

UNE-EN 60904-2:2008 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-2:2007). Equivalente IEC: 60904-2:2007.

UNE-EN 60904-3:1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia. (Versión oficial EN 60904-3:1993). Equivalente IEC: 904-3:1989.

UNE-EN 60904-5:1996 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura de la célula equivalente (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto. (Versión oficial EN 60904-5:1995). Equivalente IEC: 904-5:1993.

UNE-EN 60904-6:1997 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-6:1994). Equivalente IEC: 904-6:1994.

UNE-EN 60904-6/A1:1998 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-6:1994/A1:1998). Equivalente IEC: 60904-6:1994/A1:1998.

UNE-EN 60904-7:1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 7: Cálculo del error introducido por desacoplo espectral en las medidas de un dispositivo fotovoltaico. (Versión oficial EN 60904-7:1998). Equivalente IEC: 60904-7:1998.

UNE-EN 60904-8:1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico (FV). (Versión oficial EN 60904-8:1998). Equivalente IEC: 60904-8:1998.

UNE-EN 60904-10:1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 10: Métodos de medida de la linealidad. (Versión oficial EN 60904-10:1998). Equivalente IEC: 60904-10:1998.

UNE-EN-61173:1998 Protección Contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía. Guía (Versión oficial EN 61173:1994). Equivalente IEC: 1173:1992.



UNE-EN 61215:2006 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. (Versión oficial EN 61215:2005). Equivalente IEC: 61215:2005.

UNE-EN 61277:2000 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía. (Versión oficial EN 61277:2005). Equivalente IEC: 61277:1995.

UNE-EN 61345:1999 Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV). (Versión oficial EN 61345:1998). Equivalente IEC: 61345:1998.

UNE-EN 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento. (Versión oficial EN 61683:2000). Equivalente IEC: 61683:1999

UNE-EN 61701:2000 Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV). (Versión oficial EN 61701:1999). Equivalente IEC: 61701:1995.

UNE-EN 61721:2000 Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto). (Versión oficial EN 61721:1999). Equivalente IEC: 61721:1995.

UNE-EN 61724:2000 Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis. (Versión oficial EN 61724:1998). Equivalente IEC: 61724:1998.

UNE-EN 61725:1998 Expresión analítica para los perfiles solares diarios. (Versión oficial EN 61725:1997). Equivalente IEC: 61725:1997.

UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica. (Versión oficial EN 61727:1995). Equivalente IEC: 1727:1995.

UNE-EN 61730-1:2007 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción. Equivalente IEC: 61730-1:2004, modificada.

UNE-EN 61730-2:2007 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos. Equivalente IEC: 61730-2:2004, modificada.

UNE-EN 61829:2000 Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V. Versión oficial EN 61829:1998). Equivalente IEC: 61829:1995.

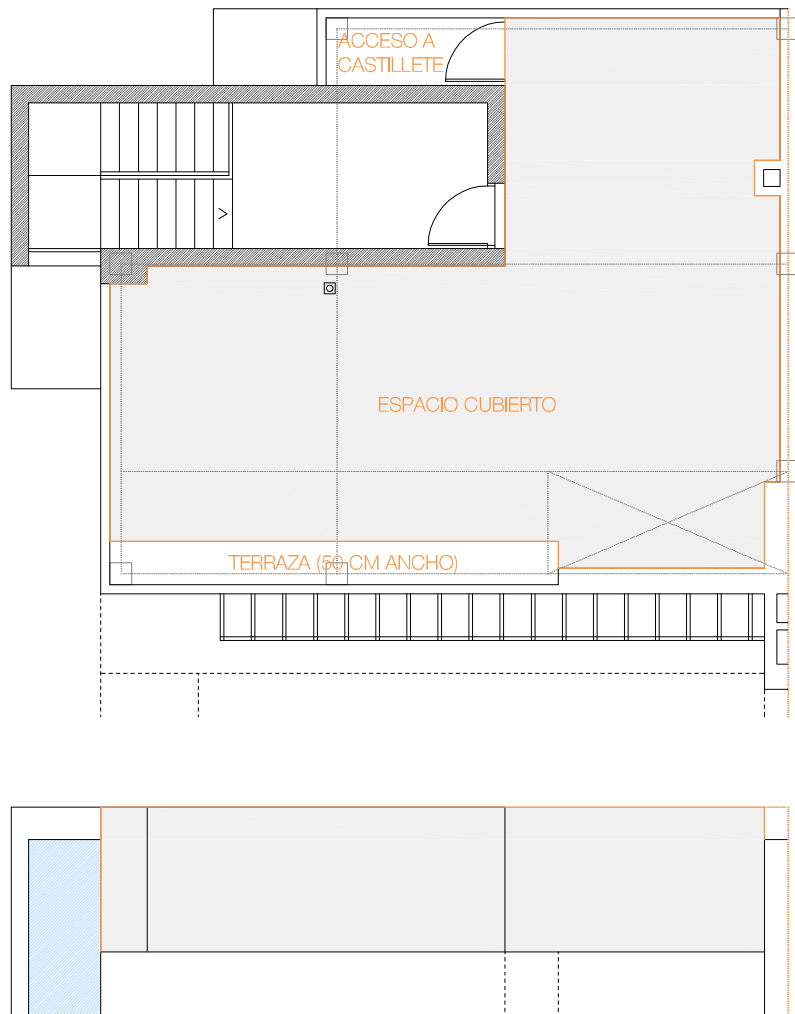
UNE-EN 62093:2006 Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales (Versión oficial EN 61727:2005). Equivalente IEC: 62093:2005.

## B.5 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

BOJA	Boletín Oficial de la Junta de Andalucía
CA	Corriente alterna
CC	Corriente continua
CEM	Condiciones estándares de medida
GFV	Generador fotovoltaico
ITC-FV	Instrucción Técnica Complementaria de Instalaciones Fovoltaicas
PCT	Pliego de condiciones técnicas
PMP	Punto de máxima potencia
SFCR	Sistema Fovoltaico Conectado a Red
TFM	Trabajo Fin de Máster
UNE	Una Norma Española. Normas AENOR

## B.6 REQUISITOS DE DISEÑO

En la reunión mantenida con el propietario del inmueble y posteriores contactos periódicos durante la fase de diseño, este último pudo comunicar las especificaciones y requisitos formales, materiales, y demás consideraciones que le interesaban para su nuevo espacio de la vivienda, así como algunas preferencias acerca del sistema fotovoltaico a utilizar.



PLANTA Y ALZADO CON INDICACIÓN DE IDEAS DEL PROPIETARIO DEL EDIFICIO

En primer lugar, podemos destacar los aspectos relacionados con la forma y habitabilidad de este nuevo espacio. El propietario aseguraba que no solían utilizar la azotea-solarium para uso y disfrute, por lo que preferían que gran parte de la superficie de la misma fuese cubierta y cerrada a la intemperie, de forma que la casa adquiriese una nueva sala de estar.

Otro aspecto importante constituía no perder la vista panorámica que ofrece la terraza hacia la costa, por lo que el cerramiento vertical de gran parte de la misma debía corresponder al vidrio.

Respecto a la nueva construcción, era requisito indispensable por ambas partes que ésta se realizara de forma tectónica, es decir, por adición de elementos de construcción en seco, evitando en la medida de lo posible utilizar materiales pesados y de construcción tradicional (ladrillo, cemento, hormigón, etc.).



MINISTRY OF DESIGN. LIEN RESIDENCE



RWTH AACHEN UNIVERSITY. COUNTER ENTROPY HOUSE



CAMEL ARCHITEKTEN. HOUSE M



STEVEN HOLL. DAEYANG GALLERY-HOUSE

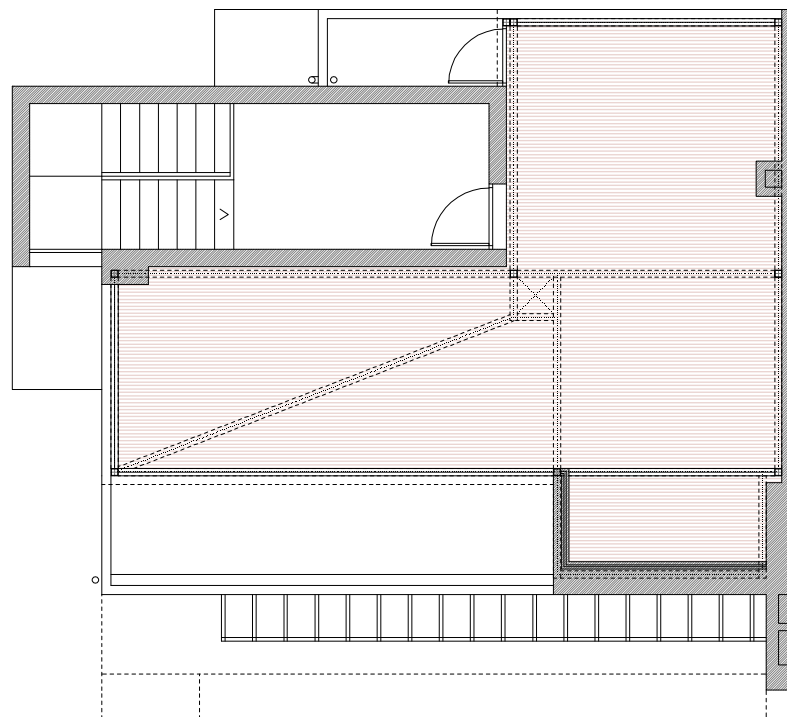
Éstas son algunas imágenes que el propietario aportó en la reunión para mostrar ciertas otras obras de arquitectura que reflejan ideas y gustos personales del mismo para su proyecto, al objeto de tenerlas en cuenta en el proceso de diseño.

Respecto al sistema fotovoltaico, los requisitos responden a la economía y rentabilidad de la instalación, y a la máxima eficiencia posible del generador fotovoltaico. La idea es utilizar paneles fotovoltaicos de la tecnología del Silicio cristalino que fueran lo más económicos posible, en orientaciones aproximadas a la óptima, aunque también podrían aparecer algunos módulos orientados a otra dirección con el objetivo de ampliar la captación en el rango de horas de sol.

El sistema fotovoltaico va a estar conectado a red (SFCR) y, según la demanda energética prevista en la casa, necesitaremos un GFV con potencia nominal 2,5 – 4 kWp.

## B.7 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Tras haber contrastado en puntos anteriores la estructura de la vivienda en plantas inferiores y conocidas algunas intenciones de los que van a habitar este nuevo espacio, pasaríamos a iniciar la fase de diseño del proyecto arquitectónico. Con la premisa de que se ideara con un sistema de construcción ligera y en seco, se optó por utilizar perfiles de acero como material principal de la nueva estructura, de forma que con pilares tubulares de poca sección y gran esbeltez se podría resolver.



PRIMERA PROPUESTA. PERFILERÍA DE ACERO Y CUBIERTA INCLINADA

Esta primera idea del proyecto, se basa en las diferentes orientaciones de los paños de cubierta, con la intención de una integración del sistema fotovoltaico que lo hiciera efectivo durante un rango de horas de sol.



PRIMERA PROPUESTA. CUBIERTA INCLINADA CON ORIENTACIONES SUR, ESTE Y OESTE

En este sentido, conseguir una integración arquitectónica óptima de un sistema fotovoltaico en esta latitud sería necesario inclinar entre  $28 - 30^\circ$  el paño Sur de la cubierta, pero esto no es posible ni aconsejable desde el punto de vista arquitectónico en esta vivienda ya construida.

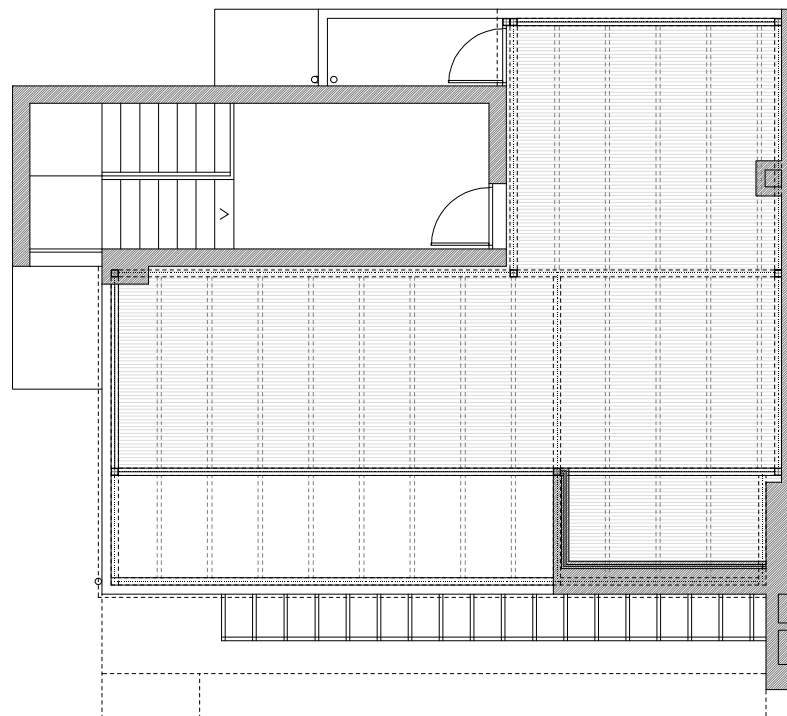
El mayor inconveniente de esta primera propuesta tiene que ver con la dificultad constructiva que se asumiría en los nudos estructurales en los que convergen tres vigas, además de la zona intermedia donde se crea un lucernario como solución a la intersección de numerosos perfiles (ver planta adjuntada en la pág. 19).

Continuando con el desarrollo de este espacio, se optó por buscar una mejor solución con cubierta plana que integrara la estructura soporte de los módulos y que diese lugar a un proyecto más depurado formalmente, y sencillo constructivamente, como podía ser la Residencia Lion que hemos visto en una imagen aportada por el propietario de la casa.

Además, en esta primera corrección, la fachada de vidrio orientada a sur debería protegerse con un vuelo o alero de la radiación solar en las horas centrales del día de los meses cálidos, en favor del ahorro energético en el consumo eléctrico por climatización.

Sin embargo, la siguiente propuesta, de cubierta plana, permite simplificar el número de perfiles de acero y su construcción en una misma cota, reduciendo los tiempos de ejecución y en consecuencia el coste económico.

Así, en la planta, podemos observar cómo el sistema ortogonal de perfiles que configura el forjado de cubierta se adapta con facilidad a la forma del área a cubrir. En línea discontinua se han representado las trazas de las viguetas para leer más fácilmente la trama estructural.

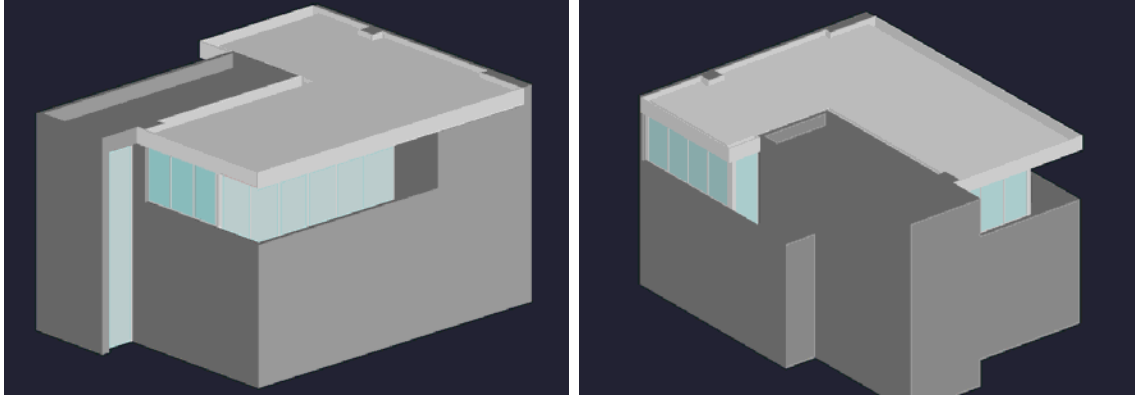


SEGUNDA PROPUESTA. PERFILERÍA DE ACERO Y CUBIERTA PLANA

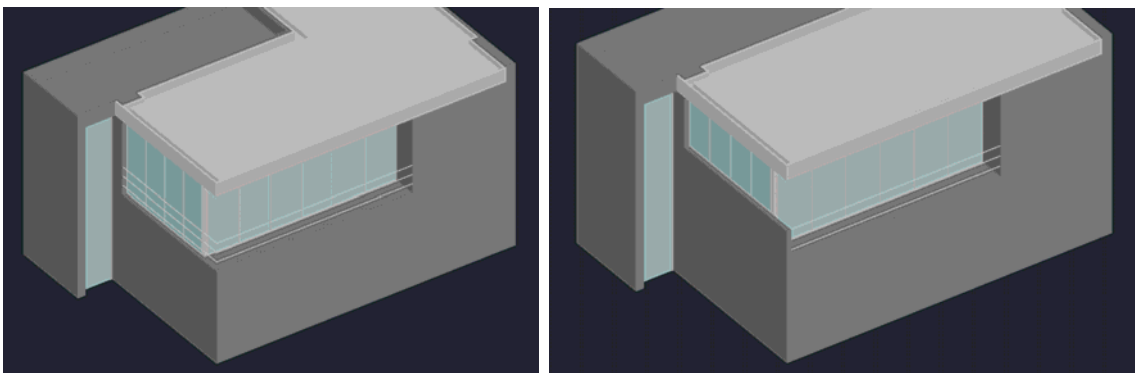
En esta opción se extiende el alero antes mencionado hacia Sur, protegiendo la terraza cenitalmente al mismo tiempo que en el lado derecho se propone un posible armario.

Otra corrección que veremos en la solución definitiva respecto a ésta será la reducción de la terraza en favor de la mayor amplitud al espacio interior, al mismo tiempo que disminuye el voladizo sobre la misma de cara a la estructura.

En el frente Oeste de la casa (parte superior de la planta) la disposición de una puerta permite acceder a la escala que conduce al castillete y a los equipos de climatización.



SEGUNDA PROPUESTA. CUBIERTA PLANA CON LIBERTAD DE ORIENTACIÓN DE MÓDULOS



TERCERA PROPUESTA. REFORMA DEL PRETEL Y SUSTITUCIÓN PARCIAL POR BARANDILLA DE ACERO

Aceptada esta propuesta de envolvente, sólo quedaba tomar la decisión sobre la modificación total o parcial del pretil de ladrillo visto de la azotea, por lo que se generaron otros modelos en los que se estudiaron diferentes reformas del mismo y su sustitución por barandillas o tensores de acero que permitiesen disfrutar aún más de las vistas desde el interior, ya que la altura actual del mismo, en torno a 1m, no permite contemplar las vistas desde una posición de relativo descanso dentro de la sala.

En el siguiente punto de este trabajo se presentará la solución definitiva con un análisis de mayor profundidad sobre los aspectos constructivos del proyecto.



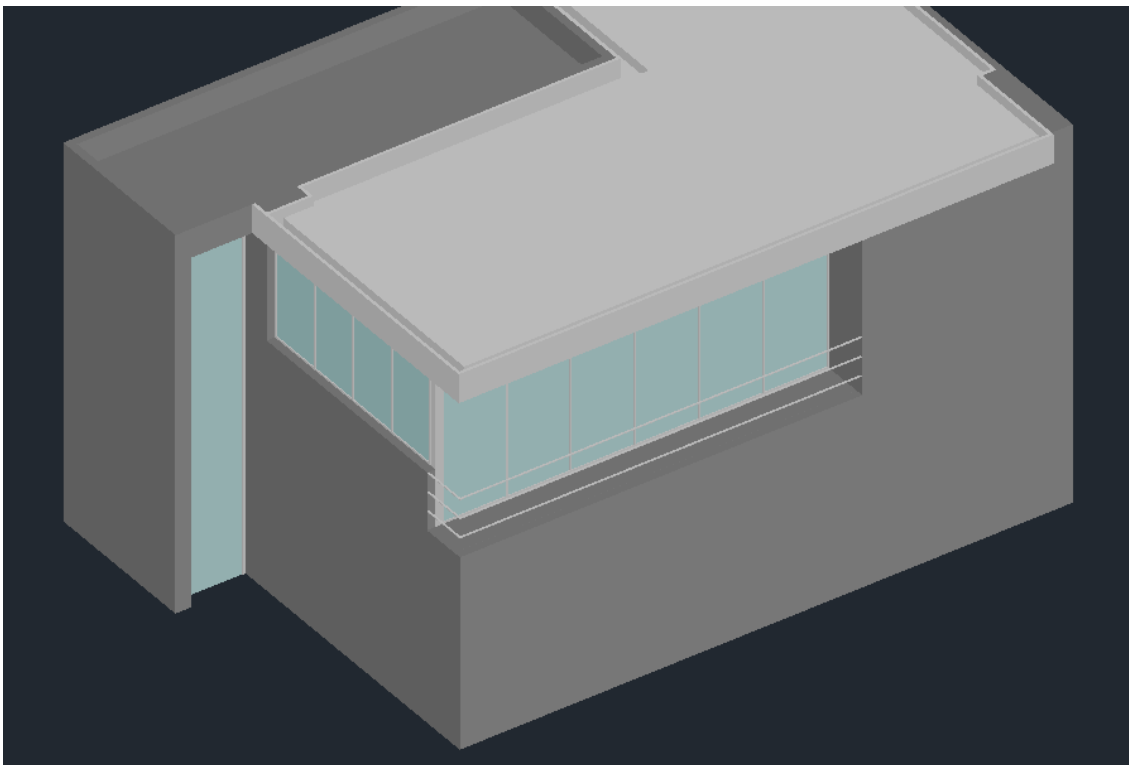
## B.8 ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

Finalmente, el nuevo espacio de la azotea se resolverá mediante la solución con cubierta plana, donde los módulos fotovoltaicos utilizarán una subestructura soporte unida a la estructura de este espacio para adoptar la inclinación óptima para la captación solar.

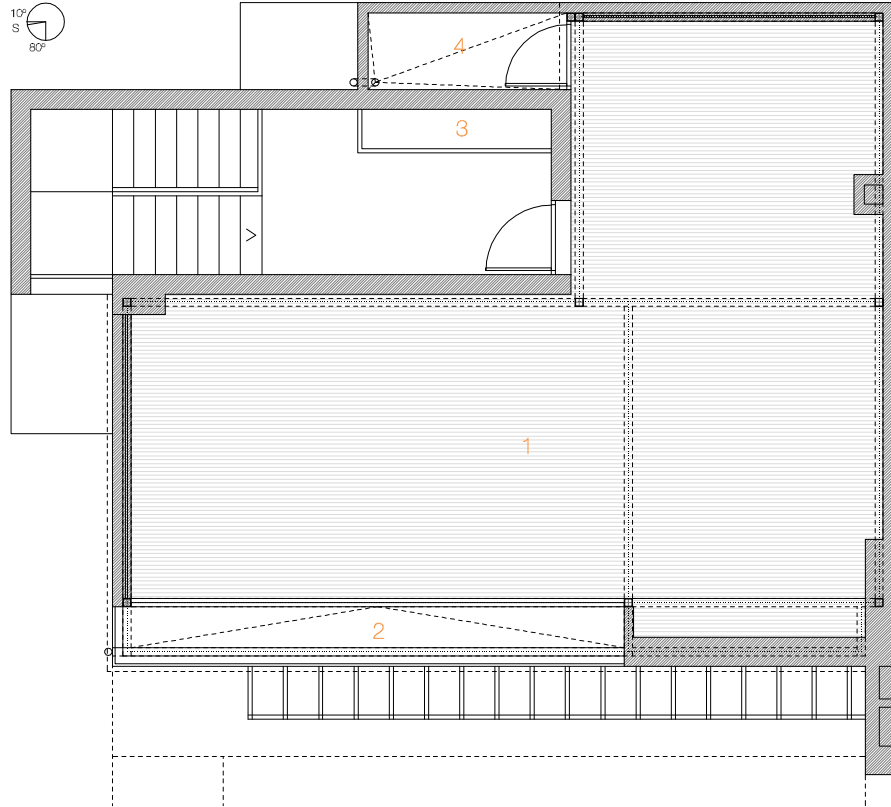
Así, la altura de la cubierta se ceñirá a la del castillete, de forma que quede enrasada con éste, y así otorgarle unidad a la obra nueva con el volumen ya existente.

Por otro lado, el pretil de ladrillo visto, modificado parcialmente en los frentes Este y Sur (imagen inferior), se verá sustituido por dos tramos de barandillas por un lado, y por otro, se verá recrecido para llegar a la cara inferior de la cubierta (parte derecha de la fotografía). En el frente Sur se ha decidido mantenerlo, al objeto de no introducir una carga térmica excesiva por radiación en la superficie de vidrio.

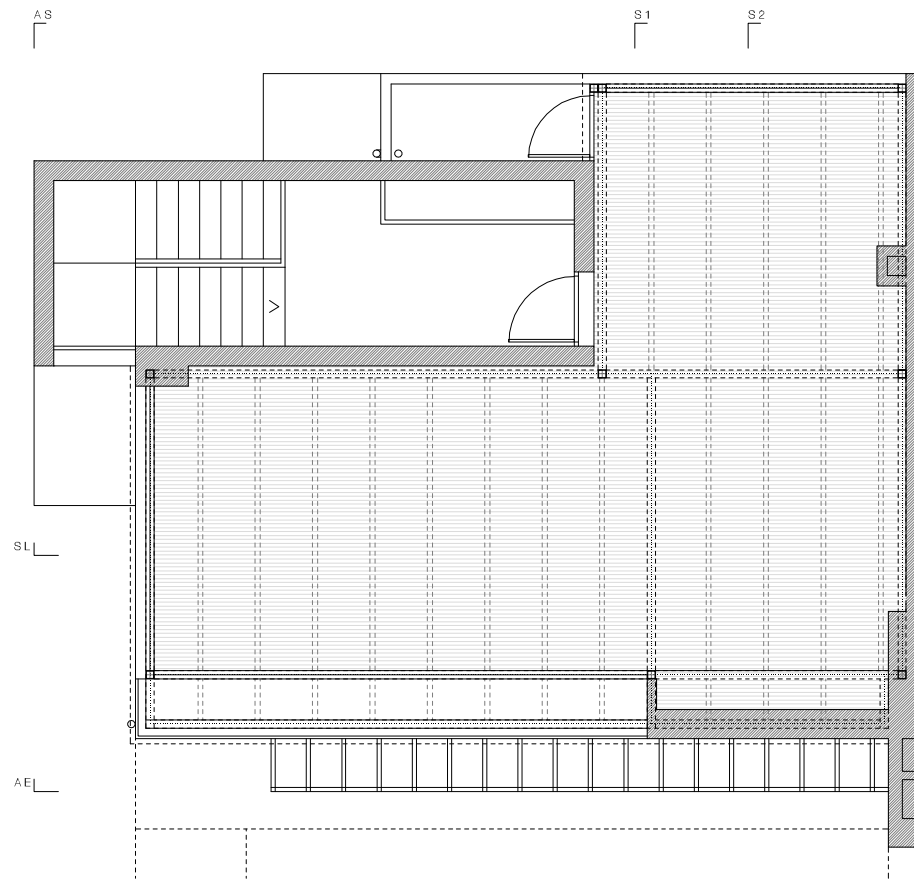
La ejecución de esta pieza en la vivienda se hará en base a criterios de construcción en seco y ligera. Esto es, con estructura de perfiles de acero y panelado de madera o sándwich de aislamiento según proceda.



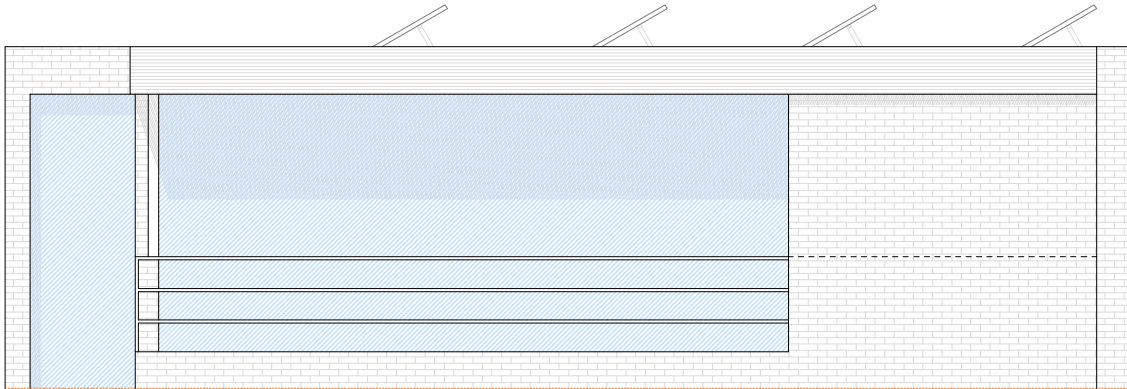
SOLUCIÓN DEFINITIVA CON CUBIERTA PLANA



PLANTA (+0,50). 1/ ESPACIO CUBIERTO 2/ TERRAZA 50 CM 3/ ARMARIO SFCR 4/ ACCESO A CASTILLETE



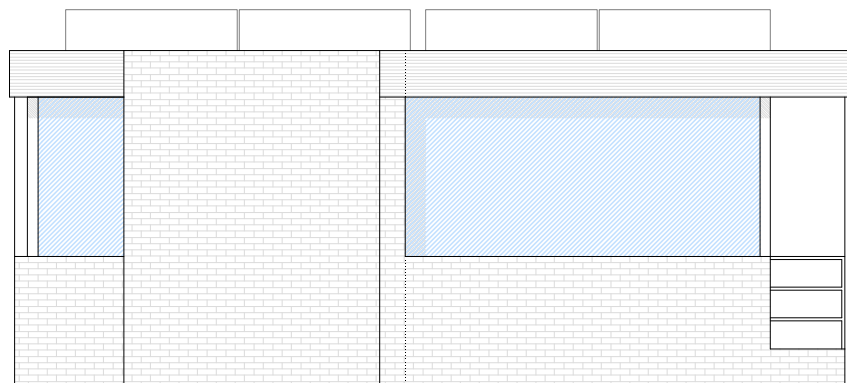
PLANTA (+1,50). REPRESENTACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CUBIERTA SOBRE EL NUEVO ESPACIO



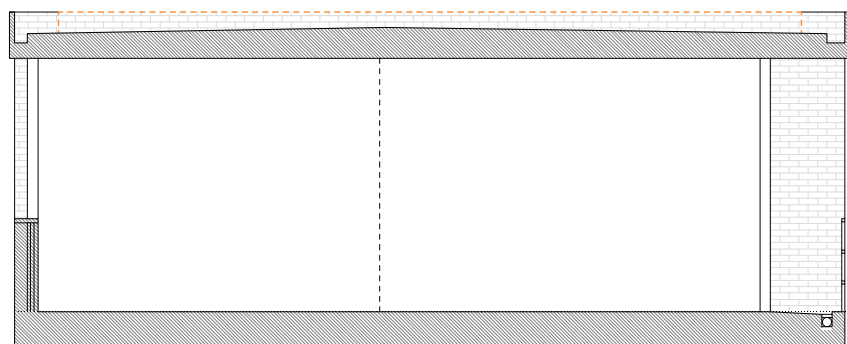
ALZADO ESTE

Éstas son algunas de las vistas más representativas del nuevo volumen. En el Alzado Este puede observarse el ancho del tablero que conforma el pretil de la nueva cubierta, coincidente con el del castillete. Los módulos, con 30° de inclinación, estarán retranqueados del borde, como mín. 50 cm, para que queden ocultos desde el exterior.

En cuanto a los materiales visibles en el conjunto, contrasta el ladrillo visto pintado de blanco del edificio ya construido, con los perfiles de acero, carpinterías de vidrio y tableros fenólicos lisos de la nueva obra.

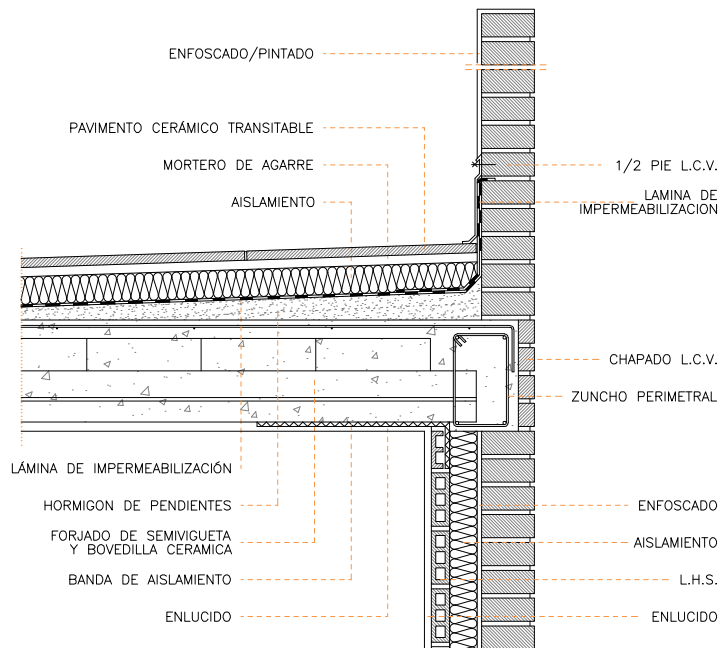


ALZADO SUR

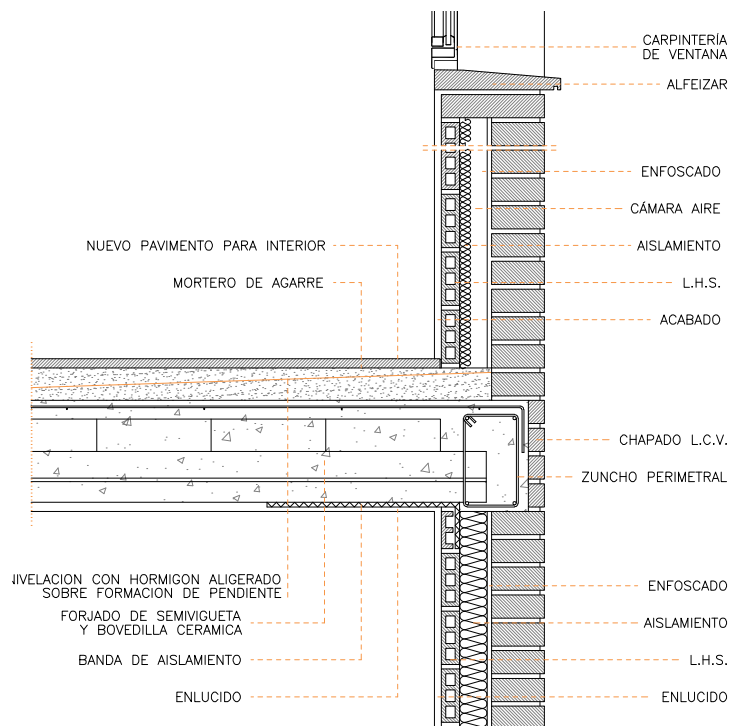


SECCIÓN ESTE - OESTE 1

En este punto, es importante mencionar la intervención previa necesaria sobre el forjado de la actual, de forma que podamos adaptarla al nuevo uso (espacio interior). Éste requiere una nivelación de las pendientes y una redistribución de la evacuación de aguas pluviales sobre la superficie de azotea que quede al exterior. Además, será importante aislar los pretilos de ladrillo visto que se transformen ahora en cerramientos de la sala.



INTERVENCIÓN EN EL FORJADO DE LA AZOTEA. ESTADO ACTUAL



NIVELACIÓN DE LA COTA DEL SUELO. ESTADO REFORMADO



PROYECTO. SECCIÓN CONSTRUCTIVA I TRANSVERSAL AL GFV. EJE NORTE – SUR

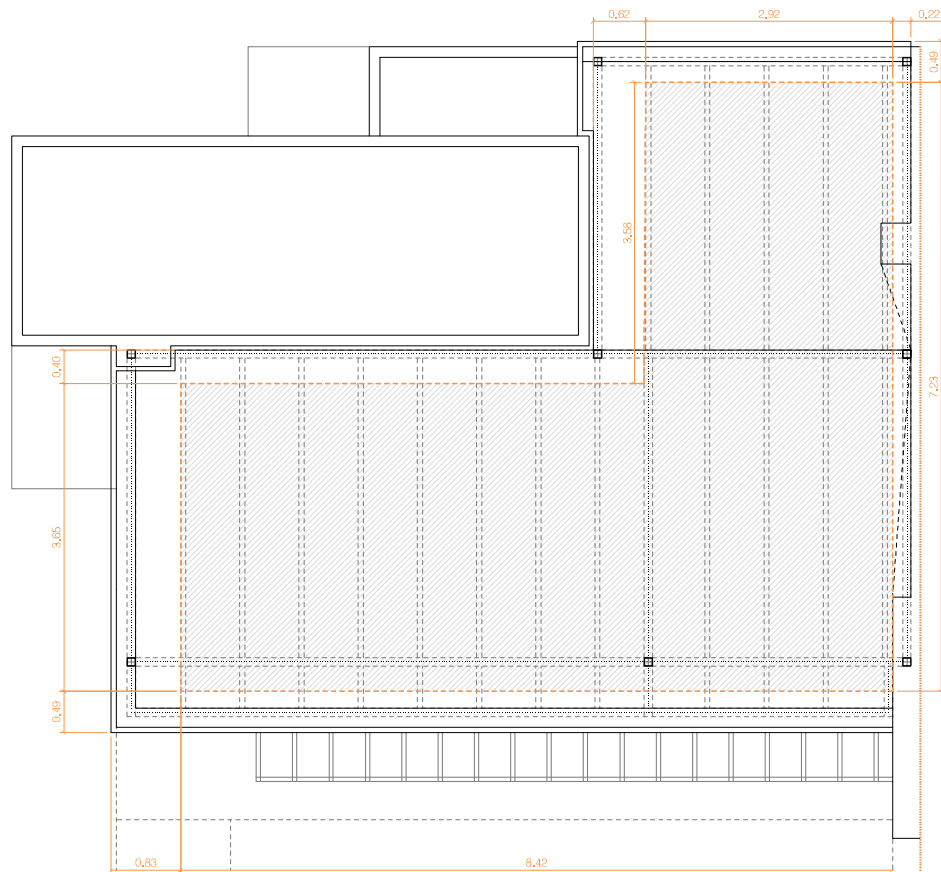


PROYECTO. SECCIÓN CONSTRUCTIVA II LONGITUDINAL AL GFV. EJE ESTE – OESTE

Las dos secciones constructivas completas del proyecto definen los puntos más importantes de su configuración: primero, la actuación sobre el límite superior del forjado para convertirlo al espacio interior y la reforma de las pendientes en el tramo de terraza; en segundo lugar, la dimensión que toman las carpinterías metálicas del vidrio sobre pretil o directamente de suelo a techo; y por último, la ejecución de la estructura metálica de la cubierta y la subestructura soporte del generador fotovoltaico, junto con el despiece de paneles necesarios para formar el propio cerramiento de cubierta.

Y llegados a este punto, podemos realizar la primera aproximación a la superficie de la que vamos a disponer para instalar nuestro campo de paneles que formarán el generador del nuevo Sistema Fotovoltaico Conectado a Red.

Para la determinación de esta superficie de 41,24 m<sup>2</sup>, se ha tenido en cuenta la separación necesaria para que los módulos queden ocultos desde el exterior, las posibles sombras que puedan afectar a la cubierta, como pueden ser los pretils del castillete (su sombra arrojada será mínima ya que éste queda a la misma altura enrasado con la nueva estructura), y una distancia de paso entre el canalón perimetral y el GFV.



SUPERFICIE ÚTIL DE CUBIERTA DISPONIBLE PARA EL GFV: 41,24 M<sup>2</sup>



### B.8.1 RELACIÓN DE MATERIALES Y EMPRESAS SUMINISTRADORAS

En este punto se describen los productos necesarios en relación con cada fabricante. Quedan excluidos de esta lista aquellos productos que dependan de una contrata u oficio local, definidos en las dos anteriores secciones constructivas. En el apartado Anexos de este TFM se adjuntan fichas técnicas más detalladas de estos materiales.

La enumeración de los siguientes se corresponde con el número con el que aparecen en la leyenda de las secciones:



2, 27, 30. Nivelación con hormigón de arcilla expandida ligero y aislante sobre formación de pendiente. ARLITA LECA L. WEBER.

*Descripción del Fabricante: Arlita Leca L es un tipo de arcilla expandida muy ligera y aislante. Se reconoce fácilmente por su tamaño grueso, de 10 a 20 mm. Su uso está especialmente indicado en aquellas unidades de obra donde el aislamiento y/o la ligereza son los factores más importantes.*

*Permite aligerar y resolver en una sola operación la formación de pendientes en cubiertas y alcanzar el valor de aislamiento térmico exigido por el actual CTE. La puesta en obra es rápida y cómoda y la solución durable, evitando el agua ocluida y los puentes térmicos.*



3. Pavimento decorativo continuo color gris formado por árido de cuarzo coloreado ligado con epoxi transparente. SD22 ARENA. REDITEC.

*DdF: Granulometría variada. Colores naturales para exteriores. Colores carta RAL (aproximados) para interiores. Colores especiales tales como blanco puro, plata, oro e incluso personalizado.*



*El SD22 Arena representa la elegancia con su combinación de granos de arena en tonos naturales pero con la posibilidad de un estilo más atrevido en tonos fuertes.*



**9, 31.** Panel de Poliestireno Extruido XPS de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado. URSA XPS. URSA.

*DdF: 1) Conforme a la norma UNE EN 13164. Reducción del riesgo de condensaciones superficiales e intersticiales. El poliestireno extruido es el aislante con mayor resistencia al paso del vapor. El producto tiene valores de coeficiente  $\mu$  que oscilan entre 100 y 200. Estos valores permiten reducir el riesgo de condensaciones en las fachadas de edificios construidos en climas húmedos. 2) Dimensiones adaptadas a las fachadas. Las dimensiones del producto URSA XPS NW E se adaptan a la distancia entre forjados. Los productos de longitud 2.600 pueden instalarse de forma vertical, cubriendo con un solo panel toda la altura entre forjados. Sin embargo también existe la posibilidad de realizar el aislamiento al tresbolillo con los paneles de 1.250 mm de longitud. Estas dimensiones permiten minimizar las mermas de aislamiento y aumentar la velocidad de instalación. 3) Continuidad del aislamiento. El mecanizado machihembrado permite garantizar la continuidad del aislamiento.*



**15, 23.** Perfilaría secundaria de acero estructural galvanizado para formación del frente de cubierta. ARCELORMITTAL.

*DdF: ArcelorMittal dispone de una amplia gama de tubos estructurales en secciones circular, cuadrada y rectangular.*

*Los tubos estructurales soldados ofrecen grandes ventajas sobre los clásicos perfiles estructurales: 1) su forma cerrada y bajo peso presentan un mejor comportamiento a*

*esfuerzos de torsión y resistencia al pandeo. 2) facilidad de montaje, permitiendo la realización de uniones simples por soldadura. 3) Superficies exteriores reducidas, sin ángulos vivos ni rebabas, permitiendo un fácil mantenimiento y tratamiento anticorrosión.*



17. Tablero 19mm de apoyo para canalón perimetral. OSB3. MADERAS MARBELLA.

*DdF: Tablero estructural destinado a ser utilizado en ambiente húmedo.*



19. Membrana líquida impermeabilizante de aplicación en frío, monocomponente, elástica y resistente UV. SIKALASTIC 560. SIKA.

*DdF: Sirve como recubrimiento elástico impermeable para protección y mantenimiento de larga duración de techos y cubiertas. Funciona como aislante térmico-reflectivo, reduciendo la temperatura interior de las construcciones.*



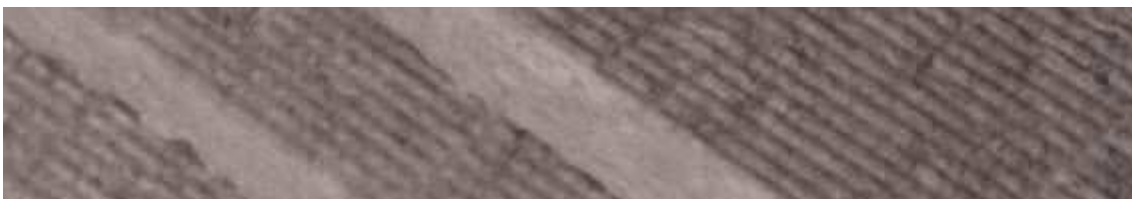
20. Panel sándwich de aislamiento 79 mm acabado en tablero hidrófugo OSB. TOH. THERMOCHIP.

*DdF: Esta versión del panel THERMOCHIP añade a sus características prestaciones de resistencia y aislamiento además de un peculiar acabado. El panel sándwich TOH está formado por un tablero de partículas orientadas OSB en su cara interior y por un tablero aglomerado hidrófugo de 19 mm en su cara exterior.*



21. Tablero 22mm de cierre superior de estructura y formación de canalón. OSB4. MADERAS MARBELLA.

*DdF: Tablero estructural de alta prestación para ambientes húmedos.*



22. Aislamiento térmico y acústico de lana mineral natural. ECOSE. KNAUF INSULATION.

*DdF: La Lana Mineral Natural con ECOSE Technology cumple los estándares más exigentes del sector en materia de calidad del aire (M1/RTS, Finlandia, GREENGUARD for Children and School™/EE.UU., AFSSET/Francia).*



24. Placa de yeso laminado con sujeción metálica, lana mineral y acabado de lámina de 4mm solapada a tablero. PLADUR.

*DdF: 1) placa de yeso laminado PLADUR 2) perfiles de acero galvanizado PLADUR (montantes, canales, perfiles de techo, etc.) 3) lana mineral KNAUF INSULATION 4) otros elementos.*



25. Estructura de apoyo de los módulos del generador FV formada por perfilaría de aluminio. ISOTOP SYSTEM. SCHLETTER.

*DdF: ideal para cubiertas baja carga, muy utilizados en edificios industriales. Es un sistema adaptable a las especificaciones particulares de cada obra y está diseñado para el montaje in situ.*



26. Módulo fotovoltaico de silicio monocristalino. ISF-250. ISOFOTON.

*DdF: Vidrio microtexturado con mayor capacidad de absorción de la luz difusa, que garantiza más eficiencia. Caja de conexión diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas. Módulo ultraligero, lo que facilita su manejo y el ahorro de coste en estructura.*



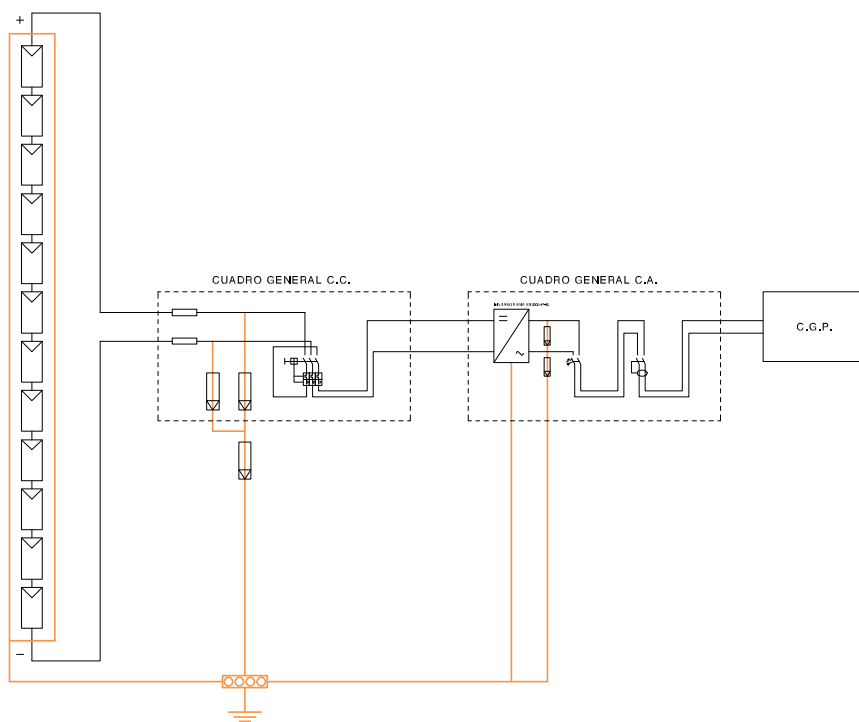
33. Canal de hormigón polímero para recogida de aguas pluviales. MINIKIT. ULMA.

*DdF: Canal de Hormigón Polímero tipo ULMA, modelo MINIKIT, ancho exterior 120mm, ancho interior 98mm y altura exterior 50mm, para recogida de aguas pluviales, en módulos de 1 ML de longitud. Sistema de fijación por presión o clic.*

## B.9 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA INTERCONECTADA (ITC-FV-03)

El SFCR diseñado para esta vivienda tendrá las siguientes características:

- La potencia total del sistema fotovoltaico será de, aproximadamente, 3 kWp en condiciones estándares de medida (CEM).
- El generador fotovoltaico, formado por 12 módulos de Silicio monocristalino, se encuentra ubicado en la cubierta de la nueva construcción, con azimut  $10^{\circ}$  Oeste e inclinación  $30^{\circ}$ .
- El resto de componentes se encuentran ubicados en el armario de instalaciones situado en el interior del núcleo de comunicación vertical (castillete), en la última planta del mismo, que da acceso al nuevo espacio cubierto.
- El inversor incluirá un sistema de monitorización para la gestión-evaluación del funcionamiento del sistema, almacenando y mostrando las variables de operación. Esta monitorización se complementará con una célula calibrada de igual tecnología situada en el plano del generador y un sensor para la medida de la  $T^a$  de operación del módulo.
- El método de cálculo de la instalación está reflejado en el Anexo de "Cálculo", realizado de acuerdo con la normativa vigente de inst. fotovoltaicas con conexión a red.



ESQUEMA UNIFILAR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO DISEÑADO PARA ESTA VIVIENDA



## B.10 DATOS DE LA INSTALACIÓN (ITC-FV-03)

### B.10.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO PROPUESTO

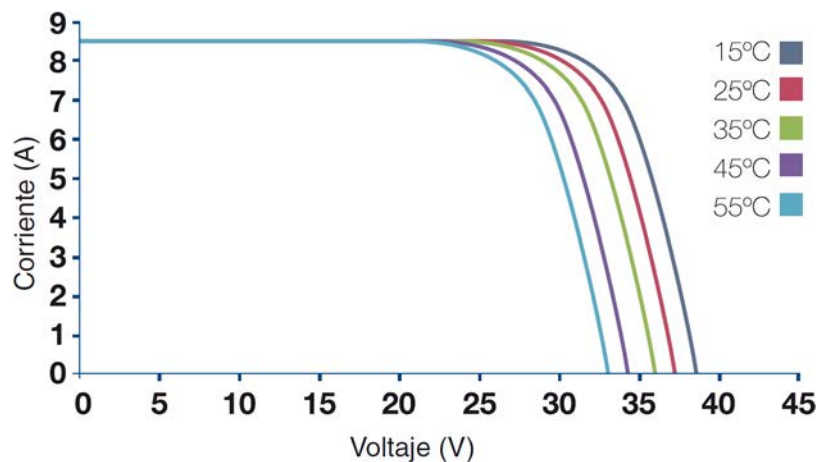
La captación solar en este proyecto se hará a través de paneles basados en la tecnología del Silicio Monocristalino.

En este caso, se ha optado por el “Módulo Monocristalino ISF-250” ( $P_{MOD,M,STC} = 250 \text{ Wp}$ ) de ISOFOTON, una empresa de fabricación española con más de trescientos proyectos y treinta años de experiencia en la industria de células y paneles fotovoltaicos.

El módulo ISF-250 posee un peso de 19 Kg, lo que facilita su manejo y el ahorro en coste de estructura en el proyecto. Tiene unas dimensiones de 1667 x 994 x 45 mm y está formado por 60 células (6 x 10) de 156 x 156 mm.

Su vidrio es de alta transmisividad, microtexturado y templado de 3,2 mm (EN-12150), lo que le otorga mayor capacidad de absorción de la luz difusa y, por tanto, más eficiencia.

El marco es de Aluminio anodizado, con su correspondiente toma de tierra. La caja de conexión IP 65 con 3 diodos de bypass ha sido diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas. El cableado solar tiene 1 m y 4 mm<sup>2</sup> de sección. Por otro lado, el conector será MC4 o LC4.



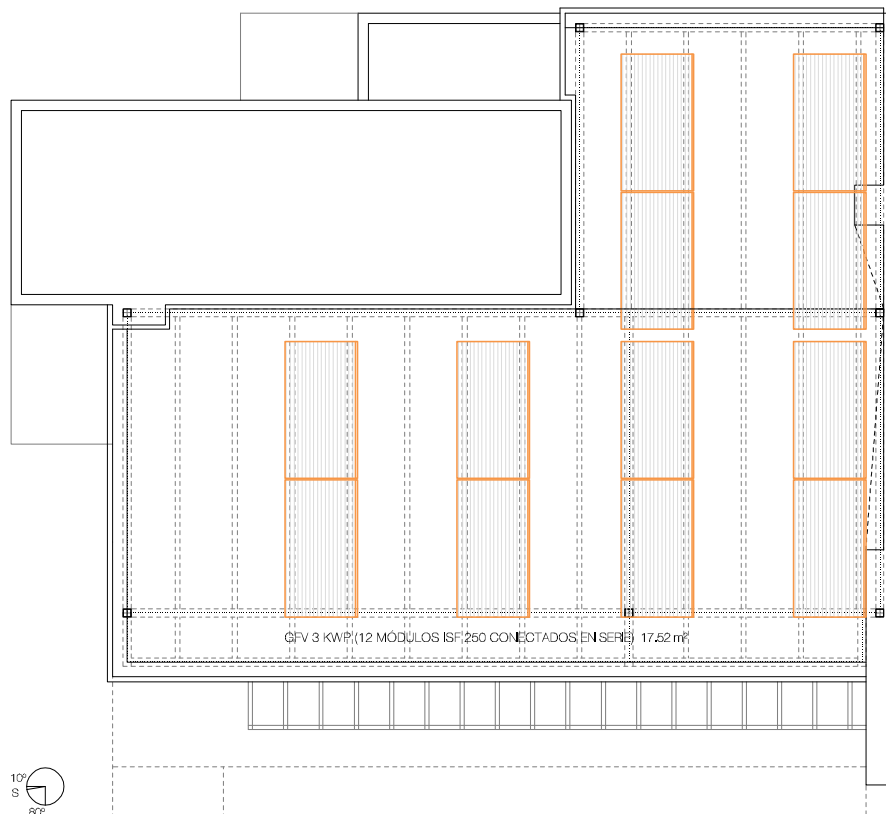
CURVA CARACTERÍSTICA I-V DEL MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-250. ISOFOTON

La curva característica I-V indica las combinaciones de corriente y voltaje posibles para un módulo bajo unas condiciones ambientales dadas. El panel trabajará en alguno de los pares I-V, fijándose el punto de trabajo por la carga a la que esté conectado éste.

## B.10.2 GENERADOR FOTOVOLTAICO

El campo de paneles que conforman el Generador Fotovoltaico (GFV) quedará integrado en la cubierta ligera de la nueva construcción diseñada para la azotea de esta vivienda. Éstos se colocarán sobre la subestructura acoplada a la estructura principal con un azimut de  $10^{\circ}$  Oeste y una inclinación de  $30^{\circ}$ , respectivamente.

El generador va a estar compuesto por un total de doce módulos, siendo su potencia total de, aproximadamente, 3 kWp en CEM.



GENERADOR FOTOVOLTAICO (3 KWP) UBICADO EN LA NUEVA CUBIERTA DE LA VIVIENDA

Como puede observarse en los cálculos realizados en el apartado “C.2.1.2 Diseño de la configuración del generador fotovoltaico. Compatibilidad eléctrica con el inversor seleccionado”, de la Memoria de Cálculo, la solución más adecuada en el presente diseño es realizar una conexión en serie de los doce paneles fotovoltaicos.

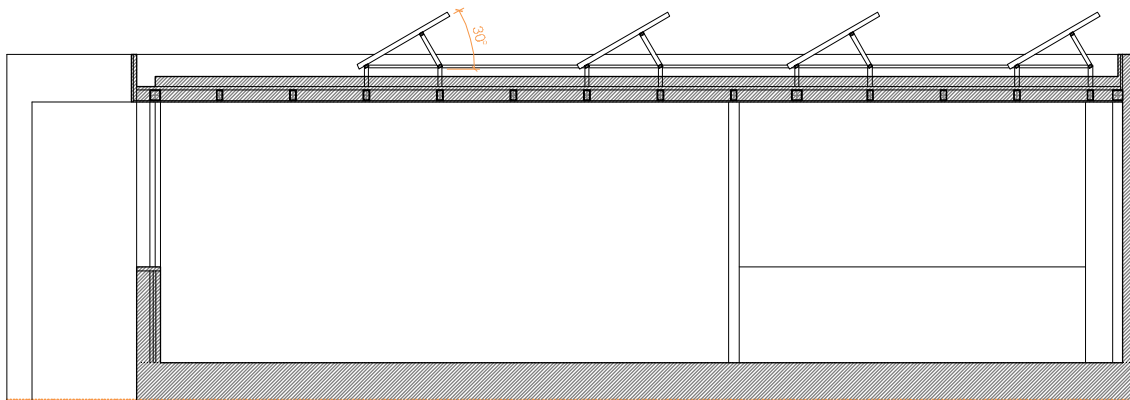
En el plano del generador se situará una célula calibrada de igual tecnología para realizar las respectivas tareas de monitorización, así como la colocación de un sensor para saber la temperatura a la que están trabajando los módulos (temperatura de operación).



### B.10.3 ESTRUCTURA SOPORTE DE PANELES

Es un objetivo principal de este proyecto, híbrido entre Arquitectura e Ingeniería, el diseño de una integración o acoplamiento coherente de un sistema fotovoltaico lo más eficiente posible, y la arquitectura más idónea y respetuosa con las restricciones que la vivienda preexistente nos sugiere.

De este modo, la orientación de las viguetas de la cubierta y los soportes de la subestructura elegida para los módulos son totalmente paralelos en su dirección, ejecutando los apoyos verticales empotrados a eje sobre la estructura.



SECCIÓN GENERAL NORTE – SUR TRANSVERSAL A LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Investigando sobre diferentes tipos de estructuras de fijación para cubiertas planas, se han encontrado diferentes soportes de los módulos fotovoltaicos.

En este caso, puesto que el ángulo que forman los paneles con la horizontal será muy aproximado al óptimo, vamos a utilizar un soporte de inclinación fija en lugar de los que utilizan una inclinación variable, cuyo coste es más elevado. El precio de la instalación de esta subestructura, con inclinación de los módulos a 30°, para una longitud de 1.5m, está alrededor de 45 €, mientras que la inclinación variable puede suponer algo más del doble que ésta.

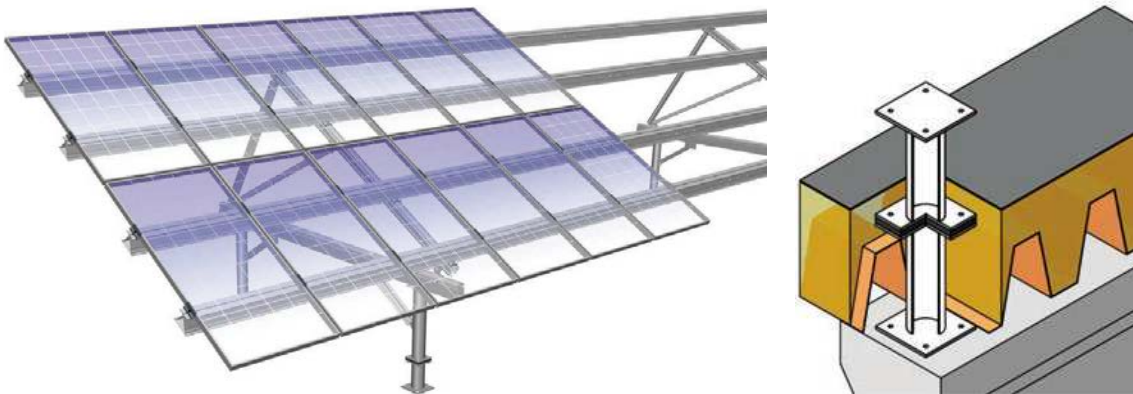
La compañía suministradora elegida para este material es Schletter, siendo su sistema IsoTop™ el más adecuado a las características de este proyecto. Éste es ideal para cubiertas baja carga, muy utilizados en edificios industriales. Es un sistema adaptable a las especificaciones particulares de cada obra y está diseñado para el montaje in situ. En el Anexo podemos encontrar las fichas más interesantes suministradas por el fabricante.



ISOTOP™ SYSTEM. SCHLETTER

El Sistema IsoTop™ responde a la perfección a las características de este proyecto. La subestructura soporte para los módulos fotovoltaicos cuentan con pies metálicos con una separación intermedia (imagen de abajo a la derecha) para de rotura del puente térmico, es decir, para romper la conducción de transmisión de frío o calor por esta barra desde el exterior al interior de la cubierta. Recordemos que, en los puntos donde se introducen estos soportes metálicos, se interrumpen los paneles que otorgan el aislamiento al forjado.

Además, es un sistema flexible por dos razones: por un lado, su perfilaría está diseñada para soportar luces de hasta 10 m, por lo que hasta podremos eliminar incluso apoyos intermedios; y por otro, permite colocar módulos tanto vertical como horizontalmente.



EMPOTRAMIENTO EN VIGUETAS MEDIANTE DOS PIEZAS CON SEPARACIÓN TÉRMICA

## B.10.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA INSTALACIÓN

### B.10.4.1 Tensión máx. y mín. de entrada al inversor o convertidor cc/cc

Tensión máxima de CC: 700 V.

Tensión mínima de CC: 175 V.

### B.10.4.2 Tensión nominal del inversor

Tensión nominal de CA: 220 V, 230 V, 240 V.

Rango: 180 V – 280 V.

### B.10.4.3 Características de los componentes indicadas en la ITC-FV-05

**1 GENERADOR FOTOVOLTAICO.** En la ubicación de los módulos se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- En la rama, los módulos estarán a la misma orientación ( $10^\circ$  O) e inclinación ( $30^\circ$ ).
- Las pérdidas de producción de energía en el generador FV debidas a sombreados parciales serán inferiores al 5% respecto a la que tendría si no existieran.
- En cuanto a los módulos, situados sobre una cubierta ligera concebida con materiales contemporáneos en base a la construcción en seco, ni los anclajes de la estructura a la cubierta, ni la subestructura de fijación, ejercerán presión inadmisibles sobre los tableros.

### **2 INVERSOR**

- El inversor se colocará en un lugar aislado de la intemperie (armario en el interior del castillete de acceso a la cubierta), sobre todo de la radiación solar, lluvia y elevada humedad. Esta ubicación deberá estar limpia y fresca, y fácilmente accesible al usuario.
- Se han tenido en cuenta que las pérdidas en el cableado fueran las menores posible, minimizando las distancias.

Si el inversor está a la intemperie tendrá un grado de protección mínima de IP54 (en nuestro caso, no está a intemperie, aunque cumple con este punto igualmente: IP65).

#### B.10.4.4 Características de los conductores

Tramo serie de módulos-caja de continua-inversor: 4 mm<sup>2</sup> (46 A).

Tramo caja de conexión de alterna-acometida: 6 mm<sup>2</sup> (59 A).

#### B.10.4.5 Medidas de protección empleadas

##### 1 CUADRO GENERAL DE CC

- Dos portafusibles, uno por línea, para permitir disponer en circuito abierto de manera independiente el string. Protección frente a corrientes excesivas.
- Descargador contra sobretensiones CC para la protección frente a rayos.
- Interruptor de corte de carga, previo a la conexión con el inversor.

##### 2 CUADRO GENERAL DE CA

- Interruptor automático magneto-térmico de CA, de ABB (S200C-S 20 A 6 kA).
- Protector contra sobretensiones transitorias, de ABB (OVR T2 1N 15 275P).
- Interruptor diferencial a la salida en alterna con una sensibilidad de 30 mA, de ABB (Tubio IN 25A /40 A o similar).

##### 3 ENTRADA DE LA VIVIENDA

- Interruptor frontera situado en el punto de acometida.
- Interruptor-seleccionador bipolar 400 V<sub>AC</sub> 16 A, previo a conexión al embarrado.

#### B.10.4.6 Tipo de conexión a la red

Conexión: TT. Esquema de distribución utilizado en España.

## B.11 CONCLUSIONES

Una vez concluido el proceso de redacción de este proyecto que aúna Arquitectura e Ingeniería en un ejercicio de integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos, podemos afirmar que se han alcanzado todos los objetivos presentados en la propuesta del Trabajo Fin de Máster.

En primer lugar, se han evaluado las distintas soluciones arquitectónicas de acuerdo a las distintas exigencias de habitabilidad del espacio cubierto sobre la vivienda ya construida y, por otro lado, las distintas prescripciones que se tenían que cumplir para desarrollar el sistema fotovoltaico que se quería introducir en la misma.

De entre todas las soluciones posibles del generador, se ha optado por la implementación más sencilla y económica, sin perjuicio de la calidad que ofrece la tecnología actual de estos sistemas.

En cuanto al porcentaje de autoconsumo, no se ha realizado un estudio más detallado al no disponerse de perfiles horarios del consumo de la vivienda. Se ha presentado sólo un número global basado en el consumo energético total de un día medio por mes, pero bajo mi punto de vista, el porcentaje de autoconsumo instantáneo, utilizando técnicas domóticas de simple implementación, podría alcanzar fácilmente el 80% de la energía generada por el sistema FV.

Respecto a los contenidos de este documento, este aporta las soluciones técnicas necesarias para una ejecución inmediata.

## B.12 BIBLIOGRAFÍA

- 1 Martín Chivelet, N.; Fernández Solla, I. “La envolvente fotovoltaica en arquitectura: criterios de diseño y aplicaciones”. Reverte. 2007. 187 p. ISBN: 978-84-291-2112-4.
- 2 “Experimentos colectivos: arquitectos españoles 2010 (II)”. El Croquis. N. 149. El Croquis Editorial. 2010. 243 p. ISSN: 0212-5633. ISBN: 978-84-88386-58-8.
- 3 “Patio 2.12. Project Manual. As-built”. Andalucía Team. Deliverable n. 7. Universidad de Jaén, Universidad de Sevilla, Universidad de Málaga, Universidad de Granada. Solar Decathlon Europe. 2012.
- 4 “Potential for building integrated photovoltaics”. Report IEA-PVPS T7-4:2000.
- 5 “Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica: Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red”. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Gobierno de España. 2011.
- 6 Terrados Cepeda, J. “Documentación técnica, planificación y gestión del proyecto fotovoltaico”. Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad Internacional de Andalucía. 2012/13.
- 7 De La Casa Higuera, J. “Caracterización y mantenimiento de las instalaciones”. Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. 2012/13. Universidad Internacional de Andalucía. 2012/13.
- 8 Mora López, LI. “Recurso y generación solar. Características de la radiación solar. Conceptos fundamentales”. Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad Internacional de Andalucía. 2012/13.
- 9 Pérez Higuera, P.J. “Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Electrónica de potencia”. Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad Internacional de Andalucía. 2012/13.
- 10 Nofuentes Garrido, G. “Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Diseño y dimensionado”. Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad Internacional de Andalucía. 2012/13.

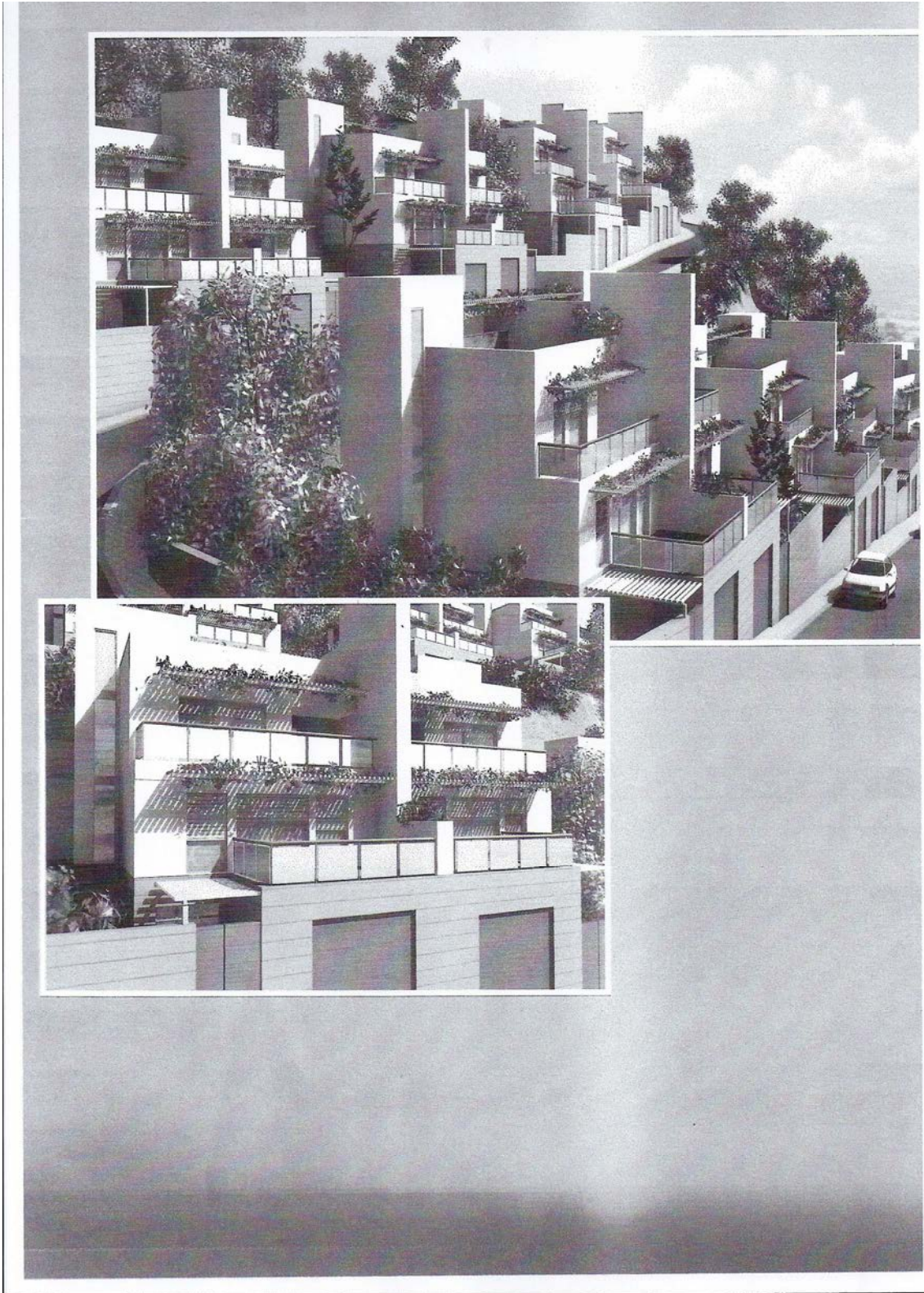


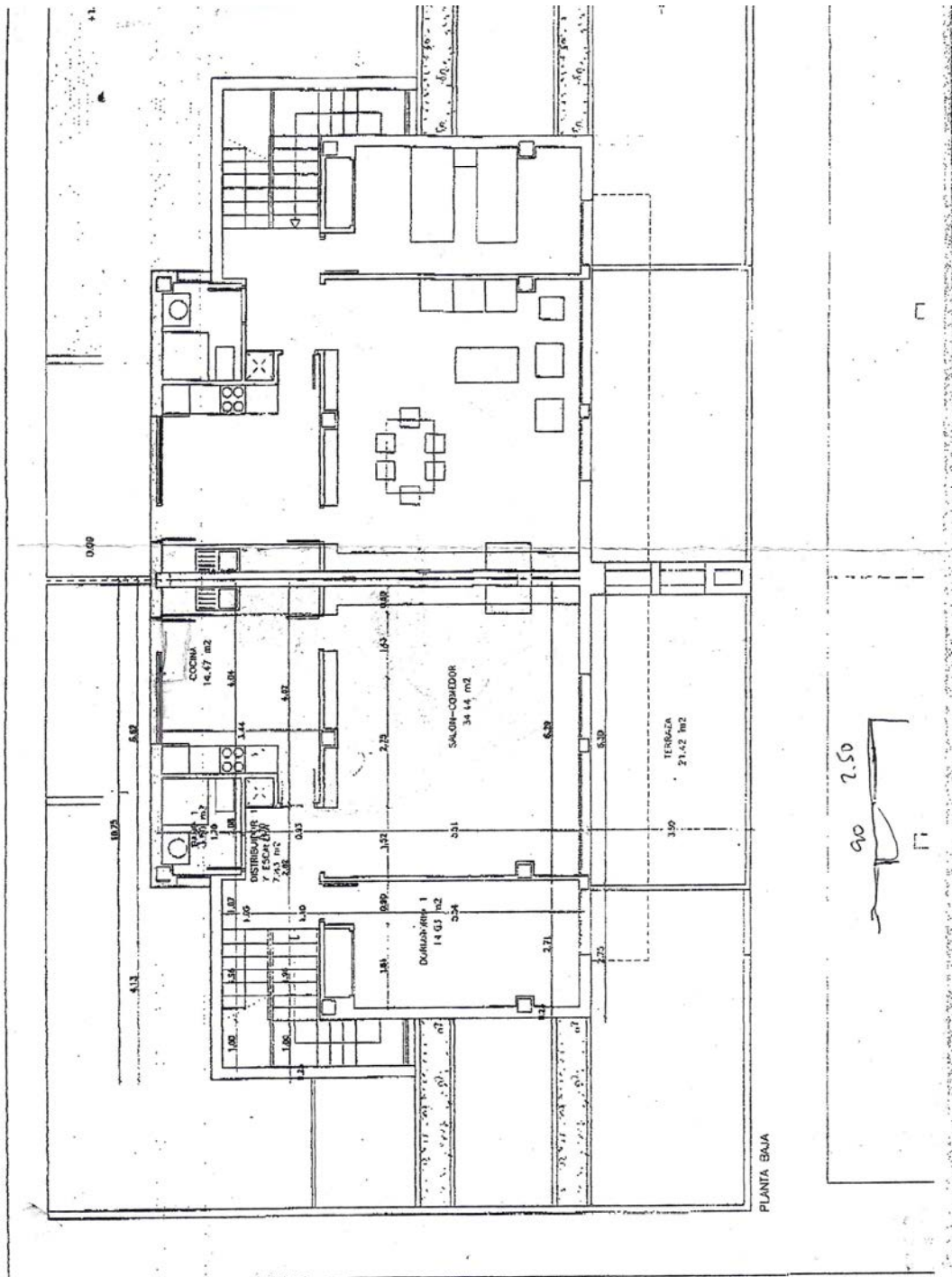
- 11 Gómez Vidal, P. "Seguridad y protecciones". Máster Oficial en Tecnología de los Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica. Universidad Internacional de Andalucía. 2012/13.
- 12 "www.ujaen.es/investiga/solar". Grupo de Investigación y Desarrollo en Energía Solar y Automática. IDEA. Universidad de Jaén.
- 13 "www.ciemat.es". Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas. Ministerio de Economía y Competitividad. Gobierno de España.
- 14 "www.isofoton.com". Fabricante de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- 15 "www.schletter.de". Fabricante de sistemas de montaje solar de metal ligero.
- 16 "www.sma-iberica.com". Fabricante de inversores solares.
- 17 "www.construmatica.com". Base de datos de precios de Arquitectura e Ingeniería.
- 18 "www.catastro.meh.es". Dirección General del Catastro. Ministerio de Hacienda y Administración Públicas. Gobierno de España.
- 19 "www.bing.com/maps". Driving directions, traffic and road conditions. Bing.
- 20 "www.google.es/maps". Google Maps. Google.
- 21 "OrientSol 2.0". Programa para el cálculo de la radiación en superficies orientadas. Grupo de Investigación y Desarrollo en Energía Solar y Automática. IDEA. Universidad de Jaén.
- 22 "AutoCAD". Programa de diseño asistido por ordenador. Autodesk. 2013.
- 23 "Rhinceros 5.0". Programa de modelado en tres dimensiones basado en NURBS. Robert McNeel & Associates. 2013.

**NOTA** La relación de normativa vigente de aplicación en este Trabajo Fin de Máster se encuentra en el apartado "B.4. Disposiciones legales y normas aplicadas" del Documento Básico "Memoria".

## C ANEXOS

### C.1 DOCUMENTOS DE PARTIDA

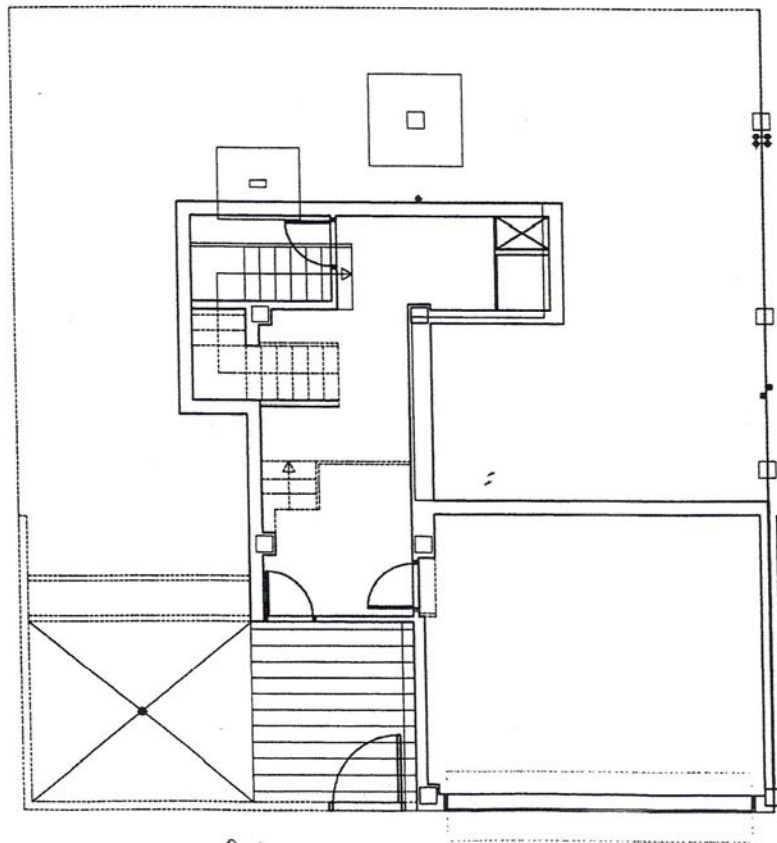






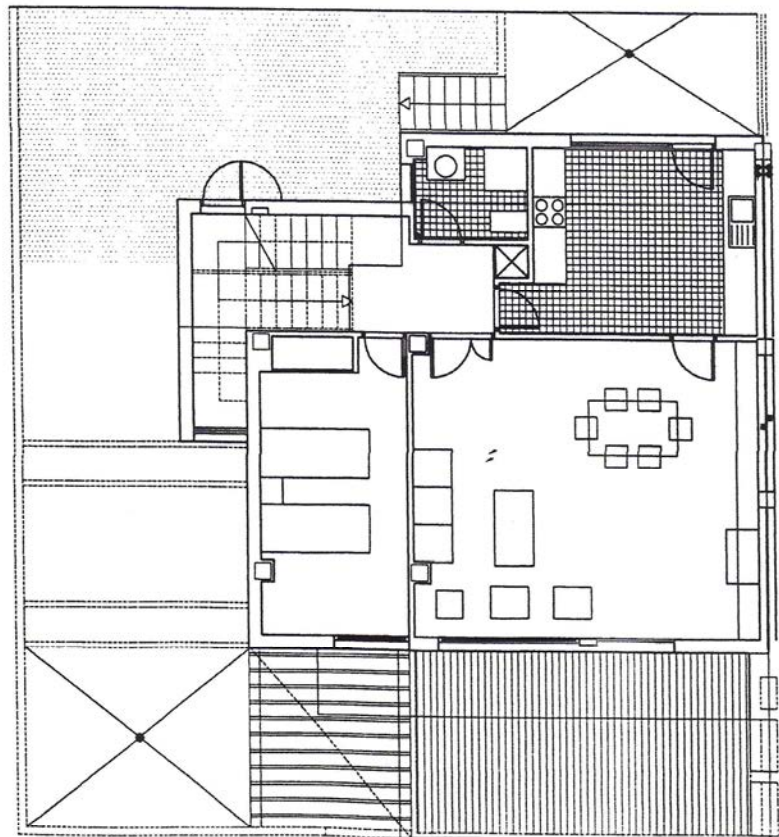
VIVIENDAS nn. 11 - 13 - 15 - 17

PLANTA GARAJE ESCALA 1/100



VIVIENDAS nn. 11 - 13 - 15 - 17

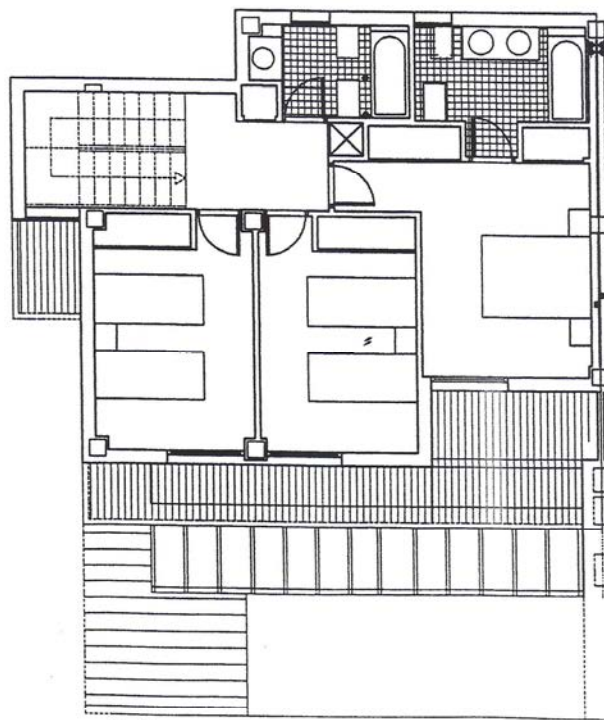
PLANTA BAJA ESCALA 1/100



Handwritten signature or initials in black ink, located below the floor plan.

VIVIENDAS nn. 11 - 13 - 15 - 17

PLANTA ALTA ESCALA 1/100

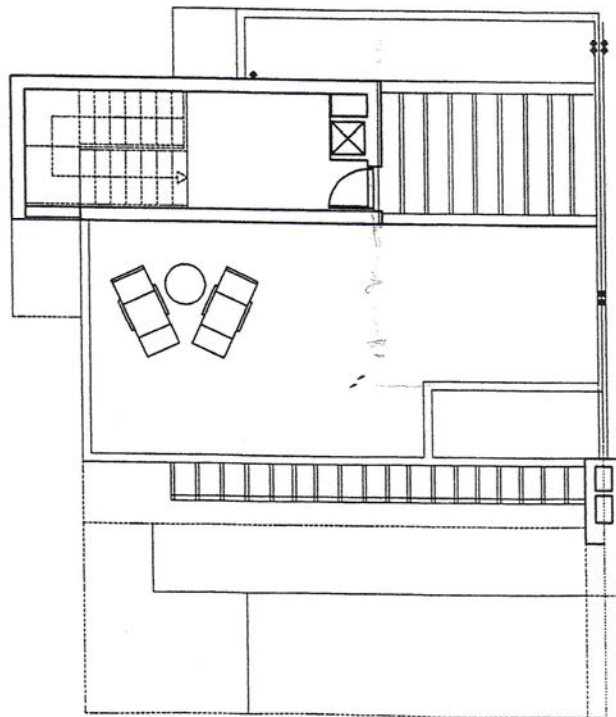


*[Handwritten signature]*



VIVIENDAS nn. 11 - 13 - 15 - 17

CASETÓN CUBIERTA ESCALA 1/100



## C.2 CÁLCULOS

### C.2.1 DISEÑO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A LA RED (SFCR)

#### C.2.1.1 Presentación y justificación de la solución adoptada

Una vez presentado en apartados anteriores de esta memoria de proyecto el diseño de la integración del generador fotovoltaico en la nueva cubierta del edificio, se realizará a continuación la selección de componentes auxiliares (inversor de conexión a red, cableado y elementos auxiliares de corte y protección) así como, los cálculos técnicos necesarios que aseguran un correcto funcionamiento del sistema global y la seguridad-durabilidad del mismo.

El módulo elegido para la realización del sistema es de fabricación española, más concretamente el ISF-250 de ISOFOTON. Se estima que en fase de ejecución, este modelo podrá ser remplazado por otro de distinto fabricante pero de similares características sin necesidad de alterar el resto de componentes que conforman el BOS del sistema. En la figura siguiente se muestran las características eléctricas fundamentales del módulo en condiciones estándar de medida (CEM).

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>				
<b>Comportamiento en STC: Irradiancia 1.000 W/m<sup>2</sup>, temperatura de célula 25°C, AM 1,5</b>				
	<b>ISF-240</b>	<b>ISF-245</b>	<b>ISF-250</b>	<b>ISF-255</b>
Potencia nominal (P <sub>max</sub> )	240 W	245 W	250 W	255 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	37,5 V	37,6 V	37,8 V	37,9 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	8,51 A	8,63 A	8,75 A	8,86 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	30,3 V	30,5 V	30,6 V	30,9 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	7,91 A	8,04 A	8,17 A	8,27 A
Eficiencia	14,5 %	14,8 %	15,1 %	15,4 %
Tolerancia de potencia (% P <sub>max</sub> )	0/+3 %	0/+3 %	0/+3 %	0/+3 %
<b>Comportamiento a Irradiancia 800 W/m<sup>2</sup>, TONC, temperatura ambiente 20°C, AM 1,5; velocidad del viento 1m/s</b>				
	<b>ISF-240</b>	<b>ISF-245</b>	<b>ISF-250</b>	<b>ISF-255</b>
Potencia máxima (P <sub>max</sub> )	174 W	178 W	181 W	185 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	34,7 V	34,8 V	35,0 V	35,1 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,87 A	6,96 A	7,06 A	7,15 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>max</sub> )	27,3 V	27,4 V	27,5 V	27,7 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>max</sub> )	6,38 A	6,49 A	6,59 A	6,67 A
Reducción de eficiencia desde 1.000 W/m <sup>2</sup> a 200 W/m <sup>2</sup>		5% (+/-3%)		

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL MÓDULO FV EN CEM. INFORMACIÓN PROPORCIONADA POR EL FABRICANTE

El SF se compondrá de 12 módulos, y su  $P_{TOT}$  es de aproximadamente 3 kWp en CEM.

Para este estudio teórico, se ha seleccionado un inversor de conexión a red de marca reconocida (SMA), con una potencia adecuada a la tipología del diseño<sup>1</sup> (3 kVA), y que presenta, según hojas de características, muy alto rendimiento de conversión.

Este equipo incluye un sistema de monitorización, un software de libre uso para la gestión-evaluación del funcionamiento del sistema vía WWW que se encarga de almacenar/mostrar las variables de operación fundamentales y al que se accede a través de un servidor mantenido por el mismo fabricante, liberándonos de esta manera de la necesidad de incluir equipos auxiliares para realizar esta función. Se complementará la monitorización del sistema que realizan los inversores con una célula calibrada de igual tecnología situada en el plano del generador y con un sensor para la medida de la temperatura de operación del módulo.

Aunque el nivel de protección que presenta el equipo (IP65) permite su colocación en intemperie, se propone situarlo junto con los dispositivos de protecciones-corte de continua y alterna en el interior de la vivienda (al final de la escalera de acceso a terraza). Las características fundamentales del equipo se muestran en la siguiente imagen.



**SB 3000HF-30**

**Datos generales:**

Clase de protección:	IP65 / IP54
Ancho:	348,00 mm
Alto:	580,00 mm
Fondo:	145,00 mm
Peso:	17,00 kg

**Rendimiento:**

Máx. coeficiente de rendimiento:	96,3 %
Rendimiento europeo:	95,5 %

**Valores de entrada:**

Potencia máxima de CC:	3,15 kW
Tensión máxima de CC:	700 V
Tensión nominal de CC:	530 V
Rango de tensión, seguidor del punto de máxima potencia:	175-560 V
Máx. corriente de entrada:	15,0 A

**Valores de salida:**

Potencia máxima de CA:	3,00 kW
Potencia nominal de CA:	3,00 kW
Tensión de red:	180-280 V
Frecuencia de red:	45,5-64,5 Hz

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR

<sup>1</sup> Al ser un sistema orientado prácticamente al Sur y perfectamente inclinado se propone un Factor de Dimensionado (FS) próximo a uno.

La conexión de la instalación con el circuito eléctrico de eléctrico del edificio se realizará en la caja de acometida de la vivienda, aguas abajo del contador ya que se orienta al autoconsumo.

En los siguientes apartados se validará mediante cálculos la viabilidad y cumplimiento de norma del diseño propuesto.

### C.2.1.2 Diseño de la configuración del generador fotovoltaico. Compatibilidad eléctrica con el inversor seleccionado

$$F_S = \frac{P_{\text{Inversor}}}{P_{\text{GFFV,M,STC}}} = \frac{3000}{3000} = 1$$

$F_S$  adecuado para el diseño que se propone y en la latitud de la actuación.

Con respecto a la conexión serie-paralelo de los módulos, el número de módulos en serie ( $N_{MS}$ ) y el número de arrays de paralelo ( $N_{MP}$ ) debe ser tal que cumpla las siguientes inecuaciones:

$$N_{ms} \cdot N_{mp} \leq 12$$

$$I_{SC,GEN} \cong [I_{SC,MOD,STC} \cdot N_{mp}] \leq I_{INV,MAX,DC}$$

$$V_{OC,GEN(T_c=-10^\circ C)} \cong \left\langle [V_{OC,MOD,STC} \cdot N_{ms}] \cdot \left[ 1 + \frac{CCT_{VOC}(\%)}{100} \cdot (-10 - 25) \right] \right\rangle \leq V_{INV,Max,DC}$$

$$V_{M,GEN(T_c=70^\circ C)} \cong \left\langle [V_{M,MOD,STC} \cdot N_{ms}] \cdot \left[ 1 + \frac{CCT_{VM}(\%)}{100} \cdot (70 - 25) \right] \right\rangle \geq V_{INV,min,PMP}$$

$$V_{M,GEN(T_c=-10^\circ C)} \cong \left\langle [V_{M,MOD,STC} \cdot N_{ms}] \cdot \left[ 1 + \frac{CCT_{VM}(\%)}{100} \cdot (-10 - 25) \right] \right\rangle \leq V_{INV,Max,PMP}$$

La solución adecuada en el presente diseño es conectar en serie los 12 módulos.

En la siguiente tabla se resumen las características eléctricas en CEM y para las temperaturas de operación límite de cada uno de los subsistemas.

		Características eléctricas del GFV en CEM		T <sub>c</sub> = -10°C	T <sub>c</sub> = 70 °C	
Nº strings en paralelo	1	Voc	454	V	517 V	372 V
Nº módulos serie	12	Isc	8,8	A		
		V <sub>m</sub>	367	V		
		I <sub>m</sub>	8,2	A		
		P <sub>m</sub>	3000	W		
		F <sub>s</sub>	1	Adimensional		

TABLA. CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

### C.2.1.3 Cálculo del cableado de la instalación

Para el cálculo de las secciones de los conductores se tendrá en cuenta los dos criterios fijados por la norma:

- La máxima intensidad admisible para el cable.
- La máxima caída tensión permisible en el cable.

y se impondrá el más restrictivo de ellos.

Para la ejecución material de la instalación se propone el uso de cable Aflumex P-SUN sp de la empresa Prysmian o similar.

#### C.2.1.3.1 Tramo serie de módulos-caja de continua-inversor

##### CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD ADMISIBLE POR EL CABLE

De acuerdo con el estándar IEC 60364-7-712, a su temperatura de trabajo, el cable de cada rama debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del módulo. En este caso:

$$8,8 \text{ A} * 1,25 = 11 \text{ A}$$

Si respetamos la misma sección de cableado que incluye el fabricante en sus módulos (4 mm<sup>2</sup>), la corriente máxima de cortocircuito, según catalogo será de 46 Amperios, valor muy por encima de la corriente máxima prevista.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Diámetro del conductor mm	Diámetro exterior del cable (valor máx.) mm	Peso kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Caída de tensión V/A km (corriente continua)
1x1,5	1,6	4,9	33	13,7	25	26,5
1x2,5	1,9	5,2	43	8,21	34	15,92
1x4	2,4	5,9	58	5,09	46	9,96
1x6	2,9	6,5	77	3,39	59	6,74
1x10	3,9	8,3	134	1,95	82	4
1x16	5,4	10,1	198	1,24	110	2,51
1x25	6,4	11,4	290	0,795	140	1,59
1x35	7,5	12,9	394	0,565	174	1,15
1x50	9	14,9	549	0,393	210	0,85
1x70	10,8	17	756	0,277	269	0,59
1 x 95	12,6	16,8	930	0,210	327	0,42
1 x 120	14,3	19,4	1300	0,164	380	0,34
1 x 150	15,9	21,1	1500	0,132	438	0,27
1 x 185	17,5	23,5	1900	0,108	500	0,22
1 x 240	20,5	26,3	2300	0,0817	590	0,17

(1) Instalación monofásica en bandeja al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.  
→ XLPE2 con instalacion tipo F → columna 13. (Ver página 23).

CRITERIO DE LA MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN PERMISIBLE EN EL CABLE

Si se impone una caída de tensión máxima del 1% en el punto de máxima potencia en CEM del generador fotovoltaico y se respeta la sección de 4 mm<sup>2</sup> que los módulos traen por defecto, la longitud máxima admisible de tirada de cable sería:

$$L_{max,rama} = \frac{S_{rama} \cdot \Delta V_{rama} \cdot N_{ms} \cdot V_{MOD,MSTC} \cdot \sigma}{2 \cdot I_{MOD,MSTC}} = 81,8 \text{ m}$$

Este valor se encuentra por debajo de la longitud máxima prevista.

### C.2.1.3.2 Tramo de alterna. Caja de conexión de alterna hasta la acometida

#### CRITERIO DE MÁXIMA INTENSIDAD ADMISIBLE POR EL CABLE

El cable de alterna debe soportar 1,25 veces la intensidad nominal a la salida de los cuatro subsistemas propuestos.

En este caso:  $1,25 \cdot I_{INV,AC} = 1,25 \cdot 13,6 \text{ A} = 17 \text{ A}$



Para cumplir el REBT, al tratarse de un sistema de generación de energía, la sección normalizada deberá ser igual o superior a 6 mm<sup>2</sup>. Un cable de las características elegidas y de esta sección soporta hasta 59 A.

#### CRITERIO DE LA MÁXIMA CAÍDA DE TENSIÓN PERMISIBLE EN EL CABLE

Si seleccionamos un conductor de sección 6 mm<sup>2</sup> y una caída de tensión admisible máxima del 1%, la longitud de la tirada máxima será aproximadamente 40 m. La distancia al punto de conexión se encuentra muy por debajo de este valor.

$$L_{max} = \frac{S_{cableAC} \cdot \Delta V_{AC} \cdot V_{AC} \cdot \sigma}{2 \cdot I_{AC,INV}} \approx 40 m$$

Teniendo en cuenta los dos criterios, se propone el uso de cable de sección 6 mm<sup>2</sup>.

#### C.2.1.4 Cuadro General de Corriente Continua

Se propone la ejecución de un cuadro de continua único, situado en el interior de la vivienda que dispondrá de:

- Dos portafusibles, uno por línea. Esto permitirá disponer en circuito abierto de manera independiente el string, facilitando de este modo posteriores labores de operación y mantenimiento.
- Un descargador contra sobretensiones DC para la protección frente a rayos.
- Un interruptor de corte de carga, previo a la conexión con el inversor.

##### C.2.1.4.1 Cálculo de los fusibles

Con el uso de los fusibles garantizamos la protección de los módulos frente a corrientes excesivas que puedan circular en sentido contrario por alguna de las ramas de la instalación debido a sombreados parciales del generador, aunque en nuestro caso, al contar con una rama, se pierde un poco de sentido este tipo de protección.

Sin embargo, se incluirá este elemento de protección dentro del sistema ya que es el dispositivo más económico que nos asegura un aislamiento rápido y seguro de la rama.

En teoría, los fusibles a insertar en serie con cada rama han de poseer una intensidad nominal,  $I_n$ , tal que:

$$1,5 \cdot I_{MOD,SC,STC} \leq I_n \leq 2 \cdot I_{MOD,SC,STC} \rightarrow 10,3 \text{ A} \leq I_n \leq 16,4 \text{ A}$$

Se escogerán unos portafusibles modelo C10 PV de la marca Moeller, que soportan tensiones nominales de servicio de 900 VDC y cumplen la norma EN 60269 con fusible de 16 A.

#### C.2.1.4.2 Descargador de sobretensiones de continua

La tensión nominal del descargador debe cumplir:

$$U_N \geq V_{Generador}(T_c = -10^\circ\text{C}) = 517 \text{ V}$$

Se propone el uso de un descargador de sobretensión de tipo 2 de la marca ABB serie OVR. En concreto, el modelo OVR PV 40 660/1000.

#### C.2.1.4.3 Interruptor general de continua

El interruptor principal de continua ha de ser capaz de soportar tanto la tensión del generador para una temperatura de célula igual a  $-10^\circ\text{C}$  (730 Voltios y también debe soportar 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico:

$$1,25 \cdot N_{mp} \cdot I_{MOD,SC,STC} = 1,25 \cdot 1 \cdot 8,2 = 10,25 \text{ A}$$

Por precio, se propone el uso de un interruptor magneto-térmico de continua que realice esta función. En concreto, el ABB-S800PV-S-16 A, que cumple la norma IEC 60947-2 y soporta una intensidad nominal y una tensión inversa muy superior a las previstas durante la operación del sistema.

#### C.2.1.5 Cuadro General de Corriente Alterna

Se propone un cuadro general de alterna que estará ubicado cercano al inversor y que alojará las protecciones y elementos de mando propios de la parte de alterna de la

instalación, salvo el interruptor frontera que se situara en el punto de acometida (entrada de la vivienda).

El cuadro de alterna dispondrá de:

- Un interruptor automático magneto-térmicos de CA. Se propone el uso de un interruptor automático de la marca ABB de intensidad nominal 20A, curva C y un poder de corte de 6kA. En concreto del modelo S200C-S 20 A 6kA.
- Un dispositivo protector contra sobretensiones transitorias, también de la marca ABB, modelo OVR T2 1N 15 275P.
- Un interruptor diferencial a la salida en alterna con una sensibilidad de 30 mA. Se propone el uso del ABB tubo IN 25A /40 A o similar.

En la entrada de la casa, y previo a la conexión al embarrado del edificio se propone la instalación de un interruptor-seccionador bipolar de 400 Vac y 16 Amperios.

### C.2.2 ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LAS SUPERFICIES

Como ya vimos en apartados anteriores de la memoria, la estructura portante de la cubierta y la de fijación del generador se había diseñado de forma que todos los módulos fotovoltaicos estuviesen orientados a Sur.

Ahora bien, dado que estamos actuando sobre una vivienda previamente edificada, la orientación de los módulos hacia el Sur no es del todo exacta, y la inclinación de los módulos es ligeramente distinta a la óptima según vimos con OrientSol en los primeros apartados de la Memoria.

Por este motivo, vamos a ver qué pérdidas tenemos por orientación e inclinación del generador distinta de la óptima, y para ello vamos a seguir el procedimiento que recomienda el IDAE en el Anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.

Las pérdidas por este concepto las vamos a calcular gracias a dos parámetros:

- Ángulo de inclinación,  $\beta$ , definido como el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal (fig. 1). En nuestro caso,  $\beta = 30^\circ$ .

- Ángulo de azimut,  $\alpha$ , definido como el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar (fig. 2). Para esta instalación,  $\alpha = 10^\circ$  (Oeste).

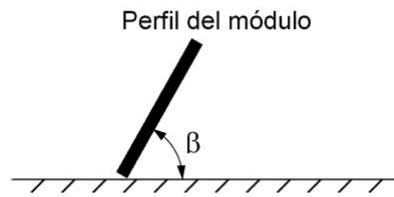


Fig. 1

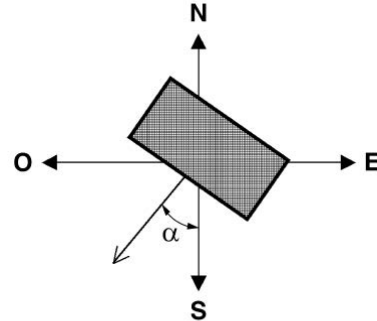
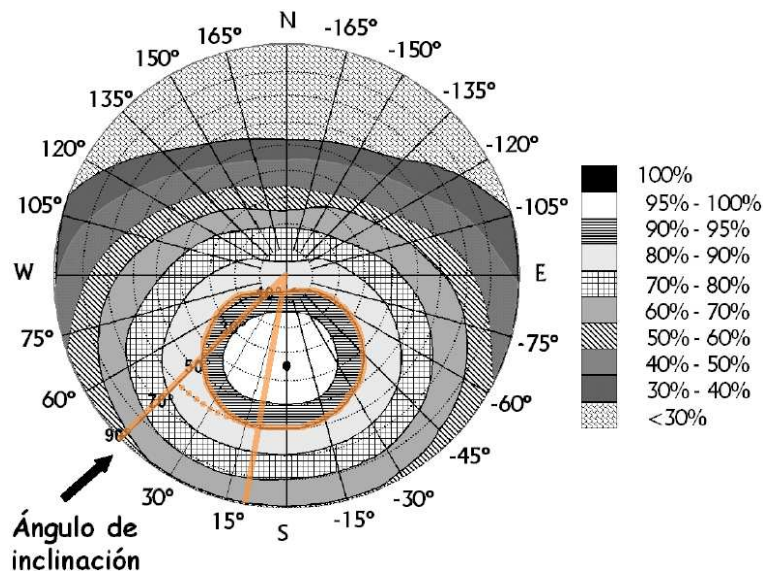


Fig. 2

Anotamos también la situación del sistema fotovoltaico en Málaga, Latitud = 36.72 N.

Tras determinar estos datos del generador, vamos a calcular los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecidas en el PCT. Para ello utilizamos la gráfica siguiente, válida para una latitud Norte de 41°:



Conocido el azimut, cuyo valor es  $+10^\circ$ , determinamos en la figura 3 los límites para la inclinación para el caso de  $N = 41^\circ$ . Los puntos de intersección del límite de pérdidas del 10 % (borde exterior de la región 90 %-95 %), máximo para el caso general, con la recta de azimut  $10^\circ$  nos proporcionan los valores:

- Inclinación máxima =  $60^\circ$
- Inclinación mínima =  $7^\circ$

Ahora tendremos que corregir estos valores para nuestra latitud:

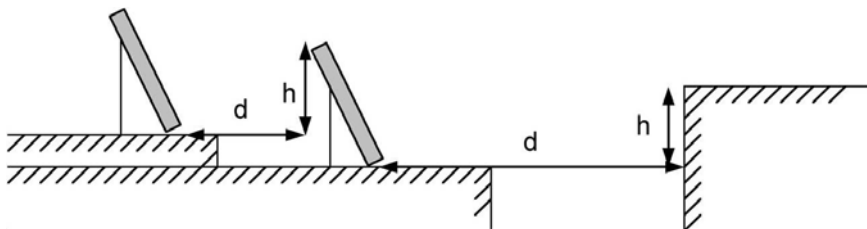
- Inclinación máxima =  $60^\circ - (41^\circ - 36,72^\circ) = 55,72^\circ$
- Inclinación mínima =  $7^\circ - (41^\circ - 36,72^\circ) = 2,72^\circ$ .

Podemos decir entonces, que nuestro GFV, de inclinación  $30^\circ$ , cumple los requisitos de pérdidas por orientación e inclinación.

En cuanto al cálculo de las pérdidas de radiación solar que experimenta una superficie debidas a sombras circundantes no es necesario realizarlo, ya que los módulos fotovoltaicos de nuestra instalación no tendrán obstáculos que arrojen sombra alrededor desde el momento de su puesta en funcionamiento, así que estos podrán recibir la máxima irradiación posible, sin pérdidas por sombras arrojadas de objetos circundantes.

### C.2.3 DISTANCIA ENTRE FILAS DE MÓDULOS

En el Anexo III del PCT del IDAE, encontramos un método para averiguar dicha distancia.



La distancia  $d$ , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura  $h$ , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia  $d$  será superior al valor obtenido por la expresión:

$$d \geq h \cdot k = h / \tan (61^\circ - \text{latitud}) = h / \tan (61^\circ - 36,72^\circ) = 0,5 / 0,451 = 1,10 \text{ m}$$

Se cumple también este nuevo requisito ya que la distancia mínima entre filas de módulos fotovoltaicos en este SFCR corresponde a 1,12 m, y en el resto, 1,22 m.

#### C.2.4 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Consumos diarios medios de la casa: Jan (30,6), Feb (31,9), Mar (25,8), Apr (18,0), May (15,5), Jun (14,6), Jul (20,9), Aug (20,5), Sep (21,0), Oct (23,2), Nov (28,6), Dec (20,6).

A continuación se detalla la estimación de la producción de nuestro SFCR según distintas inclinaciones de los paneles del Generador. Como ya hemos visto anteriormente, la inclinación elegida para los módulos del GFV corresponde a 30°.

Inclinación	20	30	40	50	60	70
Jan	283	316	341	356	362	360
Feb	301	325	341	349	348	339
Mar	397	411	417	412	398	374
Apr	427	426	415	394	364	324
May	475	459	433	397	351	295
Jun	499	473	437	391	335	269
Jul	518	495	461	416	360	294
Aug	489	481	462	432	391	338
Sep	413	423	423	412	392	360
Oct	355	378	392	397	392	377
Nov	283	314	336	349	353	349
Dec	264	296	319	334	341	340
Total	4704	4797	4777	4639	4387	4019

PRODUCCIÓN MENSUAL DEL SISTEMA PARA DISTINTAS INCLINACIONES. LA INCLINACIÓN ELEGIDA SERÁ 30°

Inclinación	20	30	40	50	60	70
Jan	9,13	10,19	11,00	11,48	11,68	11,61
Feb	10,75	11,61	12,18	12,46	12,43	12,11
Mar	12,81	13,26	13,45	13,29	12,84	12,06
Apr	14,23	14,20	13,83	13,13	12,13	10,80
May	15,32	14,81	13,97	12,81	11,32	9,52
Jun	16,63	15,77	14,57	13,03	11,17	8,97
Jul	16,71	15,97	14,87	13,42	11,61	9,48
Aug	15,77	15,52	14,90	13,94	12,61	10,90
Sep	13,77	14,10	14,10	13,73	13,07	12,00
Oct	11,45	12,19	12,65	12,81	12,65	12,16
Nov	9,43	10,47	11,20	11,63	11,77	11,63
Dec	8,52	9,55	10,29	10,77	11,00	10,97

PRODUCCIÓN DIARIA DEL SISTEMA PARA DISTINTAS INCLINACIONES. LA INCLINACIÓN ELEGIDA SERÁ 30°

Veamos ahora el excedente de producción diaria media que obtendríamos respecto del consumo de la vivienda, y la proporción en cuanto a aportación al consumo:

Inclinación	20	30	40	50	60	70
Jan	-21,48	-20,42	-19,61	-19,13	-18,94	-19,00
Feb	-21,14	-20,29	-19,71	-19,43	-19,46	-19,79
Mar	-13,03	-12,58	-12,39	-12,55	-13,00	-13,77
Apr	-3,77	-3,80	-4,17	-4,87	-5,87	-7,20
May	-0,19	-0,71	-1,55	-2,71	-4,19	-6,00
Jun	2,03	1,17	-0,03	-1,57	-3,43	-5,63
Jul	-4,19	-4,94	-6,03	-7,48	-9,29	-11,42
Aug	-4,71	-4,97	-5,58	-6,55	-7,87	-9,58
Sep	-7,20	-6,87	-6,87	-7,23	-7,90	-8,97
Oct	-11,71	-10,97	-10,52	-10,35	-10,52	-11,00
Nov	-19,13	-18,10	-17,37	-16,93	-16,80	-16,93
Dec	-12,13	-11,10	-10,35	-9,87	-9,65	-9,68
Total	-116,66	-113,56	-114,18	-118,67	-126,92	-138,97

EXCEDENTE DE PRODUCCIÓN DIARIA MEDIA RESPECTO DEL CONSUMO

Inclinación	20	30	40	50	60	70
Jan	30%	33%	36%	38%	38%	38%
Feb	34%	36%	38%	39%	39%	38%
Mar	50%	51%	52%	51%	50%	47%
Apr	79%	79%	77%	73%	67%	60%
May	99%	95%	90%	83%	73%	61%
Jun	114%	108%	100%	89%	76%	61%
Jul	80%	76%	71%	64%	56%	45%
Aug	77%	76%	73%	68%	62%	53%
Sep	66%	67%	67%	66%	62%	57%
Oct	49%	53%	55%	55%	55%	53%
Nov	33%	37%	39%	41%	41%	41%
Dec	41%	46%	50%	52%	53%	53%

APORTACIÓN AL CONSUMO (%) PARA DISTINTAS INCLINACIONES



### C.2.5 DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN

Para el cálculo de la energía horaria generada por el sistema FV durante cada uno de los meses del año, se ha utilizado un desarrollo software realizado por miembros del Grupo I+DEA, y que realiza una estimación basándose en las siguientes premisas, cálculos y suposiciones:

Se parte de los doce valores medios mensuales de irradiación global diaria horizontal ( $H_{DM}(0)$ ) junto con los doce valores medios mensuales de la temperatura ambiente diaria máx. ( $T_{AMDM} \text{ } ^\circ\text{C}$ ) y los correspondientes doce valores de la temperatura mín. ( $T_{AMDM} \text{ } ^\circ\text{C}$ ).

A partir de este reducido número de datos, se recurre a procedimientos que estiman la evolución temporal [1][2] de la irradiancia incidente sobre el GFV y de la temperatura ambiente a intervalos fijos de tiempo de un Día Representativo para cada mes.

Posteriormente, se considera que todos los días del mismo mes poseen una evolución temporal idéntica a la de su Día Representativo para estos parámetros medioambientales. Las estimaciones del funcionamiento del SFCR que se obtienen utilizando exclusivamente esta metodología son fiables, presentándose discrepancias inferiores al 3% cuando se comparan con los resultados obtenidos frente a metodologías que utilizan mayor resolución [3]. Este es un procedimiento adecuado y muy utilizado para la construcción de un probable Año Meteorológico Típico para localizaciones donde no está disponible.

El Día Representativo es un día hipotético, situado en el centro del mes en estudio, para el cual se considera que el valor de la irradiación global horizontal recibida ( $H_{DR}(0)$ ) coincide con el valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal del mes al que representa ( $H_{DM}(0)$ ). Asimismo, se considera que las temperaturas máxima y mínima del Día Representativo ( $T_{AMDR}$  y  $T_{AMDR}$  respectivamente) coinciden con el valor medio mensual de las temperaturas máx. y mín. correspondientes a ese mes ( $T_{AMDM}$  y  $T_{AMDM}$ ).

Los datos de irradiación, temperatura máxima y mínima diarios medias mensuales utilizados durante este trabajo han sido obtenidos gracias al servicio gratuito que ofrece el Centro de Investigación de la NASA [4] en Langley, y corresponden a valores medios de los últimos 22 años.

En resumen, a partir de los datos de radiación diarios medios mensuales en el plano horizontal, temperatura máxima y mínima media mensual, se estima la irradiancia útil

incidente en el plano del generador y temperatura ambiente instantánea utilizando el modelo teórico descrito a continuación:

- 1 Cálculo de la irradiación mensual directa y difusa sobre plano horizontal usando las expresiones propuestas por Liu y Jordan [5] y las correlaciones de Page [6].
- 2 Cálculo de la irradiancia a partir de la irradiación diaria según el método propuesto por Whillier [7].
- 3 Cálculo de la irradiancia efectiva en el plano del generador usando el modelo propuesto por R. Pérez [8] para el cálculo de la componente difusa sobre una superficie arbitrariamente orientada y el modelo N. Martín-J.M. Ruíz [9] que permite una estimación de las pérdidas por ángulo de incidencia, considerándose en nuestro caso un nivel de suciedad medio del generador FV.
- 4 Cálculo de temperatura ambiente suponiendo que evoluciona de acuerdo con dos semiciclos de dos funciones coseno [10].

Una vez prefijada una hipótesis de las condiciones de trabajo del generador fotovoltaico, se calcula la potencia máxima durante cada hora de esos 12 días representativos del año (día central de cada mes).

Para ello, se utiliza el método propuesto por Osterwald que permite la determinación de la potencia, para una determinada irradiancia incidente y una temperatura de operación de la célula:

$$P_M(W) = P_{M,STC}(W) \times \left( \frac{G_{(\alpha,\beta)}(W/m^2)}{1000(W/m^2)} \right) \times \{ (1 + \gamma(^{\circ}C^{-1}) \times [T_c(^{\circ}C) - 25(^{\circ}C)]) \}$$

Previamente, ha de calcularse la temperatura de operación de la célula ( $T_c$ ), Para ello, y conocido el valor de la TONC que normalmente es proporcionada por el fabricante, se utiliza la siguiente expresión:

$$T_c(^{\circ}C) = \left[ \frac{TONC - 20^{\circ}C}{800(W/m^2)} \times G_{(\alpha,\beta)}(W/m^2) \right] + T_{ambiente}(^{\circ}C)$$

Para el cálculo de la Potencia AC finalmente generada por el SFCR se deberá de considerar el resto de las pérdidas inherentes a este tipo de tecnología. En nuestro caso, el valor de estas pérdidas ha sido fijado en función de la experiencia de operación que el grupo I+DEA posee en este tipo de sistemas [6][7].

Pérdidas DC	
Pérdidas en el cableado DC	1,5%
Pérdidas por desajustes	1,5%
Reducción Potencia nominal	1%
Pérdidas Inversor	
Perdidas seguimiento máxima potencia	1%
Eficiencia conversión DC/AC	96%
Otras Pérdidas	
Pérdidas en el cableado AC	1%
Paradas por avería y mantenimiento	3%
Sombreado	0%

## REFERENCIAS

- [1] M. Iqbal. "An Introduction to Solar Radiation". Academic Press, Toronto, 1983.
- [2] E. Lorenzo. "Electricidad Solar". Progensa, Sevilla, 1994.
- [3] O. Perpiñan et al. "On the complexity of radiation models for PV energy production calculation. Solar Energy" (2007). Doi: 10.1016 / j.solner. 2007.06.07.
- [4] NASA. "Surface Meteorology and Solar Energy Data Set". Datos de irradiación solar y temperatura obtenidos mediante satélite. <http://eosweb.larc.nasa.gov/see>
- [5] B. Y. H. Liu and R. C. Jordan. "The interrelationship and characteristic distribution of direct, diffuse and total solar radiation". Solar Energy 4(3), 1960.
- [6] J. K. Page. "The estimation of monthly mean values of daily total short-wave radiation on vertical and inclined surfaces from sunshine records for latitudes 40°N-40°S". Proc. Ann. Meet. Am. Section, Int. Sol. Energy Soc., Denver, Colorado 1979.

- [7] A.Whillier. "The determination of hourly values of total solar radiation from daily summations". Arch. Meteorol. Geophys. Bioklimatol. Ser. B 7(2), 1956.
- [8] R. Perez. et al. "A new simplified version of the Perez diffuse irradiance model for tilted surfaces". Solar Energy Vol. 39, N° 3, 1987.
- [9] N. Martin, J.M. Ruiz, "Annual angular reflection losses in PV modules. Progress in Photovoltaics: Research and Applications" [13] (2005).
- [10] E. Lorenzo. "Radiación solar y dispositivos fotovoltaicos". Progensa 2006.
- [11] M. Drif, et al. "UNIVER project. A Grid Connected Photovoltaic System of 200 kWp at Jaén university. Overview and performance analysis". Solar Energy Materials and Solar Cells. 91, 2007.
- [12] P. J. Pérez et al. "Operating Experience of Photovoltaic Systems installed at the University of Jaen". International Journal of Energy and Environment. Issue 4. Vol.4. 2010.

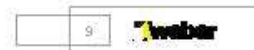
### C.3 OTROS DOCUMENTOS: FICHAS TÉCNICAS DE MATERIALES

#### ARLITA LECA L. WEBER

#### GAMA DE PRODUCTOS DE ARCILLA EXPANDIDA



Denominación	Granulometría	Densidad	Aplicaciones
ARLITA Leca L	10 - 20 mm	275 ± 15 kg/m <sup>3</sup>	Reellenos ligeros, Aislamiento de cubiertas, Jardinería y horticultura
ARLITA Leca M	4 - 12 mm	330 ± 15 kg/m <sup>3</sup>	Prefabricados, Recreidos y hormigones aislantes
ARLITA Leca MS	2 - 11 mm	485 ± 15 kg/m <sup>3</sup>	Capas de compresión, Hormigones ligeros
ARLITA Leca S	1 - 5 mm	430 ± 15 kg/m <sup>3</sup>	Morteros refractarios, Hormigones Superligeros
ARLITA Leca HS	4 - 12 mm	610 ± 15 kg/m <sup>3</sup>	Retensados, Obra civil, Hormigón estructural



## ARLITA Leca L

ARCILLA EXPANDIDA



ARLITA Leca L es la arcilla expandida más ligera y aislante. Se reconoce fácilmente por su tamaño grueso, de 10 a 20 mm.

Su uso está especialmente indicado en aquellas unidades de obra donde el aislamiento y/o la ligereza son los factores más importantes.



Características Técnicas de ARLITA Leca L

CARACTERÍSTICAS	DATOS TÉCNICOS
Forma de las partículas	Aproximadamente esféricas
Granulometría	10 - 20mm (15-90) % pasan
Densidad seca aparente	275 kg/m <sup>3</sup> (± 15%)
% Partículas machacadas	25 % masa
Resist. a la fragmentación y machaqueo	0,7 N/mm <sup>2</sup>
Composición / Contenido	
+ Cloruros	<0,1% Cl
+ Sulfatos solubles en ácido	<0,4% SO <sub>2</sub>
+ Azufre total	<0,2% S
Resistencia a la desintegración	RND
Absorción de agua	<28 % masa seca
Resistencia al ciclo hielo y deshielo	RND
Comportamiento al fuego	A1 Euro Clase

RND: Prueba No Determinada.

CARACTERÍSTICAS	DATOS TÉCNICOS
Resistencia al fuego	Clase A1
Capilaridad	RND
Conductividad térmica	0,110 W/m°C
Densidad aparente	275 kg/m <sup>3</sup>
Granulometría	10 - 20mm (15-90) % pasan
Resist. a la fragmentación y machaqueo	0,7 N/mm <sup>2</sup>
Características de durabilidad	
+ Resistencia a fuego / Resistencia al fuego	Clase A1 (Inalterable con el tiempo)
+ Resistencia térmica	Inalterable con el tiempo
+ Resist. a la fragmentación y machaqueo	Inalterable con el tiempo

Exp. Clay LWA EN 14063-1 --LD275





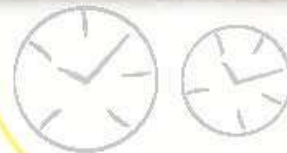
## CUBIERTAS PLANAS

ARLITA Leca L permite aligerar y resolver en una sola operación la formación de pendientes en cubiertas y alcanzar el valor de aislamiento térmico exigido por el actual CTE.

La puesta en obra es rápida y cómoda y la solución durable, evitando el agua ocluida y los puentes térmicos.

### PUESTA EN OBRA

- Preparar la superficie retirando residuos y otros restos, prever juntas y encuentros con los techos.
- Verter ARLITA Leca L sobre la superficie, bien manualmente o a través de bombeo con nuestra cisterna neumática.
- Extender el árido y nivelar la capa de ARLITA Leca sobre las maderas previamente realizadas. Mantener un espesor mínimo de 4 cm de ARLITA Leca en las zonas de sumideros.
- Consolidar la superficie con una lechada de cemento y agua.
- Se puede usar en lugar de la lechada un mortazo recuperable para trabajar sin hundirse sobre la capa de ARLITA Leca.
  - Rematar la cubierta con una capa de mortero de regularización mezcla de arena de arlita y cemento weber.floor light en 3 cm de espesor o en su defecto, mortero fríasado de 25 mm de espesor con una dosificación mínima de 250 kg de cemento.
  - Dejar secar 12 horas.
  - Colocar la impermeabilización.
  - Proteger la impermeabilización con una lámina antipunzamiento y una capa de grava o bien colocar el solado en caso de no llevar grava.



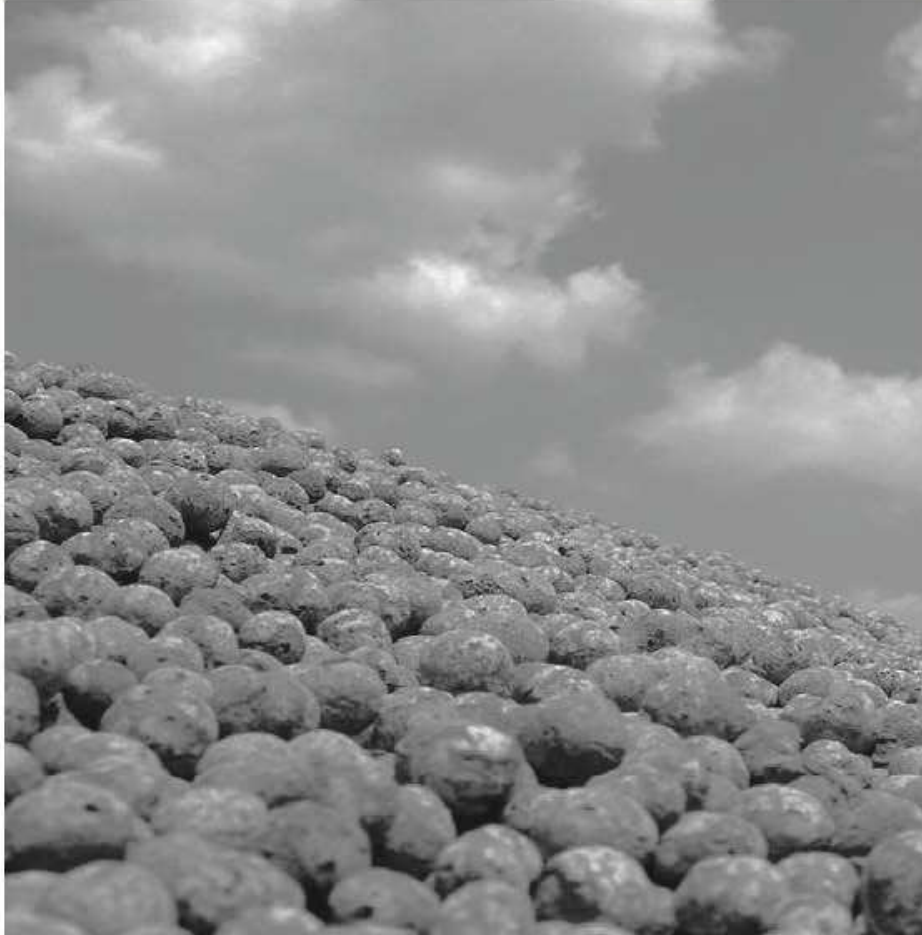
## CUBIERTAS PLANAS A JARDINADAS



Es bien conocido el uso de arlita en este tipo de cubiertas en las que se puede sustituir la grava de drenaje. En estos casos se consiguen cubiertas jardinadas de gran ligereza al mezclar al 50 % arlita con tierra vegetal, favoreciendo el crecimiento de las plantas protegiéndolas contra heladas o una excesiva evaporación (consultar nuestro departamento técnico para una mayor información al respecto).

### PUESTA EN OBRA

- Una vez formada la pendiente e impermeabilizado la cubierta, se extiende una lámina antipunzamiento sobre la impermeabilización.
- Extender y nivelar la capa de ARLITA Leca L en un espesor de 10 a 15 cm.
- Colocar un geotextil con protección antirraíces sobre la capa de arlita.
- Verter la tierra vegetal mezclada, a partes iguales, con ARLITA Leca L para favorecer la aireación y la retención de agua. El espesor de la capa dependerá del porte de la planta.
- Proteger la superficie de la tierra con una capa de 2 a 3 cm de ARLITA Leca L.



Saint-Gobain Weber Ceramka, S.A. - Ctra. C-17, km.2 08110 MONTCADA I REIXAC (Barcelona)  
Tel. 93 572 65 00 - Fax: 93 564 50 05 - Línea Consulta 900 35 25 35  
E-mail: info@weber.es - www.weber.es



URSA XPS. URSA



**URSA XPS®**

**NWE**

Panels de poliestireno extruido URSA XPS conforme a la norma UNE EN 13164, de superficie lisa y mecanizado lateral machihembrado (E).

Posibles aplicaciones: Aislante intermedio en paredes de doble hoja de fábrica

**CE**

320002796

**CTE**  
Código Técnico de la Edificación

**Zona climática**  
URSA XPS NWE

Espesores recomendados (cm)					
A	B	C	D	E	
>4	>5	>5	>6	>8	

**U límite (W/m²K)**  
0,94 0,82 0,73 0,66 0,57

**Información Medioambiental**

Espesor	Módulos A1-A3		Módulo A4		Módulo A5	
	Energía Primaria	CO <sub>2</sub>	Calculo Transporte	Residuos	Residuos	Residuos
mm	MWh/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>	kg/m <sup>2</sup>
30	1,25/2,60	87,25	3,81	0,93	0,019	0,019
40	1,25/2,60	116,34	5,09	1,24	0,025	0,025
50	1,25/2,60	145,42	6,36	1,55	0,031	0,031
60	1,25/2,60	174,51	7,63	1,86	0,037	0,037

**Aislamiento térmico.** La estructura celular cerrada del poliestireno extruido URSA XPS le confieren el carácter aislante, consiguiendo ahorro de energía, ahorro económico y protección del medio ambiente.

**Resistencia frente al agua.** Debido a su prácticamente nula absorción al agua el material no se ve afectado por la misma.

**Resistente a la temperatura y a la deformación.** Aislante con el mejor rendimiento en los ciclos hielo-deshielo. Durabilidad bajo condiciones climáticas extremas.

**Canto machihembrado.** Recomendado para fachadas.

**Facilidad de manipulación e instalación.**

Dimensiones		Fuego	Aisl. térmico	Tolerancia	Estabilidad	Comp. mecánico	Comp. ante el agua	Datos logísticos	
Esedor (E)	Largo (L)	EN 13501	EN 12667/12939	EN 823	EN 1004	EN 826	EN 12697	Disponibilidad	Unidad paquete
mm	m	E	W/mK	mm/m	%	kPa	%	Stock	m <sup>2</sup> paquete
30	1,25	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	13	9,75
40	1,25	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	10	7,50
50	1,25	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	8	6,00
60	1,25	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	7	5,25
30	2,60	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	13	20,28
40	2,60	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	10	15,60
50	2,60	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	8	12,48
60	2,60	0,60	0,034	5	≤5%	≥250	≤0,7	7	10,92

EN 13501: Fuego  
EN 12667/12939: Resistencia térmica (R<sub>D</sub>)  
EN 823: Tolerancia (L1)  
EN 1004: Estabilidad dimensional (23°C y 50% HR)  
EN 826: Resistencia a la compresión (en caliente)  
EN 12697: Absorción de agua por imersión total (W)

Código designación: **CE** TI-CS(10Y)250-DL(T)S-DS(TH)WL(T)0,7

Certif. Acerni 07/020/464

Más información en [www.ursa.es](http://www.ursa.es)



## ARCELORMITTAL



## Gama de perfiles europeos 1










Dimensiones nominales: altura en mm

## European section ranges 1

Nominal sizes: depth in mm

## Gamma dei profili europei 1

Dimensioni nominali: altezza in mm

									
	IPE	IPN	HE	HL	HD	HP	UPE	UPN	U
	páginas/pages/ pagine 72-77	páginas/pages/ pagine 78-79	páginas/pages/ pagine 80-87	páginas/pages/ pagine 88-89	páginas/pages/ pagine 90-93	páginas/pages/ pagine 94-95	páginas/pages/ pagine 96-97	páginas/pages/ pagine 98-99	páginas/pages/ pagine 100-101
Altura	Perfiles I de alas paralelas	Perfiles I de alas inclinadas	Perfiles H de alas anchas	Perfiles H de alas muy anchas	Perfiles H de alas anchas para pilares	Perfiles H de alas anchas para pilotes	Perfiles U de alas paralelas	Perfiles U de alas inclinadas	Perfiles U comerciales de alas inclinadas
Depth	Parallel flange I sections	Taper flange I sections	Wide flange beams	Extra wide flange beams	Wide flange columns	Wide flange bearing piles	Parallel flange channels	European standard channels	Taper flange channels
Altezza	Profili I ad ali parallele	Profili I ad ali inclinate	Profili H ad ali larghe	Profili H ad ali extra larghe	Profili H portanti a spessore maggiorato	Profili H portanti ad ali extra larghe	Profili U ad ali parallele	Profili U ad ali inclinate	Profili U ad ali inclinate

40									U 40
50									U 50
60								UPN 50	U 60
65								UPN 65	U 65
80	IPE 80	IPN 80					UPE 80	UPN 80	
100	IPE 100	IPN 100	HE 100				UPE 100	UPN 100	
120	IPE 120	IPN 120	HE 120				UPE 120	UPN 120	
140	IPE 140	IPN 140	HE 140				UPE 140	UPN 140	
160	IPE 160	IPN 160	HE 160				UPE 160	UPN 160	
180	IPE 180	IPN 180	HE 180				UPE 180	UPN 180	
200	IPE 200	IPN 200	HE 200			HP 200	UPE 200	UPN 200	
220	IPE 220	IPN 220	HE 220			HP 220	UPE 220	UPN 220	
240	IPE 240	IPN 240	HE 240				UPE 240	UPN 240	
250									
260		IPN 260	HE 260		HD 260	HP 260		UPN 260	
270	IPE 270						UPE 270	UPN 280	
280		IPN 280	HE 280						
300	IPE 300	IPN 300	HE 300			HP 305	UPE 300	UPN 300	
320		IPN 320	HE 320		HD 320	HP 320		UPN 320	
330	IPE 330						UPE 330		
340		IPN 340	HE 340						
360	IPE 360	IPN 360	HE 360		HD 360	HP 360	UPE 360	UPN 350	
380		IPN 380						UPN 380	
400	IPE 400	IPN 400	HE 400		HD 400	HP 400	UPE 400	UPN 400	
450	IPE 450	IPN 450	HE 450						
500	IPE 500	IPN 500	HE 500						
550	IPE 550	IPN 550	HE 550						
600	IPE 600	IPN 600	HE 600						
650			HE 650						
700			HE 700						
750	IPE 750								
800			HE 800						
900			HE 900						
920				HL 920					
1000			HE 1000	HL 1000					
1100				HL1100					

## Gama de perfiles europeos 2







Dimensiones nominales: altura en mm

## European section ranges 2

Nominal sizes: depth/diameter in mm

## Gamma dei profili europei 2

Dimensioni nominali: altezza in mm

						
	L	L	FL	SQ	SQ	R
	páginas/pages/pagine: 102-113	páginas/pages/pagine: 114-115	páginas/pages/pagine: 122	páginas/pages/pagine: 123	páginas/pages/pagine: 123	páginas/pages/pagine: 124
Altura	Perfiles angulares de lados iguales	Perfiles angulares de lados desiguales	Pletinas y llantas	Barras cuadradas con aristas vivas	Barras cuadradas con aristas redondeadas	Barras redondas de acero laminadas en caliente
Depth/ Diameter	Equal leg angles	Unequal leg angles	Flat bars (width for FL)	Square bars	Square bars with rounded edges	Hot-rolled steel bars
Altezza	Angolari a lati uguali	Angolari a lati diseguali	Piatti e larghi piatti	Quadri a spigoli arrotondati	Quadri a spigoli vivi	Tondi laminati a caldo

10						R 10
20	L 20					
25	L 25					
30	L 30					
35	L 35					
40	L 40					
45	L 45					
50	L 50					
55	L 55					
60	L 60					
65	L 65					
70	L 70					
75	L 75					
80	L 80					
85						
90	L 90			90		
95						
100	L 100	L 100		100		
110	L 110	L 110		110		
120	L 120	L 120		120		
125						
130	L 130	L 130		130		
140	L 140	L 140			140	
150	L 150	L 150			150	
155					155	
160	L 160				160	
170						
180	L 180					
200	L 200	L 200	200			
203						
220						
250	L 250					
300	L 300					



OSB3 & OSB4. MADERAS MARBELLA







Tablero de Fibras Orientadas "OSB"

TABLEROS DE FIBRAS ORIENTADAS OSB *			
TIPO	largo	ancho	grueso
OSB 2	2400	1220	15
			18
OSB 3	2500	1250	8
			9
			10
			12
			15
			18
			22
OSB3 DALLE	2500	675	15
			18
			22
OSB 4	2500	1250	10
			12
			15
			18
			22

\* DISPONIBLE SOBRE PEDIDO

OSB2 Tablero estructural destinado a ser utilizado en ambiente seco (STANDARD).

OSB3 Tablero estructural destinado a ser utilizado en ambiente húmedo.

OSB3 DALLE Tablero estructural destinado a ser utilizado en ambiente húmedo.

OSB 4 Tablero estructural de alta prestación para ambientes húmedos.

Almacén Málaga: C/ Cuevas del Becerro, 7. Pol. La Estrella. Tfno. 952 33 39 00

Bricolaje Alhaurín Torre: Paseo de la Hispanidad, 52. Pol. Industrial 1ª Fase. Tfno. 952 41 67 07

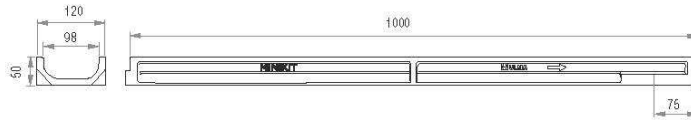
## MINIKIT. ULMA

MINI

# MINIKIT

PARA CLASE DE CARGA  
**HASTA A15**  
Según NORMA EN-1433

Canal de Hormigón Polímero tipo ULMA, modelo MINIKIT, ancho exterior 120mm, ancho interior 98mm y altura exterior 50mm, para recogida de aguas pluviales, en módulos de 1 ML de longitud. Sistema de fijación por presión o click.



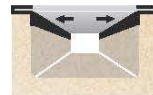
Código canal	Longitud (mm)	Altura total (mm)	Ancho canal Exterior   Interior	Diám. Salida* Vert.   Horiz.	Sección hidráulica (cm <sup>2</sup> )	Unidades (x pallet)
MINIKIT	1000	50	120   98	110   -	34	126 (con rejilla montada)

\* Salidas verticales exclusivamente bajo pedido.



### REJILLA

Material	Diseño	Clase carga	Código	Long. (mm)	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Uds. (x m)
AC. GALVANIZADO	NERVADA	A15	6NS100UOA	1000	120	3	1



### SISTEMA DE FIJACIÓN

FIJACIÓN POR PRESIÓN O CLICK. Sin tornillos.

### ACCESORIOS

TAPA	Ciego
Código	Tipo
TMINIKITC	CIEGA



ULMA

SIKALASTIC 560. SIKA

**Conoce la Nueva tecnología de:**  
**Sikalastic®-560**  
Impermeabilizante híbrido base poliuretano-acrílico y aislante térmico resistente a los rayos UV.

**RENDEIMIENTO**  
1 m<sup>2</sup> por 1L (calentado un Primer y una capa)

**PRESENTACIÓN**  
Cubeta de 19L

**Duración**  
15 años.

**Color**  
Blanco

Imprescindible base poliuretano-acrílico de nueva generación

Alta elasticidad / Adhesivante / Puntero fisura

Cont. Net. 19 L (25 kg)

**Usos**

**Sikalastic-560** sirve como recubrimiento elástico impermeable para protección y mantenimiento de larga duración de techos y cubiertas.

**Sikalastic-560** funciona como aislante térmico—reflectivo, reduciendo la temperatura interior de las construcciones, bajando el consumo eléctrico por aire acondicionado y ventiladores.

## Modo de empleo

**Paso 1.** Antes de aplicar. Prepara la superficie, debe estar limpia, seca, sana y libre de polvo. Aplica **Sikaflex-1a** en grietas rellenándolas totalmente.

**Paso 2.** Aplica un Primer. Prepara **Sikalastic-560** diluido con un 10% de agua y aplicado en toda la superficie, déjalo secar de 2 a 4 horas.

**Paso 3.** Aplica la primera capa de impermeabilizante. Aplica una capa sin diluir de **Sikalastic-560** en toda la superficie; déjalo secar de 4 a 6 hrs.

**Paso 4.** Refuerza áreas críticas. Coloca **SikaTela Reforzada** mientras este fresca la primera capa en áreas como: bajadas de agua, bordes de domos, chaflanes, etc.

**Paso 5.** Aplica la segunda capa de impermeabilizante. Aplica una segunda capa de **Sikalastic-560** sin diluir en toda la superficie. Espera de 6 a 12 horas para un secado total.

Lava las herramientas con agua si el producto aún está fresco, si ya está utiliza Sika Limpiaido



## Sikalastic® -560

es un impermeabilizante híbrido monocomponente de nueva generación que combina los beneficios del poliuretano como: larga durabilidad, alta resistencia y flexibilidad con las propiedades del acrílico, al mejor costo-beneficio.

### Ventajas

- Dura hasta 15 años.
- Sella grietas y fisuras.
- Alta elasticidad.
- Autonivelante, deja la superficie pareja y estética.
- Resiste rayos UV (no cambia de color con el tiempo).
- Resiste tráfico peatonal moderado.
- Adhiere sobre gran variedad de superficies.
- Fácil de aplicar.
- No requiere de solventes para hacer el primer.



**Experiencia y Tecnología de las Grandes Obras a su Alcance**

## Sikalastic® -560

IMPERMEABILIZANTE DE NUEVA GENERACIÓN  
POLIURETANO-ACRÍLICO



- Planta y Regional Bajío (Querétaro)  
Tel: 01(442) 238 58 00
- Regional Centro (Tlaxianguilla)  
Tel: 01(55) 28 28 54 30
- Regional Norte (Monterrey)  
Tel: 01 (81) 80 46 19 70 al 79
- Regional Occidente (Guadaluajara)  
Tel: 01 (33) 38 38 03 85

- Regional Sureste (Mercurio)  
Tel: 01(229) 888 08 00 al 04
- Regional Noroeste (Hermosillo)  
Tel/Fax: 01(652) 260 51 00
- Regional Baja Norte (Tijuana)  
Tel/Fax: 01(654) 861 73 55
- Subregional Península (Cancún)  
Tel: 01 (999) 843 53 87 y 14

[www.sika.com.mx](http://www.sika.com.mx) | 01 800 123 74 52




**Innovation & Consistency since 1910**



TOH. THERMOCHIP





Las cualidades del panel sándwich THERMOCHIP lo convierten en la alternativa perfecta para la construcción de su cubierta.

Elegir THERMOCHIP es dotar a su vivienda con un producto acabado por la amplia experiencia de los expertos en el sector de la construcción de los mejores materiales. Se trata de un producto que cumple las exigencias del nuevo Código Técnico de la Edificación (CTE).

El panel sándwich THERMOCHIP ofrece numerosas y valiosas ventajas:

- Funcionalidad
- Estética
- Calidad
- Durabilidad
- Seguridad
- Economía















**Una triple funcionalidad**

THERMOCHIP añade un solo producto la función de acabado decorativo, unas excelentes prestaciones de aislamiento térmico y base para la sujeción de cualquier tipo de cerramiento de cubierta (pizarra, laja, aluminio, ...)

**El valor de la estética**

THERMOCHIP es un espesor perfecto para cualquier tipo de acabado, y se adapta como ningún otro material a las características estéticas de su vivienda (prevalenciada la más amplia variedad de acabados del mercado).

**Garantía de calidad**

THERMOCHIP es el primer sándwich de madera en obtener el DIT (Documento de idoneidad Técnica) del Instituto Eduardo Torroja.

Todo ello, avalado por el hecho de llevar más de veinte años en el mercado y ser más de dos millones de metros cuadrados instalados en cubiertas por todo el territorio.

**Versatilidad**

THERMOCHIP permite una estructura de cubierta más ligera, sencilla y económica frente a los sistemas tradicionales y, hasta, además aprovechable el espacio bajo cubierta.

**Seguridad, Durabilidad y Economía**

THERMOCHIP ofrece además de seguridad y facilidad de montaje, las más sencillas su puesta en obra, una amplia y contrastada vida útil, un conjunto de cualidades que se traducen en reales beneficios de orden económico.

Todas estas cualidades hacen que elegir THERMOCHIP para la construcción de la cubierta de su vivienda sea una decisión compartida por quien la proyecta, quien la construye y quien la disfruta.

Busque THERMOCHIP en la memoria de calidades de su próxima vivienda y benefíciese para siempre de todas sus ventajas.





TOH

thermochip

Esta versión del panel THERMOCHIP añade a sus características prestaciones de resistencia y aislamiento además de un peculiar acabado. El panel sándwich TOH está formado por un tablero de partículas orientadas OSB en su cara interior y por un tablero aglomerado hidrófugo de 19 mm en su cara exterior.

El THERMOCHIP TOH permite distintas configuraciones en función de los valores de carga y aislamiento requeridos, ya que ofrece la posibilidad de variar el grosor de sus distintos componentes.



- (E) Cara exterior del sándwich: tablero aglomerado hidrófugo de 19 mm
- (N) Núcleo aislante: espuma de poliestireno extruido
- (L) Lengüeta de tablero de fibra para ensamblado entre paneles
- (L) Cara interior del sándwich: tablero de partículas orientadas OSB de 11 mm



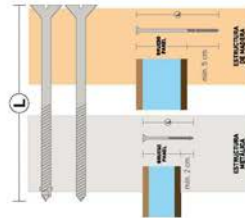
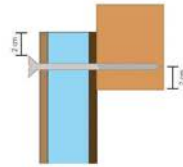
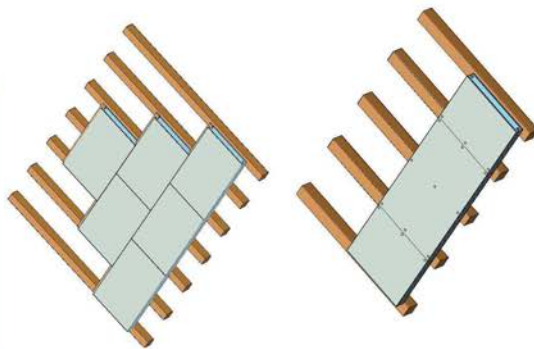
Cuadro para el Tipo A (12/13) del TOH. Se trata de un sistema a la medida, por lo que la información es sólo indicativa para dimensionar los componentes.

PANEL (D)	Transmisión térmica (U) (W/m²K)	Resistencia térmica (R) (m²K/W)	DIMENSIONES (mm)			PESO (Kg/m²)	CUADRO DE CARGAS					
			Largo	Ancho	Espesor		Región para techos L200	DISTANCIA ENTRE EJES (mm)				
TOH11-45-19	0,55	2,2	2440	600	70	27,6	330	590	435	1200	415	410
TOH11-50-19	0,44	27,5	2440	600	80	24,9	415	625	490	1200	415	410
TOH11-60-19	0,38	32	2440	600	90	22,9	500	750	1000	1200	415	410
TOH11-80-19	0,30	44	2440	600	110	20,9	640	1000	1300	1200	415	410
TOH11-100-19	0,26	52	2440	600	130	20,7	790	1100	1430	1200	415	410

PANEL (D)	COMPONENTES		
	Módulo aislante	Lengüeta	Cara interior
TOH11-45-19	(N)	(L)	(E)
TOH11-50-19	(N)	(L)	(E)
TOH11-60-19	(N)	(L)	(E)
TOH11-80-19	(N)	(L)	(E)
TOH11-100-19	(N)	(L)	(E)

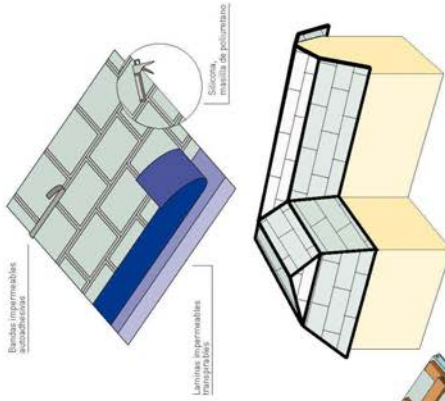


## MÉTODOS DE COLOCACIÓN



### Junta entre paneles

Una vez fijados los paneles a la estructura portante, conviene proceder al sellado de las juntas y evitar posibles filtraciones de agua debidas a eventuales fallos en la cubrición por acción del viento, pájaros... Este sellado puede realizarse con bandas impermeables adhesivas. Para las juntas de uniones entre paneles se recomienda el uso de juntas se hace especialmente aconsejable en las uniones producidas por los encuentros de los diferentes faldones de cubierta (cumbre, limahoya, limalesa, quiebro...). Otra opción a tener en cuenta es el uso de láminas impermeables transpirables para cubrir todo el conjunto de la cubierta.



### RIZARBA

La colocación de rizarba debe hacerse sobre un sistema de doble entretelado clavado sobre los paneles. (Ver detalle 1)

### TEJA

La colocación de tejas planas precutadas de un doble entretelado previamente fijado sobre los paneles. En el caso de la teja curva es preciso colocar el entretelado sobre el panel para permitir la ventilación y la sujeción de la teja al mismo. (Ver detalle 2)

**PLANCHAS METÁLICAS (COBRE, ZINC, CHAPA...)**  
Dada su uniformidad superficial y perfecta planitud las cubiertas contruidas con el panel sandwich THERMOCHIP reúnen las condiciones ideales para su recubrimiento con planchas metálicas.

Esta combinación, la existencia de una cámara de ventilación entre las planchas metálicas y el panel, al objeto de evitar las posibles condensaciones, pudiéndose realizar con un entretelado a favor de pendiente y la colocación de paneles o tableros que sirvan de fijación posterior a la plancha metálica. (Ver detalle 3)

### Almacenamiento en obra

Los paneles THERMOCHIP se suministran pletizados. Antes de ser fijados al sistema de apoyo deberán almacenar los pallets siempre que la base de apoyo esté convenientemente nivelada.

Se recomienda no retirar la funda protectora ni deslizar el pallet hasta el momento de su colocación en cubierta.

### Distribución de los apoyos

La distancia entre los apoyos está en función del espesor del panel, de la carga normal de la cubierta y de las sobrecargas previstas por influencia de los agentes atmosféricos. Así, una vez dimensionado el espesor del panel según el nivel de aislamiento térmico requerido, el vano entre apoyos deberá ser el que permita la correcta fijación de la lámina de carga estructural y a las sobrecargas de uso, viento y nieve.

A título orientativo se facilitan las cargas admisibles por distintos tipos de panel según el número de apoyos y para los valores de flecha habituales.

### Fijación de los paneles

El anclaje de los paneles se realizará mediante tornillos autoataornillables, inoxidables, utilizando los adecuados para cada tipo de estructura.

Se deberán distribuir 3 puntos de fijación por apoyo, distantes al menos 2 cm del borde del panel. La longitud de los tornillos variará no sólo en función del grosor del panel a fijar, sino de acuerdo al tipo de estructura portante.

Adicionalmente la fijación se realice sobre estructura metálica, la longitud del tornillo será 20mm superior al grosor del panel. Sobre madera, la longitud del tornillo sobrepasará en 50mm.

### Los tres principios básicos

Los paneles THERMOCHIP se colocan sobre estructuras de madera o metálicas, debiéndose observar estos tres principios básicos para su correcta puesta en obra:

1. Colocación al frezbotillo, alterando las juntas transversales entre paneles.
2. Los paneles se colocan en forma que sus bordes se apoyen sobre los apoyos, dejando los bordes menores del panel. Una lengüeta, alzada a todo lo largo del panel, servirá de unión de los paneles entre sí.
3. Los paneles deberán descansar sobre 3 apoyos como mínimo.



### CÁLCULO DEL AHORRO ENERGÉTICO Y DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub> CON PANEL SÁNDWICH

Estos datos son para un panel con una espuma de espesor de 8 cm en una zona climática E1

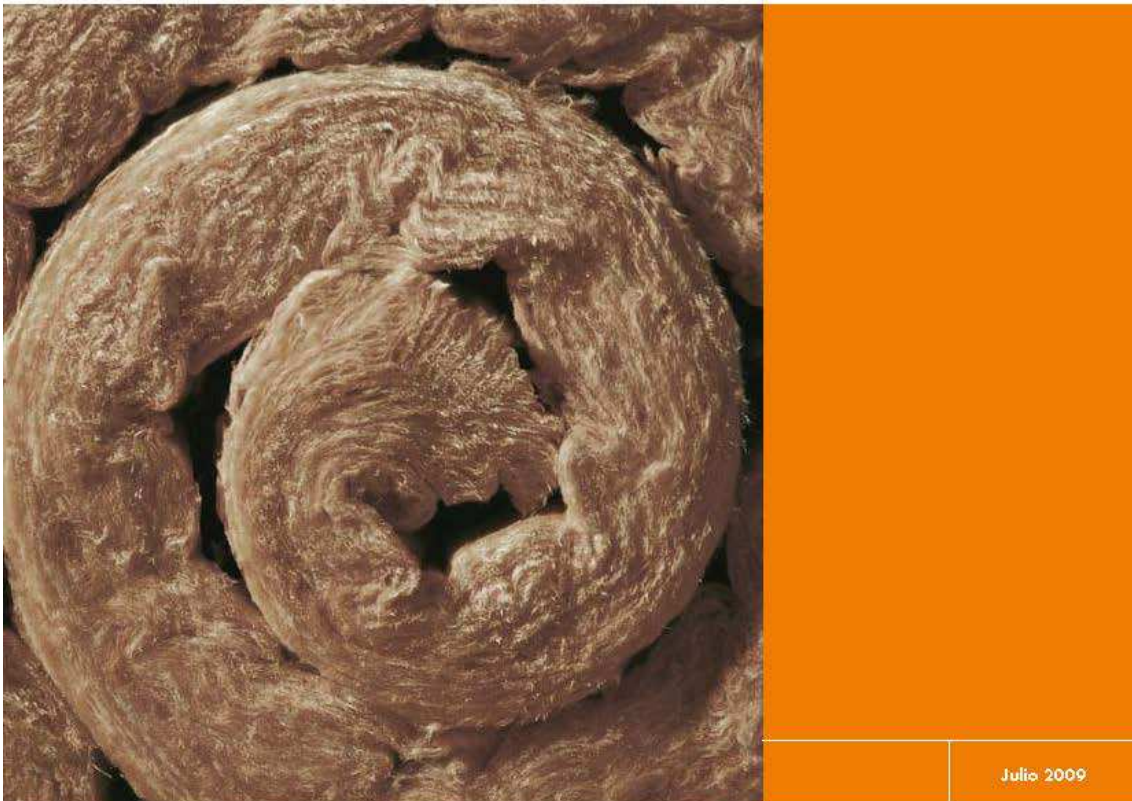
Capas	lambda [W/(m·°C)]	espesor (m)	R [lm²·°C/W]	U [W/(m²·°C)]
1/h			0,660	
Teja	0,76	0,01		
	1	0		
	1	0		sin aislar: 2,978
Aglomerado	1	0		
	1	0		
	0,19	0,019		
Cámara de aire			0,000	
Poliuretano extruido	0,035	0,08		con aislante: 0,281
Frigo abeto	0,19	0,01		
	1	0		
	1	0		
	1	0		
	1	0		
1/h			0,110	

Temperatura media inferior (°C) en temporada de calefacción (nov.-marzo)	20,00	Precio del aislante térmico por cm de espesor (€/m²):	2,6
Temperatura media exterior (°C) en temporada de calefacción (nov.-marzo)	-5,00	Precio del aislante:	20,600
Ahorro (kWh/m²) por temporada de calefacción: [lusin-uonl"tim-text]"3,624]	235,25	Precio de la instalación del aislamiento (€/m²):	0,000
Ahorro (€/m²) por temporada de calefacción:	18,82	Precio total del aislante térmico (€/m²):	20,600
Plazo amortización (años):	1,105	Precio kWh (€):	0,080
"Pay-back" (€/m²) a 50 años:	920,21	Factor de conversión: (gramos de CO <sub>2</sub> no emitido por cada kWh de energía ahorrado)	311,000
Reducción emisiones CO <sub>2</sub> a 50 años (kg/m²):	3.658,313		



ECOSE. KNAUF INSULATION

**KNAUF**INSULATION  
*¡Ya es hora de ahorrar energía!*



Knauf Insulation con  
**ECOSE® Technology**

La nueva generación de Lana Mineral Natural





### ...nivel superior de sostenibilidad...

Su color marrón natural representa un nivel de sostenibilidad nunca antes logrado:

- ♦ Fabricada con materias primas recicladas y/o naturales unidas con un ligante producido mediante una bio-tecnología libre de formaldehídos, fenoles, acrílicos y sin añadir colorantes o tintes artificiales
- ♦ Contribuye a mejorar la calidad del aire en el interior de las estancias, en comparación con las Lanas Minerales tradicionales
- ♦ Reduce el impacto medioambiental al utilizar menos energía en su fabricación
- ♦ Reduce las emisiones contaminantes durante su fabricación y la exposición a éstas en el lugar de trabajo
- ♦ Mejora la sostenibilidad en conjunto de los edificios en los que es instalada
- ♦ Precio competitivo, a nivel de nuestra Lana Mineral estándar

### ...¡y ofrece todos los beneficios de nuestra Lana Mineral tradicional!



ECOSE® Technology es una nueva y revolucionaria tecnología de resina libre de formaldehídos basada en unos materiales rápidamente renovables que sustituyen a componentes químicos derivados del petróleo. Reduce la energía utilizada en su fabricación y ofrece una sostenibilidad medioambiental superior.

ECOSE® Technology se desarrolló para el aislamiento de lana Mineral de Roca y de Vidrio, pero ofrece los mismos beneficios en otros productos donde la sustitución de las resinas resultaría ventajosa, como en los paneles a base de madera, los abrasivos y los materiales de fricción.

## Ofrece todos los beneficios a los que está acostumbrado

### Rendimiento de producto probado combinado con una mayor duración



La Lana Mineral Natural con ECOSE® Technology mantiene el ya elevado rendimiento de la Lana Mineral y cumple todos los criterios al respecto de nuestros productos convencionales.

ECOSE® Technology es el resultado de cinco años de investigación y desarrollo. Se han realizado numerosas pruebas y controles de calidad tanto internos como externos.

Rendimiento de la Lana Mineral Natural con EcoSe® Technology	De acuerdo con EN 13162:2008 y
<b>Para todas aplicaciones</b>	
Resistencia térmica y conductividad térmica	EN 12667, EN 12939
Longitud y anchura	EN 822
Espesor	EN 823
Rectangularidad	EN 824
Planicidad	EN 825
Estabilidad dimensional	EN 1604
Resistencia a la tracción paralela de las caras	EN 1608
Reacción al fuego	EN 13501-1
<b>Características de durabilidad</b>	
<b>Para aplicaciones específicas</b>	
Estabilidad dimensional bajo condiciones específicas	EN 1604
Resistencia a la compresión	EN 826
Resistencia a la tracción perpendicular de las caras	EN 1607
Carga puntual	EN 12430
Fluencia a la compresión	EN 1606
Absorción de agua	EN 1609, EN 12087
Transmisión del vapor de agua	EN 12086
Rigidez dinámica	EN 29052-1
Compresibilidad	EN 12431, EN 1606
Absorción acústica	EN ISO 354, EN ISO 11654
Resistencia al flujo del aire	EN 29053

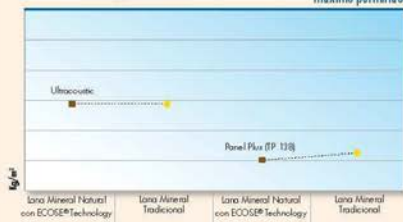
La clasificación varía en función de las características del producto. Puede encontrarse información detallada para cada producto individual en la etiqueta, la ficha técnica y nuestra web [www.knaufinsulation.es](http://www.knaufinsulation.es).

Ensayos adicionales realizados:

- Propiedades de adecuación al uso - como el ajuste a la fricción (rigidez). Testado según normas locales y/o controles de calidad internos de Knauf Insulation.
- Pruebas de longevidad, como por ejemplo prestaciones mecánicas y estabilidad dimensional, son testadas según estándares de control de calidad internos Knauf Insulation.
- Ensayos sobre proliferación de insectos, parásitos y hongos: se han realizado pruebas completas que demuestran que la Lana Mineral con ECOSE® Technology no proporciona un medio para el crecimiento de micro-organismos; no se pudre, no se corrompe y no cultiva moho.

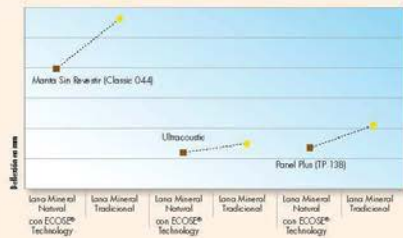
## Rendimiento probado

### Absorción del agua (EN 1609)



Las propiedades de absorción del agua de la Lana Mineral Natural con ECOSE® Technology son equivalentes o superiores a las de la Lana Mineral tradicional para aplicaciones donde se requiere alta repelencia al agua.

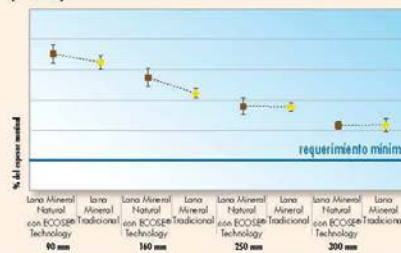
### Rigidez después del almacenamiento (método ACERMI)



La rigidez de la Lana Mineral Natural con ECOSE® Technology es igual o superior a la de la Lana Mineral tradicional de cualquier densidad.

Los productos mencionados en los presentes gráficos están indicados a modo de ejemplo.

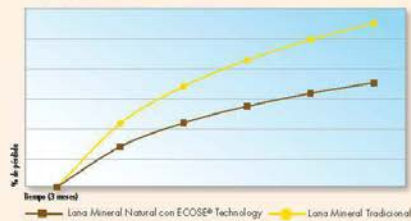
### Recuperación de espesor posteriormente a su almacenamiento (EN 823)



La recuperación de la Lana Mineral Natural con ECOSE® Technology es igual o superior a la de la Lana Mineral tradicional.

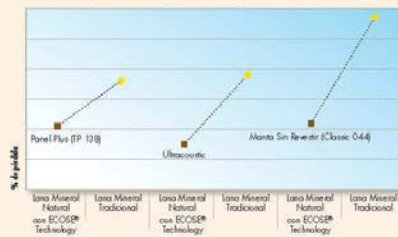
## Durabilidad mejorada

### Pérdida de espesor recuperado a lo largo del tiempo durante el almacenamiento



Con el tiempo, la Lana Mineral Natural de Vidrio con ECOSE® Technology ofrece unos mejores resultados en términos de recuperación de producto que la Lana Mineral de Vidrio tradicional.

### Pérdida de resistencia a la tracción tras un envejecimiento acelerado (test Florida\*) (EN 1608)



La pérdida de resistencia a la tracción de la Lana Mineral Natural de Vidrio con ECOSE® Technology en el tiempo es significativamente inferior si se compara con la Lana Mineral tradicional, especialmente para los productos con una menor densidad.

\* Prueba Florida: 21 ciclos de 8 horas de duración con una humedad relativa de entre el 10% y el 90% y temperaturas de 25°C a 55°C.





## Cumplimiento de las normas y estándares europeos y nacionales

Al convertir nuestros productos a ECOSE® Technology, estamos presentando una nueva generación de Lana Mineral Natural. Nuestros productos tienen unas características superiores en comparación con la Lana Mineral tradicional y al mismo tiempo cumplen todas las normas y estándares europeos y nacionales en materia de aislamiento con Lana Mineral.

### Normas y estándares europeos

#### Marca CE



La Lana Mineral Natural de Knaufl Insulation con ECOSE® Technology se prueba de acuerdo con todas las normas europeas aplicables. Todos nuestros productos cumplen la principal norma de aislamiento con Lana Mineral: EN 13162: 2008 "Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de Lana Mineral (MW). Especificaciones".

#### Salud y seguridad



La Lana Mineral Natural de Knaufl Insulation con ECOSE® Technology también cumple la certificación voluntaria EUCER y la Nota Q de la Directiva 67/548/CEE modificada en 97/69/CE, y está pues, libre de sospechas de efectos carcinógenos y cualquier clasificación de riesgos vinculada. Nuestras Lanas de Roca y Vidrio están pre-registradas de acuerdo con el Reglamento REACH (CE 1907:2006). REACH se ocupa del registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas.

### Normas y estándares nacionales

Además de las pruebas de acuerdo con las normas y estándares europeos, nuestros productos se prueban también según los sistemas de certificación nacionales, tal y como se indica en las etiquetas de los productos, incluyendo:



Todas nuestras instalaciones dedicadas a la fabricación de Lana Mineral funcionan de acuerdo con los estrictos estándares impuestos por la norma ISO 9001:2000.

Además, la mayoría de nuestras plantas están certificadas de acuerdo con las normas ISO 14001: 2004 y OHSAS 18001:2007, lo que refleja nuestra decidida ambición de mejorar continuamente con respecto a los cada día más importantes aspectos medioambientales, de salud y de seguridad.



Puede conseguir las fichas de seguridad de los materiales, así como las fichas de producto, en nuestra web [www.KnaufInsulation.es](http://www.KnaufInsulation.es).



“ En mi investigación, analizo la relación existente entre el consumo de combustibles fósiles y el cambio climático. Las emisiones de dióxido de carbono, el principal gas de efecto invernadero, es especialmente importante. Una de las mejores formas de reducir las emisiones de dióxido de carbono pasa por utilizar la energía con la que contamos actualmente de forma más eficiente. Y una de las alternativas más rentables para lograrlo es aislar nuestros hogares y edificios correctamente. ”

“ Knauf Insulation es consciente de la importancia de fabricar productos más sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. Estoy deseando comprobar el impacto de la Lana Mineral Natural Knauf Insulation con ECOSE® Technology a la hora de reducir nuestra contribución al cambio climático. ”

Kevin Gurney, Profesor Asociado,  
Purdue University College of Science, EE.UU.  
Miembro del IPCC  
Co-ganador del Premio Nobel de la Paz 2007



### ¿Qué elegiría?

Si tuviera que elegir entre la Lana Mineral convencional y nuestra nueva Lana Mineral Natural con ECOSE® Technology, que ofrece la misma calidad excepcional y garantiza una manipulación y durabilidad superiores con un nivel aún mayor de sostenibilidad, y todo ello al mismo precio...

### Lana Mineral Natural con ECOSE® Technology

	Instaladores y contratistas	Arquitectos y consultores	Mayoristas y distribuidores	Propietarios e inquilinos de casas	Comunidad local
Mejora de la calidad del aire interior		✓		✓	
Manipulación superior	✓	✓	✓		
Sostenibilidad superior	✓	✓	✓	✓	✓
Durabilidad superior	✓	✓	✓	✓	
Rendimiento de producto y calidad probados	✓	✓	✓	✓	
Mismo precio	✓	✓	✓	✓	



## PLADUR



### Sistema PLADUR® GAMA DE PRODUCTOS

Toda la información necesaria para conocer y utilizar los productos con los que se ejecutan los sistemas constructivos PLADUR®



# Placas, transformados, techos y soleras

Las placas, transformados, techos y soleras PLADUR® superan un minucioso control de calidad y cumplen con los requisitos de las normativas en vigor, tanto nacionales como comunitarios, para satisfacer las exigencias de nuestro mercado.

Esta gama de productos es parte integral del SISTEMA PLADUR® y garantiza sus características técnicas (resistencia al fuego, mecánica, aislamiento acústico y térmico) avaladas por nuestros ensayos.

Sólo los productos PLADUR® son aptos para ser utilizados en los SISTEMAS PLADUR® y garantizar el cumplimiento de dichas características.





## 1. PLACAS

### 1.1. PLACA PLADUR® N



**Descripción:** Placa en la que sus componentes (yeso y celulosa) son de composición estándar. Presenta el alma de yeso de color blanco, la cara vista que va a ser decorada en color crema y la opuesta, en color gris oscuro.

**Aplicación:** Placa base para todos los SISTEMAS PLADUR® que no requieren especificaciones especiales. Unidades de albañilería interior en general y en todo tipo de obras, techos, aislamientos, reformas, decoración, etc...



Producto	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Unidades Palet	Normativa
N 6,5	1,2	BA	3	A2 s1 b0 (B)	5	0,03	10	A	32	UNE EN 520
N 10	1,2	BA	3/2,6/2,5	A2 s1 b0 (B)	7,5	0,04	10	A	48	
N 13	1,2	BA	3,2/3/2,8/2,7/2,6/2,5/2	A2 s1 b0 (B)	9,5	0,05	10	A	36	
N 15	1,2	BA	3/3,8/2,7/2,6/2,5	A2 s1 b0 (B)	11,5	0,06	10	A	30	
N 19	1,2	BA	3/2,7/2,6/2,5	A2 s1 b0 (B)	14	0,08	10	A	24	

### 1.2. PLACA PLADUR® FOC



**Descripción:** Placa a la que se incorpora en su alma de yeso fibra de vidrio. Al actuar, la fibra de vidrio aumenta la protección de la placa PLADUR® FOC frente al fuego, mejorando el comportamiento de las unidades o sistemas donde se incorpora.

**Aplicación:** En unidades de albañilería interior en general y techos suspendidos dónde sea necesaria una elevada protección frente al fuego y como componente de sistemas especiales de protección de estructuras, galerías de instalaciones, tabiquería, etc...



Producto	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Unidades Palet	Normativa
FOC 13	1,2	BA	3/2,5	A2 s1 b0 (B)	10	0,05	10	F	36	UNE EN 520
FOC 15	1,2	BA	3/2,5	A2 s1 b0 (B)	12	0,06	10	F	30	

### 1.3. PLACA PLADUR® MO



**Descripción:** Placa constituida por un alma de yeso, reforzada con incorporación de fibra de vidrio y cuyas celulosas superficiales han sido sustituidas por velos continuos de fibra de vidrio.

**Aplicación:** En soluciones constructivas en zonas de alto riesgo de incendio, dónde los productos a utilizar tienen que aportar mayores prestaciones en protección pasiva frente al fuego (distribución de cuartos de calderas, cocinas de edificios públicos, etc...) así como en protección de estructuras, galerías de instalaciones, etc.

Producto	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Huella superficial (área m²)	Unidades Palet	Normativa
MO 13	1,2	BA	3	A1	11	0,03	10	<15	32	PR EN
MO 15	1,2	BA	2,5	A1	13	0,04	10	<15	32	15 283

## PLACAS, TRANSFORMADOS, SOLERAS Y TECHOS

### 1.4. PLACA PLADUR® WA



**Descripción** Esta placa, gracias a su tratamiento hidrófugo en su alma, disminuye muy considerablemente su absorción, por inmersión de agua, reforzando, por tanto la resistencia a la acción directa del agua en los diferentes SISTEMAS PLADUR®.

**Aplicación** Tabiques de cuartos de baño, vestuarios, lavanderías, duchas colectivas, etc... en hospitales, hoteles, colegios y en general, en edificios públicos.

Producto	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Absorción total de agua	Unidades Palet	Normativa
WA 13	1,2	BA	3/2,7/2,6/2,5/2	A2 s1 b0 (C1)	9,5	0,05	10	H1	< 5%	36	UNE EN 520
WA 15	1,2	BA	3/2,8/2,7/2,6/2,5	A2 s1 b0 (C1)	11,5	0,06	10	H1	< 5%	30	UNE EN 520

### 1.5. PLACA PLADUR® GD



**Descripción** Placa tratada especialmente para dar una mayor resistencia a los impactos ocasionados por cuerpos duros. Reducen los efectos que éstos producen sobre su superficie y con un mejor comportamiento aislante frente al ruido aéreo.

**Aplicación** Unidades de albañilería interior, con alto riesgo de impactos de objetos duros: hospitales, colegios, locales de ocio, galerías comerciales, etc..., así como componente de sistemas especiales de aislamiento acústico.

Producto	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Hueijo superficial (ø en mm)	Unidades Palet	Normativa
GD 15	1,2	BA	3	A2 s1 b0 (B)	13,5	0,06	10	DI	< 15	24	UNE EN 520

### 1.6. PLACA PLADUR® TEC



**Descripción** La placa de yeso laminado PLADUR® TEC, está formada por un lama de yeso convenientemente tratada y recubierta en su totalidad, salvo en las testas, por dos celulosas especiales multihoja, presentando una configuración y acabado de superficies igual a las placas PLADUR® tipo N.

**Aplicación** Su mayor resistencia a la hacen idónea para la ejecución de techos suspendidos admitiendo las modulaciones máximas de 500 y 600 mm de la estructura metálica portante que conforman estos tipos de techos, con una gran fiabilidad y excelentes resultados.

Producto	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m²)	Resistencia térmica (m²K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Hueijo superficial (ø en mm)	Unidades Palet	Normativa
TEC 15	1,2	BA	2,5	A2 s1 b0 (B)	9,9	0,05	10	A	< 17	36	UNE EN 520



## 2. TRANSFORMADOS

### 2.1. PLACA PLADUR® LAN



**Descripción:** Paneles transformados a los que se incorpora en su "dorso" paneles de lana de roca de 90 Kg/m<sup>3</sup> de densidad de varios espesores e incombustible.

**Aplicación:** Trasdosados de muros tanto de fachadas como de interiores, así como de cubiertas, en todo tipo de obras, ya sean de nueva construcción como de rehabilitación y reformas, con el fin de obtener las características aislantes térmicas y acústicas requeridas.

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar(m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> K/W)	Aislante			Unidades Palet	Normativa
							Espesor	Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		
LAN 10+30	1,2	BA	2,6	A2 s1 b0	10,5	0,92	30	Lana de Roca	90	28	UNE EN 13 950

### 2.2. PLACA PLADUR® BEL



**Descripción:** Paneles transformados obtenidos al incorporar en el dorso de una placa PLADUR® del tipo N, una plancha de Lana de vidrio de 75 Kg/m<sup>3</sup> de diferentes espesores e incombustible.

**Aplicación:** Las placas PLADUR® BEL, están especialmente diseñadas para la ejecución de trasdosados directos PLADUR®. Aportan al muro base, el aislamiento térmico y acústico necesario para cubrir las prestaciones técnicas exigidas.

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar(m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> K/W)	Aislante			Unidades Palet	Normativa
							Espesor	Tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		
BEL 13+30	1,2	BA	3/2,6	A2 s1 b0	12,5	0,96	30	Lana de Vidrio	75	20	UNE EN 13 950

### 1.2.3. PLACA PLADUR® BV



**Descripción:** Placa PLADUR® del tipo N, en cuyo dorso se incorpora una lámina especial de alta resistencia a la difusión del vapor.

**Aplicación:** En unidades de trasdosados, tabiques y techos, donde se prevea un riesgo de condensaciones, tanto sola como incorporada a transformados con diferentes aislantes.

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar(m)	Permeabi- lidad al vapor de agua	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> K/W)	Unidades Palet	Normativa
BV 13	1,2	BA	3/2,6	Infinito	7,8	0,05	36	UNE EN 14 190

## PLACAS, TRANSFORMADOS, SOLERAS Y TECHOS

### 1.2.4. PLACA PLADUR® TERM-N (XPE)



**Descripción:** Placa PLADUR® transformada mediante la incorporación en su dorso de un panel de poliestireno expandido del tipo III.

**Aplicación:** En unidades de trasdosados directos interiores de muros de fachadas en todo tipo de obras.

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> K/W)	Aislante			Unidades Palet	Normativa
							Epesor	tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		
TERM-N (XPE) 10+20	1,2	BA	2,6	B s1 b0	8,08	0,55	20	Poliestireno expandido tipo III	15	38	UNE EN 13 950
TERM-N (XPE) 10+30	1,2	BA	2,5/2,6	B s1 b0	8,23	0,80	30		15	28	
TERM-N (XPE) 10+40	1,2	BA	2,5/2,6	B s1 b0	8,38	1,06	40		15	22	

### 1.2.5. PLACA PLADUR® TERM-N (XPS)



**Descripción:** Placa PLADUR® transformada mediante la incorporación en su dorso de una plancha de poliestireno extrusionado. Con la utilización de los paneles PLADUR® TERM XPS, se logra una gran capacidad de aislamiento térmico, alcanzándose las más exigentes prestaciones técnicas, con una disminución considerable del espesor total de la unidad, dando por tanto una mayor superficie útil al habitáculo donde se ubica.

**Aplicación:** En unidades de trasdosados directos interior de muros de fachadas en todo tipo de obra.

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Resistencia térmica (m <sup>2</sup> K/W)	Aislante			Unidades Palet	Normativa
							Epesor	tipo	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )		
TERM-N (XPS) 13+20	1,2	BA	2,6	B s1 b0	10,38	0,79	20	Poliestireno extruido	30	34	UNE EN 13 950
TERM-N (XPS) 13+30	1,2	BA	2,6	B s1 b0	10,68	1,61	30		30	26	

### 1.2.6. PLACA PLADUR® TRILLAJE




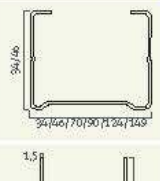

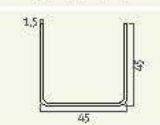

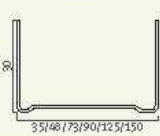
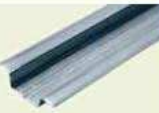
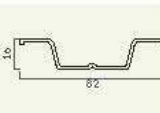

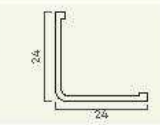

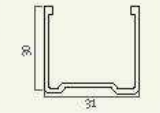

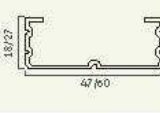

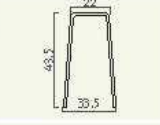


**Descripción:** Panel formado por dos placas PLADUR® tipo N de 10 mm de espesor unidas por su "dorso" con un trillaje de celulosa especial en forma de nido de abeja que da rigidez al conjunto. Su especial configuración confiere a los paneles de trillaje PLADUR® una alta resistencia.

**Aplicación:** En especial unidades de obra precortadas y de decoración.

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (kg/m <sup>2</sup> )	Unidades Palet	Normativa
TRILLAJE 52	1,2	BA	2,5	M1	15,8	22	UNE EN 13 950
	0,4	Balda	2,5	M1	15,8	66	
	0,3	Balda	2,5	M1	15,8	88	
TRILLAJE FRENTE 10	0,05	Frente	1,2	M1	7,5	1000	UNE EN 14 190

## 1. PERFILES LAMINADOS PLADUR®

**Descripción:** Elementos de chapa de acero galvanizada de distintos espesores y formas, según su ubicación y cometido, que forman la estructura portante de los SISTEMAS PLADUR®.

Croquis	Sección	Producto	Descripción
		Montante 34 Montante 46 Montante 70 Montante 90 Montante 125 Montante 150	Perfil en forma de "C", utilizado como elemento portante en tabiques y trasdosados, o techos.  El alma presenta perforaciones en forma oval (70 x 28) que permiten el paso de instalaciones. Las caras laterales vienen moleteadas y marcadas sus ejes, para facilitar la operación de atornillado.
		Montante Reforzado	Perfil en forma de "U", utilizado como refuerzo dentro de los SISTEMAS PLADUR® METAL. En su alma llevan incorporadas unas perforaciones (ø 35 mm) para facilitar el paso de las instalaciones.
		Canal 35 Canal 48 Canal 73 Canal 90 Canal 125 Canal 150	Perfil en forma de "U", que forma la estructura horizontal de tabiques y trasdosados. En ellos se encajan los montantes.
		Maestra	Elemento determinante del plano en los trasdosados semirectos y algunos techos continuos. La cara de contacto con la placa presenta un moleteado continuo y marcado de eje, con el fin de facilitar el atornillado.
		Angular L A 24	Elemento perimetral determinante del plano en los techos continuos. La cara de contacto con la placa va moleteada.
		Perfil U	Elemento portante de estanterías y muebles de obra que se realiza con los paneles de trillaje. La cara de contacto con la placa va moleteada para facilitar el atornillado.
		Perfil T-47 Perfil T-60	Elemento portante y determinante del plano en los techos continuos. La cara de contacto con la placa presenta un moleteado continuo y marcado de eje para colocar y atornillar las placas fácilmente.
		PH-45	Perfil en forma de "V" invertida con taladros en la parte superior (métricas 6 y 8 mm) alternativos cada 10 cm. y zona inferior troquetada con horquillas cada 10 cm donde encajan los Perfiles T- 47 formando la estructura portante del falso techo.
		Canal GL	Perfil en forma de "U" de gran resistencia que conforma la estructura primaria de los techos para Grandes Luces.

PERFILES

Aplicación: Forman la estructura portante de los SISTEMAS PLADUR® METAL.

	Ancho (mm)	Alto (mm)	Longitud estándar (mm)	Reacción al fuego	Peso medio aprox. (Kg/m)	Chapa Galvanizada		Presentación		Normativa
						Espesor	Galvanizado mínimo	Uds. por paquete	Uds. por palet	
	34,2	34-36	2,5-3	A1	0,53	0,6	Z140	12	480	UNE EN 14 195
	45	34-36	2,5-3	A1	0,58	0,6	Z140	12	504	
	70	34-36	2,5-3,5	A1	0,70	0,6	Z140	12	360	
	90	46-48	2,5-4,2	A1	0,91	0,6	Z140	8	240	
	125	46-48	6	A1	1,25	0,7	Z140	8	160	
	150	46-48	8	A1	1,39	0,7	Z140	8	96	
	45	45	3,6	A1	1,57	1,5	Z140	4	144	UNE EN 14 195
	35	30	3	A1	0,41	0,55	Z140	12	480	UNE EN 14 195
	45,8	30	3	A1	0,46	0,55	Z140	12	588	
	70,8	30	3	A1	0,57	0,55	Z140	12	336	
	90,8	35	3	A1	0,75	0,6	Z140	24	288	
	125,8	35	3	A1	0,91	0,6	Z140	8	160	
	150,8	40	3	A1	1,07	0,6	Z140	4	168	
	82	16	3	A1	0,48	0,55	Z140	24	720	UNE EN 14 195
	24	24	3	A1	0,24	0,6	Z140	24	864	UNE EN 14 195
	31	30	3	A1	0,41	0,55	Z140	12	528	UNE EN 14 195
	47	18	3-5,30	A1	0,43	0,55	Z140	12	504	UNE EN 14 195
	60	27	1,14-4,5	A1	0,56	0,6	Z140	16	512	
	22-33,5	43,5	4	A1	0,57	0,8	Z140	12	384	UNE EN 14 195
	45	88,8	6	A1	2,08	1,5	Z140	4	96	UNE EN 14 195



## 1. PASTAS PARA TRATAMIENTO DE JUNTAS

La gama de pastas PLADUR® utilizadas para el tratamiento de juntas, se compone de dos familias:

Pastas de Secado:

- Se venden en polvo o en pasta. Su tiempo de secado largo permite el tratamiento mecánico de juntas. El relleno de la junta debe realizarse una vez que el paso anterior haya secado. Esto depende de las condiciones climáticas (12 a 24 h).

Pastas de Fraguado:

- Se venden en polvo y permiten el tratamiento de juntas independientemente de las condiciones climáticas ya que fraguan en un tiempo determinado. No son aconsejables para el tratamiento mecánico de la junta.
- Pasta de tratamiento de juntas sin cinta: solo aplicable para placas FON con los cuatro bordes cuadrados. Se vende en polvo y es para el tratamiento de juntas sin cinta, se aplica con pistola y se termina con espátula.

Conservación:	A cubierto, protegidas del sol directo, de las heladas en lugar seco, y separado del suelo para protegerlo de la humedad.
Condiciones de aplicación:	5 - 35°C Menos de 85% HR.
Instrucciones:	Mezclar de manera mecánica antes de su uso, no mezclar con otros productos.

### 1.1. PASTAS DE FRAGUADO



Pasta	Presentación	Calidad de terminación de la junta	Tiempo de utilización de la mezcla	Tiempo de fraguado	Trabaja mejor	Tratamiento mecánico de juntas	Conservación
Fraguado lento	Saco en polvo 20 Kg	Fina	4 horas aprox.	6 horas aprox.	En clima frío o húmedo	No	6 meses



Pasta	Presentación	Calidad de terminación de la junta	Tiempo de utilización de la mezcla	Tiempo de secado o fraguado	Trabaja mejor	Tratamiento mecánico de juntas	Conservación
Fraguado rápido	Saco en polvo 10 Kg y 20 Kg	Fina	1 1/2 horas aprox.	2 horas aprox.	En clima frío o húmedo	No	6 meses



Pasta	Presentación	Calidad de terminación de la junta	Tiempo de utilización de la mezcla	Tiempo de secado o fraguado	Trabaja mejor	Tratamiento mecánico de juntas	Conservación
Pregyls 95 para junta sin cinta	Saco en polvo 5 kg y 20 Kg	Fina sin cinta	1 1/2 horas aprox.	2 horas aprox.	En clima frío o húmedo	No	6 meses

## PASTAS

### 1.2. PASTAS DE SECADO



Pasta	Presentación	Calidad de terminación de la junta	Tiempo de utilización de la mezcla	Tiempo de secado	Trabaja mejor	Tratamiento mecánico de juntas	Conservación
Secado normal	Saco 20 Kg	Fina	En cubo, cerrado varios días	12-24 h, depende del clima	En clima seco o cálido	Sí	9 meses



Pasta	Presentación	Calidad de terminación de la junta	Tiempo de utilización de la mezcla	Tiempo de secado	Trabaja mejor	Tratamiento mecánico de juntas	Conservación
Ambientes húmedos	Saco en polvo 20 Kg	Fina	En cubo, cerrado varios días	12-24 h, depende del clima	En clima seco o cálido	Sí	9 meses



Pasta	Presentación	Calidad de terminación de la junta	Tiempo de utilización de la mezcla	Tiempo de secado	Trabaja mejor	Tratamiento mecánico de juntas	Conservación
Lista al uso	Bote de 20 Kg y 5 Kg	Fina	En cubo, cerrado varios días	12-24 h, depende del clima	En clima seco o cálido	Sí	9 meses

## 2. PASTAS DE AGARRE

Son las pastas indicadas para la ejecución de trasdosados directos y el pegado de accesorios en SISTEMAS PLADUR®.



Pasta	Presentación	Tiempo de utilización de la mezcla	Utilización	Conservación
Agarre	Saco en polvo 20 Kg	1 hora aprox.	Pegado de placas PLADUR® sobre soportes secos	6 meses



Pasta	Presentación	Tiempo de utilización de la mezcla	Utilización	Conservación
Agarre especial aislantes	Saco en polvo 20 Kg	1 hora aprox.	Pegado de placas PLADUR® transformadas, con aislantes sobre soportes secos	6 meses



Pasta	Presentación	Tiempo de utilización de la mezcla	Utilización	Conservación
Multusos	Saco en polvo 20 Kg	1 hora aprox.	En pequeñas reformas para el pegado de placas PLADUR® sobre soportes secos y tratamientos de juntas	6 meses

|||||||129



ISOTOP SYSTEM. SCHLETTER



IsoTop™ Roof Mount Installation Manual

IsoTop

Features and Benefits

- Ideal for industrial membrane roofs and special construction
- Support widths of up to 33 ft (10 m)
- Reduced load onto the roof substructure
- Direct load transfer into the supporting structure of the building
- Minimal roof penetration points

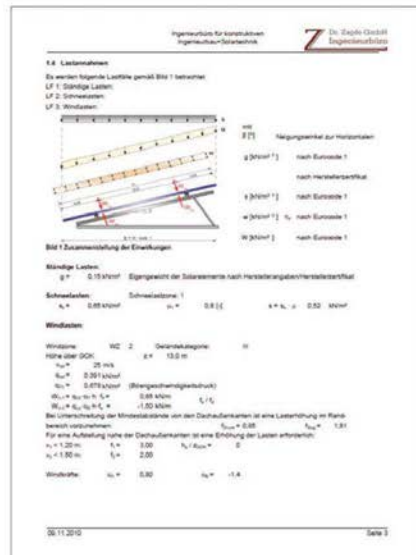
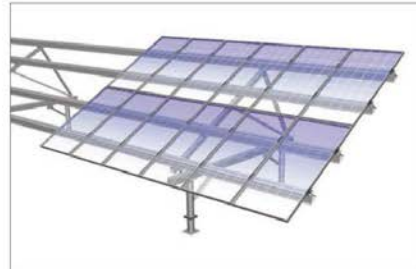
General Information

The IsoTop system is ideally suited for low load membrane roofs commonly used in industrial buildings. Each IsoTop system is designed to suite individual building specifications and intended for assembly on-site. A corresponding structural analysis must be performed to determine the specific configuration. Detailed assembly drawings and component-lists are generated for each planned IsoTop system, based on customer concept documentation and as-built plans.

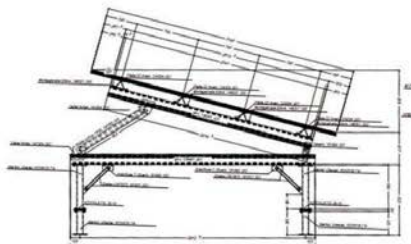
Planning

A corresponding blueprint, assembly drawing, and roof connection layout design are drawn up prior to delivery. Corresponding measurements, position of individual components, and connecting materials must be discernible on these drawings.

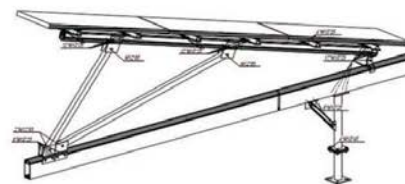
All examples given in this instruction serve solely as a guide for your own project plan.



Example: Structural Analysis



Example: Blueprint Drawing



Example: Assembly Detail



## IsoTop™ Product Sheet

### IsoTop

#### Features and Benefits

- Ideal for industrial membrane roofs and special construction
- Support widths of up to 33 ft (10 m)
- Reduced load onto the roof substructure
- Direct load transfer into the supporting structure of the building
- Minimal roof penetration points



#### Areas of Application

Membrane roofs of industrial buildings are usually composed of a substructure with large grid spans (16–25 ft) and a relatively soft roof covering. Both the structural dimensioning of the roofs and the maximum allowable load are so low that fastening solar modules is often thought to be impossible.

IsoTop is the solution for supporting solar mounting structures on low load membrane roofs of industrial buildings. The standard IsoTop unit assembly system works with most industrial roofs yet can be completely customized for individual applications. Schletter provides consulting for the planning of the system in order to determine the most economic and design appropriate solution.

For planning, Schletter uses a proprietary structural analysis program, offering solutions quickly and inexpensively. Usually, the design constructions are performed with only a few penetration points. These penetration points can be welded by a professional roofer reliably and cost effectively.



#### Structural Dimensioning Suggestions

IsoTop is specifically designed to reduce the load weight on the roof covering. A thorough structural analysis must be performed to ensure that the substructure can bear the combined weight of the mounting rack, PV modules, and any external loads (wind, snow, etc).





## IsoTop™ Roof Mount Installation Manual

### Support Installation

- ❶ Mark positions according to overview plan
- ❷ Open roof membrane
- ❸ Mount supports  
Ensure compatible design. Though the structural information should be evaluated prior to system production, always check for design compatibility and structural integrity before disturbing roof membrane.
- ❹ Re-lay the insulation
- ❺ Seal the opening  
Placing proper roofing material in and around the support location will ensure water tightness. Roofing should always be sealed according to national building code standards.

Note: The Schletter warranty only applies to the solar mounting system and material which we produce. Consultation with a roofing professional may be recommended.



Opening is sealed



Example: Thermally Supported



## IsoTop™ Product Sheet

### Perforations

#### Cold Perforation

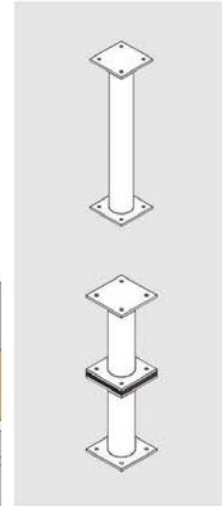
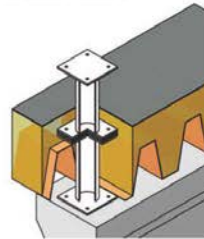
Attached to the main supports of the building via mechanical or welded connections

- ☑ Ideal for warehouses
- ☑ Made of quality steel
- ☑ Also available as rectangular tube
- ☑ Optional connector plates for the given constructional situation
- ☑ Dimensioning takes place during the system planning

#### Warm Perforation

Attached to the main supports of the building via mechanical or welded connections

- ☑ Support is thermally separated
- ☑ Ideal for cold storage houses
- ☑ Also available as rectangular tube
- ☑ Made of quality steel
- ☑ Dimensioning takes place during the system planning
- ☑ Optional individualized connector plates



### Mounting



① Opening of the roof cladding

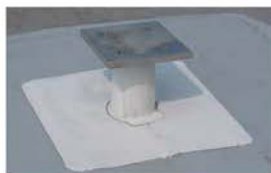


② Fastening of the support



③ Sealing of the support

### Examples of Roof Perforations



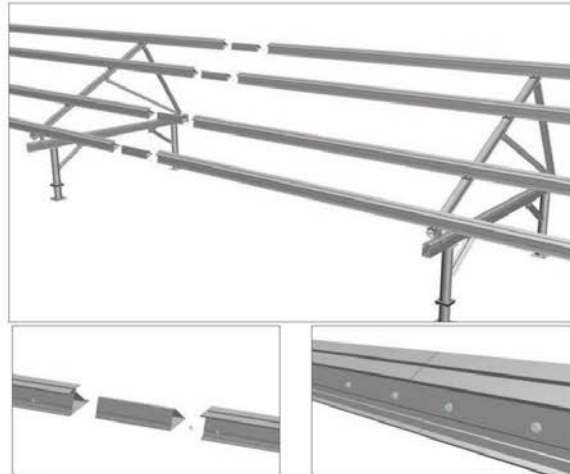




## IsoTop™ Roof Mount Installation Manual

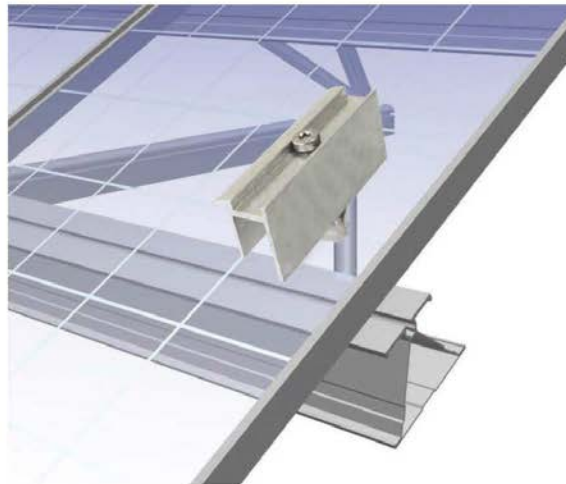
### Mount Connector

Position the connector for the S-Rail. Secure each S-Rail with two (2) self-drilling screws per rail.



### Module Mounting

Mount the modules to the S-Rails and fasten with Rapid2+ Grounding End- and Middle Clamps.





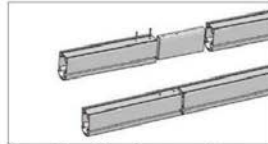


## IsoTop™ Product Sheet

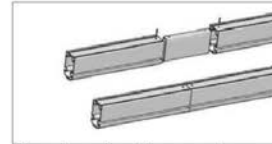
### Mounting



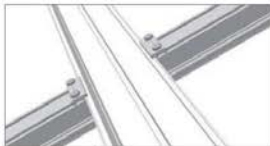
Connecting of struts



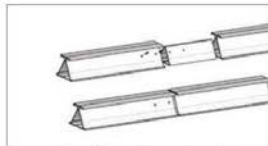
Connecting of insertion connector—  
with thermal separation



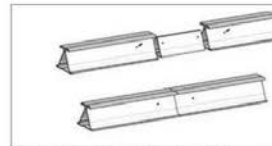
Connecting of insertion connector—  
fixed joint



Connecting of purlins



Connecting of insertion connector—  
with thermal separation

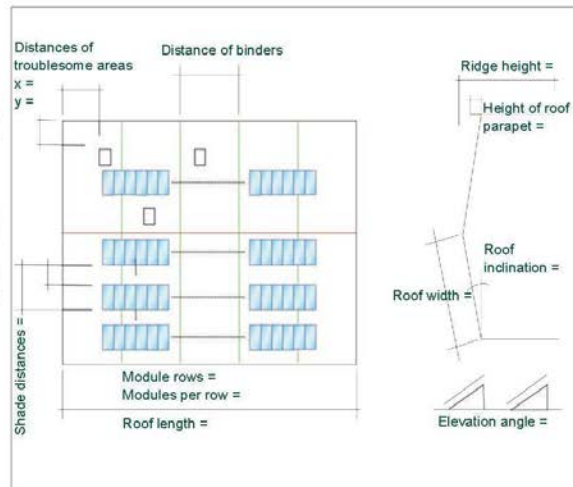


Connecting of insertion connector—  
fixed joint

### Project Planning Examples

By obtaining the project's module configuration, Schletter's engineering team can create a cost-effective racking solution. The example to the right is a basic guide to follow when providing our engineers with project plans.

In some instances, a diagram or illustration might be necessary for determining specific load applications or unique construction considerations. By giving our engineers an illustration (right), you can further reduce the time required for planning your solar mounting project.



ISF-250. ISOFOTON

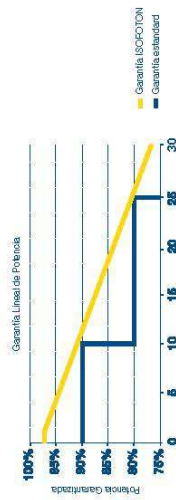
MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-250 BLACK



- Disfrute de las ventajas de ISO FOTON**
  - Experiencia de más de 30 años en la fabricación de células y módulos fotovoltaicos
  - Experiencia internacional en el desarrollo de proyectos: más de 300 en todo el mundo
  - Asistencia técnica
  - Tecnología punta y calidad certificada
  - Compromiso con el medio ambiente
- Disfrute de las ventajas de la gama ISF**
  - Vidrio microtexturado con mayor capacidad de absorción de la luz difusa, que garantiza más eficiencia
  - Caja de conexión diseñada para minimizar las pérdidas eléctricas
  - Módulo ultraligero, lo que facilita su manejo y el ahorro de coste en estructura
- La garantía ISO FOTON**

**NUEVO! 30** años de garantía lineal de potencia que mejora en un 25% la garantía estándar de mercado

**10** años de garantía de producto



**Certificados de Empresa**

- SGS Desde 1999
- SGS Desde 2001
- EMALS Desde 2008
- ISO 9001 Desde 2012
- ISO 14001 Desde 2012
- PV CYCLE Desde 2007
- ISO FOTON es socio fundador
- MEMBERSHIP OF METROASIM PETRONAS
- ISO FOTON +30 years logo



# MÓDULO MONOCRISTALINO ISF-250 BLACK



More than 30 years of reliable experience

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Comportamiento en STC: Irradiancia 1.000 W/m², temperatura de célula 25 °C, AM 1,5

	ISF - 245	ISF - 250
Potencia nominal (P <sub>max</sub> )	245 W	250 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	37,6 V	37,8 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	8,63 A	8,75 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>mp</sub> )	30,5 V	30,6 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>mp</sub> )	8,04 A	8,17 A
Eficiencia	14,8 %	15,1 %
Tolerancia de potencia (% P <sub>max</sub> )	0/+3 %	0/+3 %

Comportamiento a Irradiancia 800 W/m², TONC, temperatura ambiente 20 °C, AM 1,5, velocidad del viento 1 m/s

	ISF - 245	ISF - 250
Potencia máxima (P <sub>max</sub> )	178 W	181 W
Tensión en circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	34,8 V	35,0 V
Corriente de cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	6,96 A	7,06 A
Tensión en el punto de máxima potencia (V <sub>mp</sub> )	27,4 V	27,5 V
Corriente en el punto de máxima potencia (I <sub>mp</sub> )	6,49 A	6,59 A

Reducción de Eficiencia desde 1.000 W/m² a 200 W/m² según IEC 60904-1 5% (+/-3%)

## CARACTERÍSTICAS DE OPERACIÓN

Tensión máxima del sistema	1000 V
Límite de corriente inversa	20 A
Temperatura nominal de operación de la célula (T <sub>ONC</sub> )	47 +/ - 2° C
Temperatura de operación	-40 to + 85° C
Coefficiente de temperatura de P <sub>max</sub>	-0,44%/K
Coefficiente de temperatura de V <sub>oc</sub>	-0,334%/K
Coefficiente de temperatura de I <sub>sc</sub>	0,048%/K

## Certificados de producto

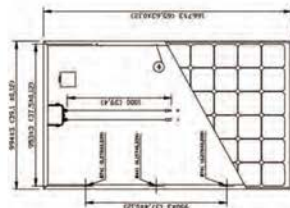


ISO FOTON, S.A. se reserva el derecho de modificar las presentes especificaciones sin previo aviso. Esta Ficha Técnica comercial responde a la norma EN 60904-1:2013

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Célula solar	Silicio Monocristalino - 156 mm x 156 mm (6 pulgadas)
Número de células	60 células (6x10)
Dimensiones	1667 x 994 x 45 mm
Peso	19 Kg
Vidrio	Alta transmitividad, texturado y templado de 3,2 mm (EN-12150)
Marco	Aluminio anodizado, toma de tierra
Máxima carga admisible	5400 Pa (carga de nieve)
Caja de conexión	IP 65 con 3 diodos de bypass
Cables y Conector	Cable solar de 1 m y sección 4 mm². Conector MC4 o LC4

## DIMENSIONES



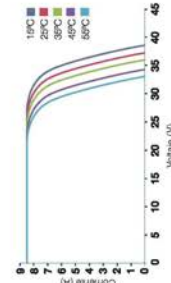
## EMBALAJE

Módulos por palet 24

Tamaño del embalaje (palet + caja)

1720 x 1140 x 1155mm

Materiales reciclables



## DATOS DE CONTACTO

### FÁBRICA

Parque Tecnológico de Andalucía (PTA)  
C/ Severo Ochoa, 50  
29590 Málaga - España  
Tel: +34 951 233 500  
isofoton.m@isofoton.com

### OFICINA COMERCIAL

Torre de Cristal  
Paseo de la Castellana, 259C (Planta 17)  
28046 Madrid - España  
Tel: +34 914 147 800  
isofoton@isofoton.com

## D PLANOS

La misión principal de este apartado de información gráfica es definir, junto con el documento básico de la Memoria, el objetivo de la obra propuesta.

Los planos se han ejecutado teniendo en cuenta las normas UNE correspondientes al dibujo técnico y simbolización siguientes:

UNE 1-086-83. Parte 2: Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

UNE-EN ISO 5455:1996 Dibujos técnicos. Escalas.

UNE 1-035-95 Cuadro de rotulación

### LISTADO DE PLANOS

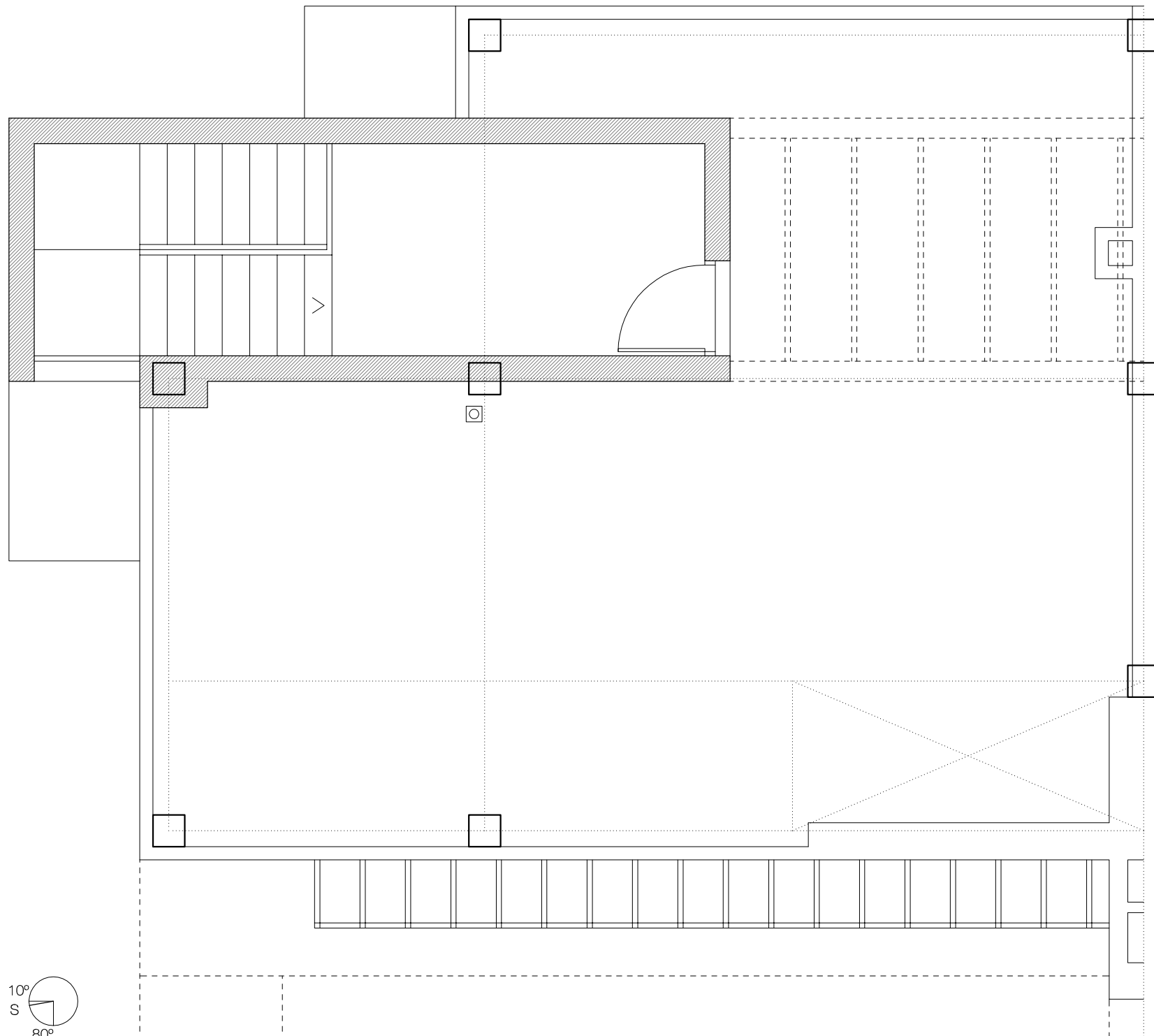
- D.1 Situación y emplazamiento
- D.2 Estado actual de la vivienda e intenciones del propietario
- D.3 Envolverte arquitectónica propuesta
- D.4 Sección constructiva
- D.5 Generador fotovoltaico
- D.6 Estructura soporte
- D.7 Esquema unifilar del sistema fotovoltaico



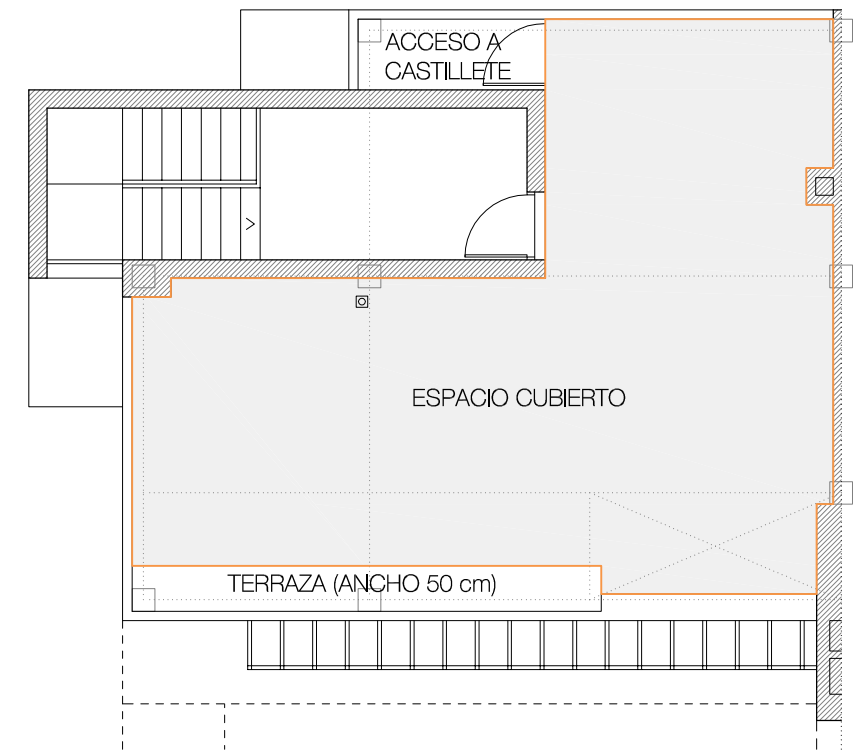


<p><b>SITUACION Y EMPLAZAMIENTO</b></p>	<p>D1</p>
<p>TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA          MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)</p>	
<p>Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera</p>	





PLANTA Y ALZADO ESTE. ESTADO ACTUAL



PLANTA Y ALZADO ESTE. INTENCIONES. E 1/100



**ESTADO ACTUAL DE LA VIVIENDA E INTENCIONES DEL PROPIETARIO**

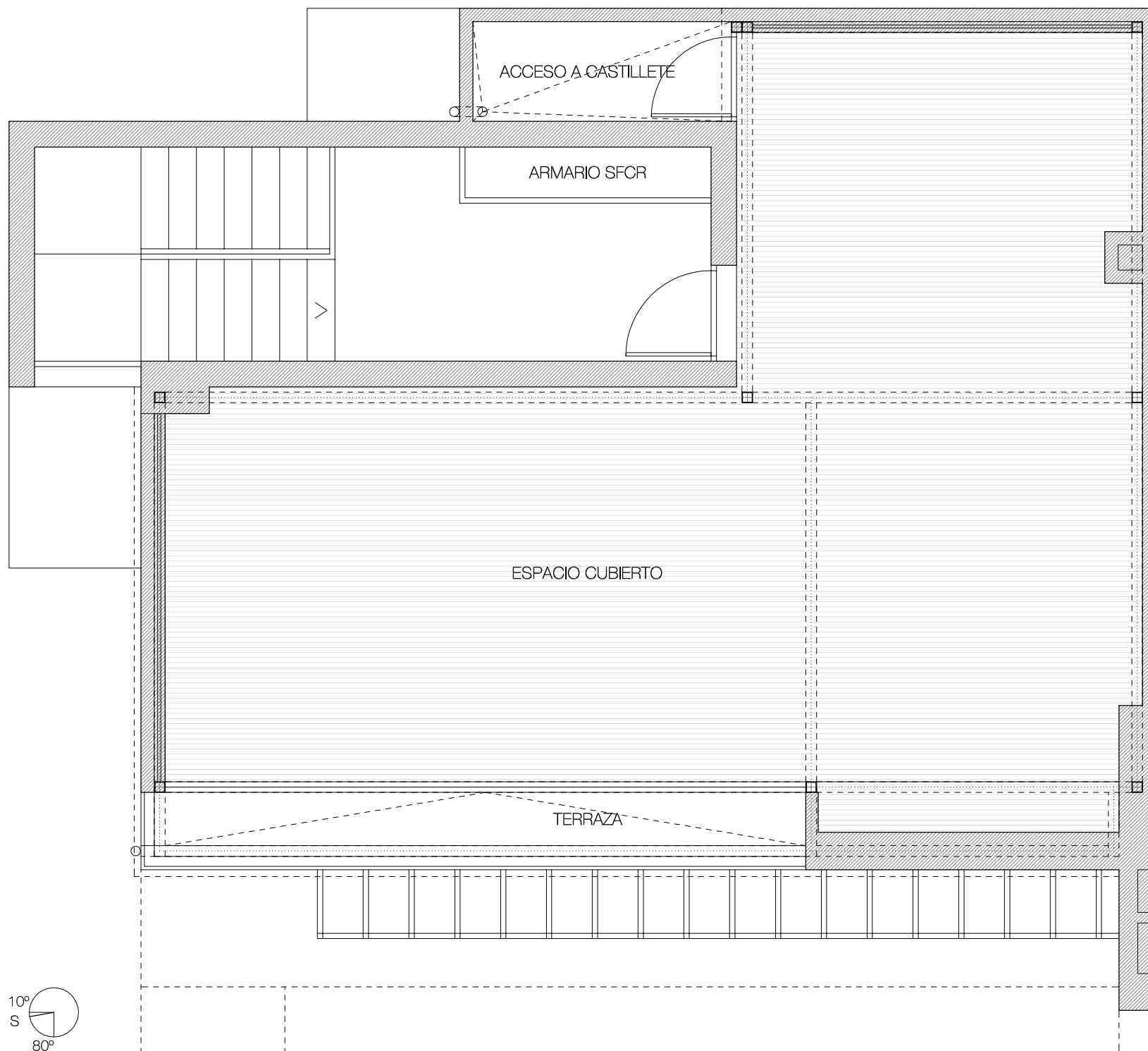
D2

TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA  
 MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)

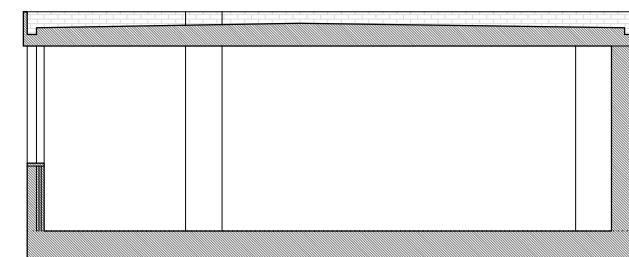
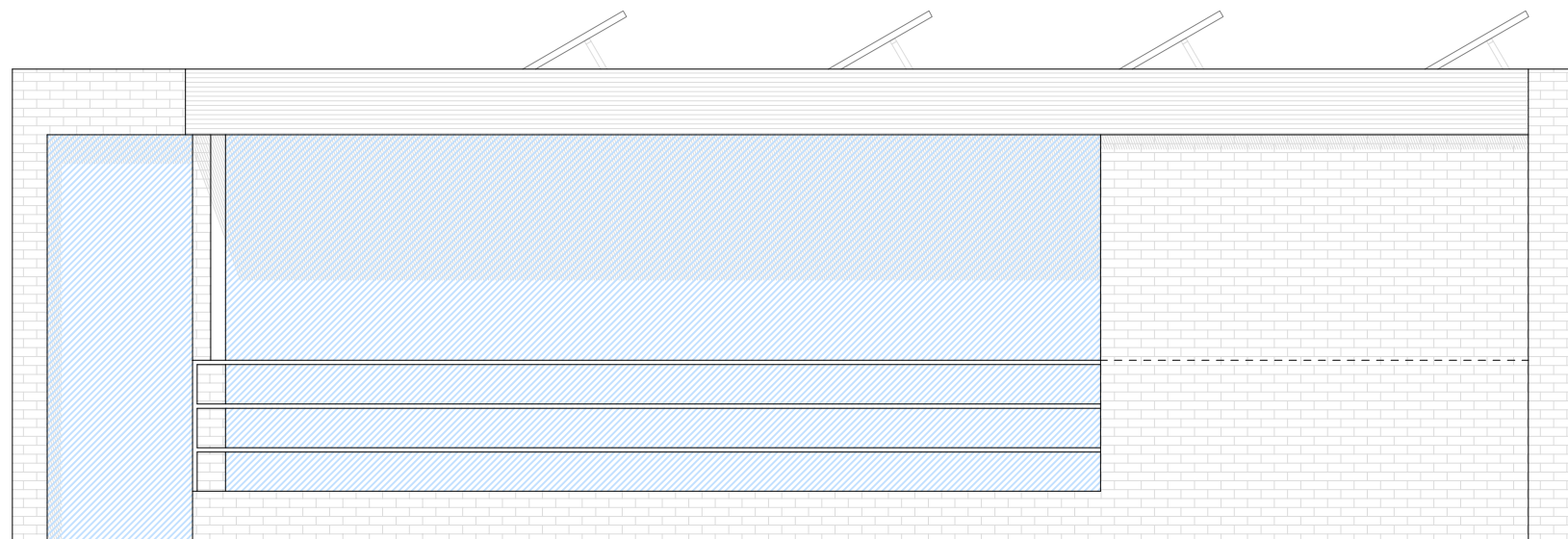
ESCALA

Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera

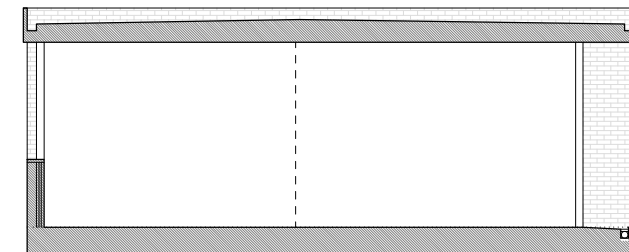
1/50



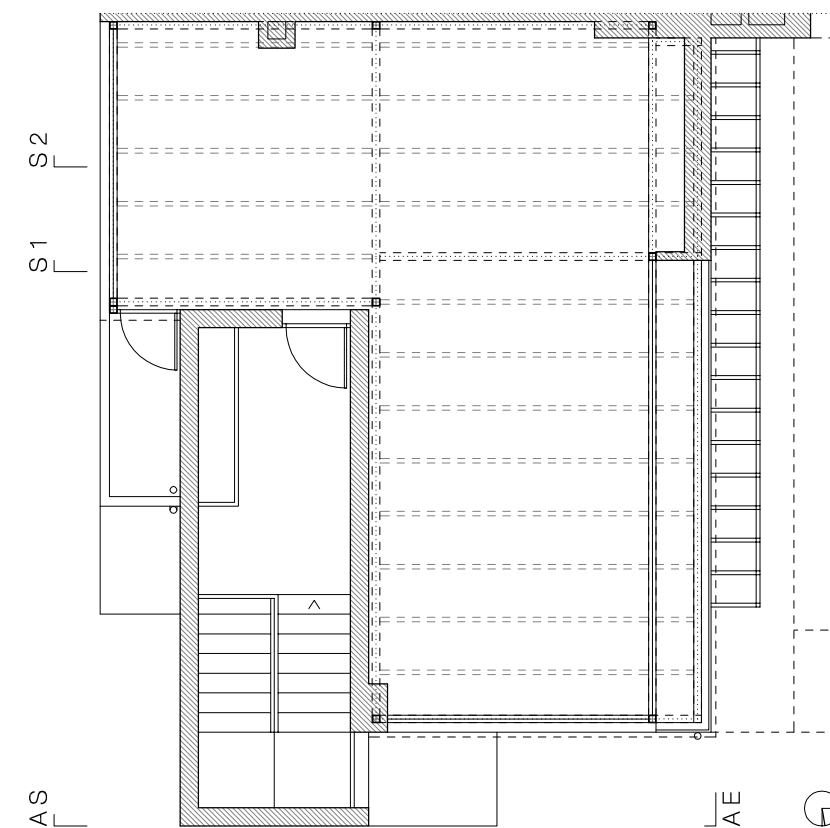
PLANTA (+0,50 m) Y ALZADO ESTE. PROYECTO



SECCION ESTE - OESTE 2. PROYECTO. E 1/100

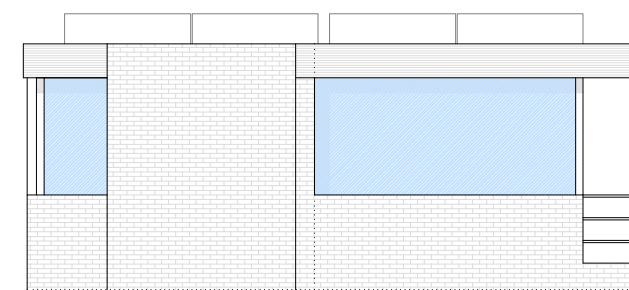


SECCION ESTE - OESTE 1. PROYECTO. E 1/100



AS

AE



PLANTA (+1,50 m) Y ALZADO SUR. PROYECTO. E 1/100

**ENVOLVENTE ARQUITECTONICA PROPUESTA**

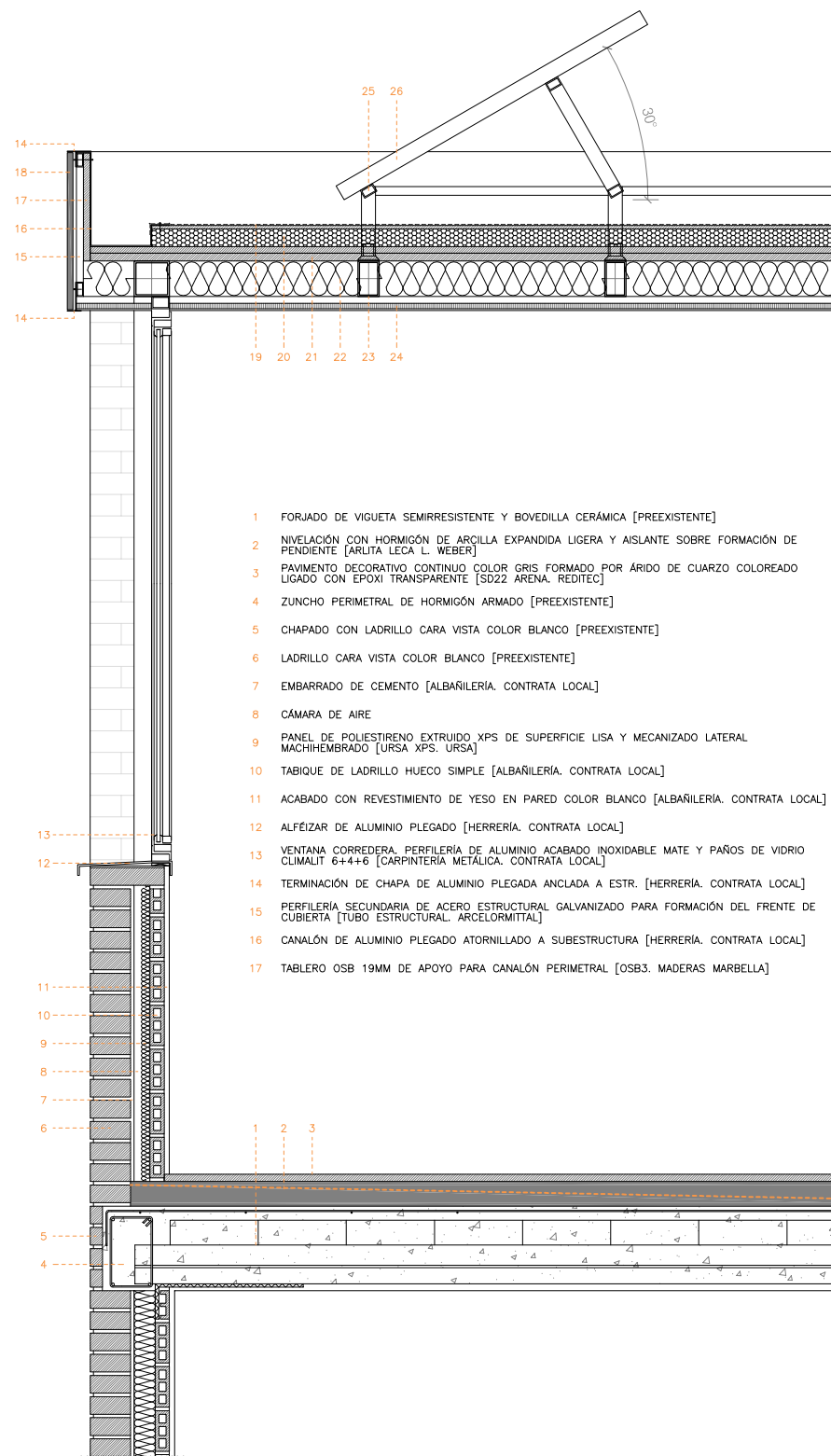
D3

TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA  
MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)

ESCALA

Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera

1/50



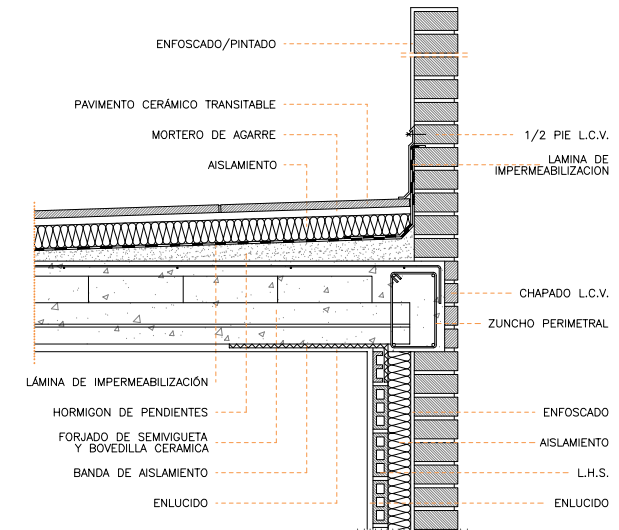
- 1 FORJADO DE VIGUETA SEMIRRESISTENTE Y BOVEDILLA CERÁMICA [PREEXISTENTE]
- 2 NIVELACIÓN CON HORMIGÓN DE ARCILLA EXPANDIDA LIGERA Y AISLANTE SOBRE FORMACIÓN DE PENDIENTE [ARLITA LECA L. WEBER]
- 3 PAVIMENTO DECORATIVO CONTINUO COLOR GRIS FORMADO POR ÁRIDO DE CUARZO COLOREADO LIGADO CON EPOXI TRANSPARENTE [SD22 ARENA. REDITEC]
- 4 ZUNCHO PERIMETRAL DE HORMIGÓN ARMADO [PREEXISTENTE]
- 5 CHAPADO CON LADRILLO CARA VISTA COLOR BLANCO [PREEXISTENTE]
- 6 LADRILLO CARA VISTA COLOR BLANCO [PREEXISTENTE]
- 7 EMBARRADO DE CEMENTO [ALBAÑILERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 8 CÁMARA DE AIRE
- 9 PANEL DE POLIESTIRENO EXTRUIDO XPS DE SUPERFICIE LISA Y MECANIZADO LATERAL MACHIHEMBADO [URSA XPS. URSA]
- 10 TABIQUE DE LADRILLO HUECO SIMPLE [ALBAÑILERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 11 ACABADO CON REVESTIMIENTO DE YESO EN PARED COLOR BLANCO [ALBAÑILERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 12 ALFÉIZAR DE ALUMINIO PLEGADO [HERRERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 13 VENTANA CORREDERA. PERFILERÍA DE ALUMINIO ACABADO INOXIDABLE MATE Y PAÑOS DE VIDRIO CLIMALIT 6+4+6 [CARPINTERÍA METÁLICA. CONTRATA LOCAL]
- 14 TERMINACIÓN DE CHAPA DE ALUMINIO PLEGADA ANCLADA A ESTR. [HERRERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 15 PERFILERÍA SECUNDARIA DE ACERO ESTRUCTURAL GALVANIZADO PARA FORMACIÓN DEL FRETE DE CUBIERTA [TUBO ESTRUCTURAL. ARCELORMITTAL]
- 16 CANALÓN DE ALUMINIO PLEGADO ATORNILLADO A SUBESTRUCTURA [HERRERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 17 TABLERO OSB 19MM DE APOYO PARA CANALÓN PERIMETRAL [OSB3. MADERAS MARBELLA]

SECCION CONSTRUCTIVA I TRANSVERSAL AL GFV. EJE NORTE - SUR

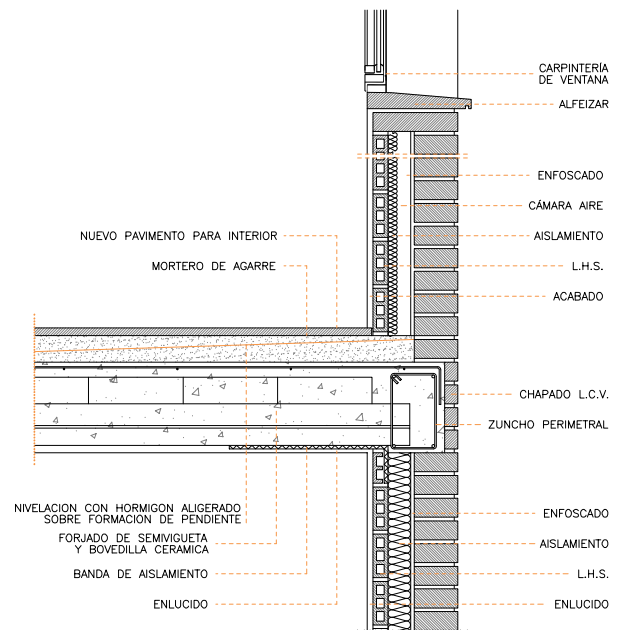


- 18 TABLERO LAMINADO FENOLICO COMPACTO COLOR BLANCO CON SUJECCIÓN MEDIANTE PERFILERÍA METÁLICA A SUBESTRUCTURA
- 19 MEMBRANA LÍQUIDA IMPERMEABILIZANTE DE APLICACIÓN EN FRÍO MONOCOMPONENTE, ELÁSTICA Y RESISTENTE UV [SIKALASTIC 560. SIKA]
- 20 PANEL SANDWICH DE AISLAMIENTO E=79MM ACABADO EN TABLERO HIDROFUGO OSB [THERMOCHIP TOH. THERMOCHIP]
- 21 TABLERO OSB E=22MM DE CIERRE SUPERIOR DE ESTRUCTURA Y DE FORMACIÓN DE CANALÓN [OSB3. MADERAS MARBELLA]
- 22 AISLAMIENTO TÉRMICO Y ACÚSTICO DE LANA MINERAL NATURAL [ECOSE. KNAUF INSULATION]
- 23 PERFIL ESTRUCTURAL DE ACERO S275J [ARCELORMITTAL]
- 24 PLACA DE YESO LAMINADO CON SUJECCIÓN METÁLICA, LANA MINERAL Y ACABADO DE LÁMINA DE 4MM SOLAPADA A TABLERO [PLADUR]
- 25 ESTRUCTURA DE APOYO DE LOS MÓDULOS DEL GENERADOR FV FORMADA POR PERFILERÍA DE ALUMINIO [SOTOP SYSTEM. SCHLETTER]
- 26 MÓDULO FOTOVOLTAICO DE SILICIO MONOCRISTALINO AZIMUT 10° OESTE E INCLINACIÓN 30° [ISF-250. ISOFOTON]
- 27 FORMACIÓN DE PENDIENTE CON HORMIGÓN DE ARCILLA EXPANDIDA LIGERA Y AISLANTE [ARLITA LECA L. WEBER]
- 28 LADRILLO CERÁMICO MACIZO TOMADO CON MORTERO DE AGARRE PARA FORMAR EL APOYO DE LA CARPINTERÍA [ALBAÑILERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 29 PUERTA CORREDERA. PERFILERÍA DE ALUMINIO ACABADO INOXIDABLE MATE Y VIDRIO CLIMALIT 6+4+6 [CARPINTERÍA METÁLICA. CONTRATA LOCAL]
- 30 FORMACIÓN DE PENDIENTE CON HORMIGÓN DE ARCILLA EXPANDIDA LIGERA Y AISLANTE [ARLITA LECA L. WEBER]
- 31 PANEL DE POLIESTIRENO EXTRUIDO XPS DE SUPERFICIE LISA Y MECANIZADO LATERAL MACHIHEMBADO [URSA XPS. URSA]
- 32 PAVIMENTO DE BALDOSA CERÁMICA PARA EXTERIOR COLOR GRIS A ELEGIR [ALBAÑILERÍA. CONTRATA LOCAL]
- 33 CANAL DE HORMIGÓN POLÍMERO PARA RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES [MINIKIT. ULMA]
- 34 BARANDILLA DE ACERO INOXIDABLE ANCLADA A FORJADO [HERRERÍA. CONTRATA LOCAL]

SECCION CONSTRUCTIVA II LONGITUDINAL AL GFV. EJE ESTE - OESTE

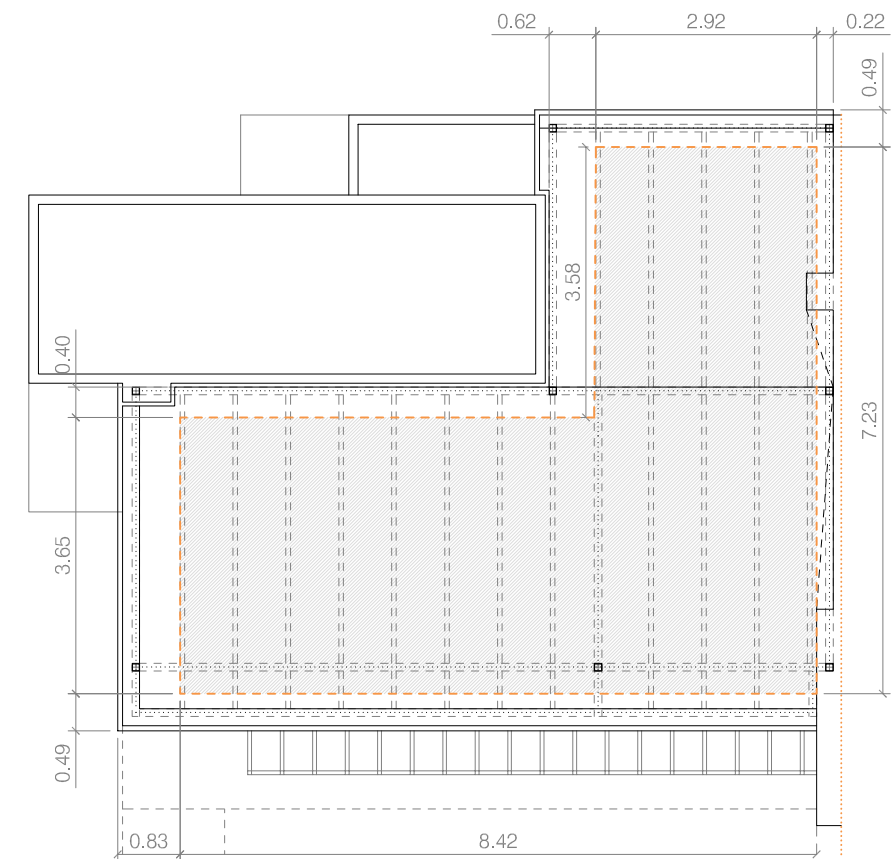
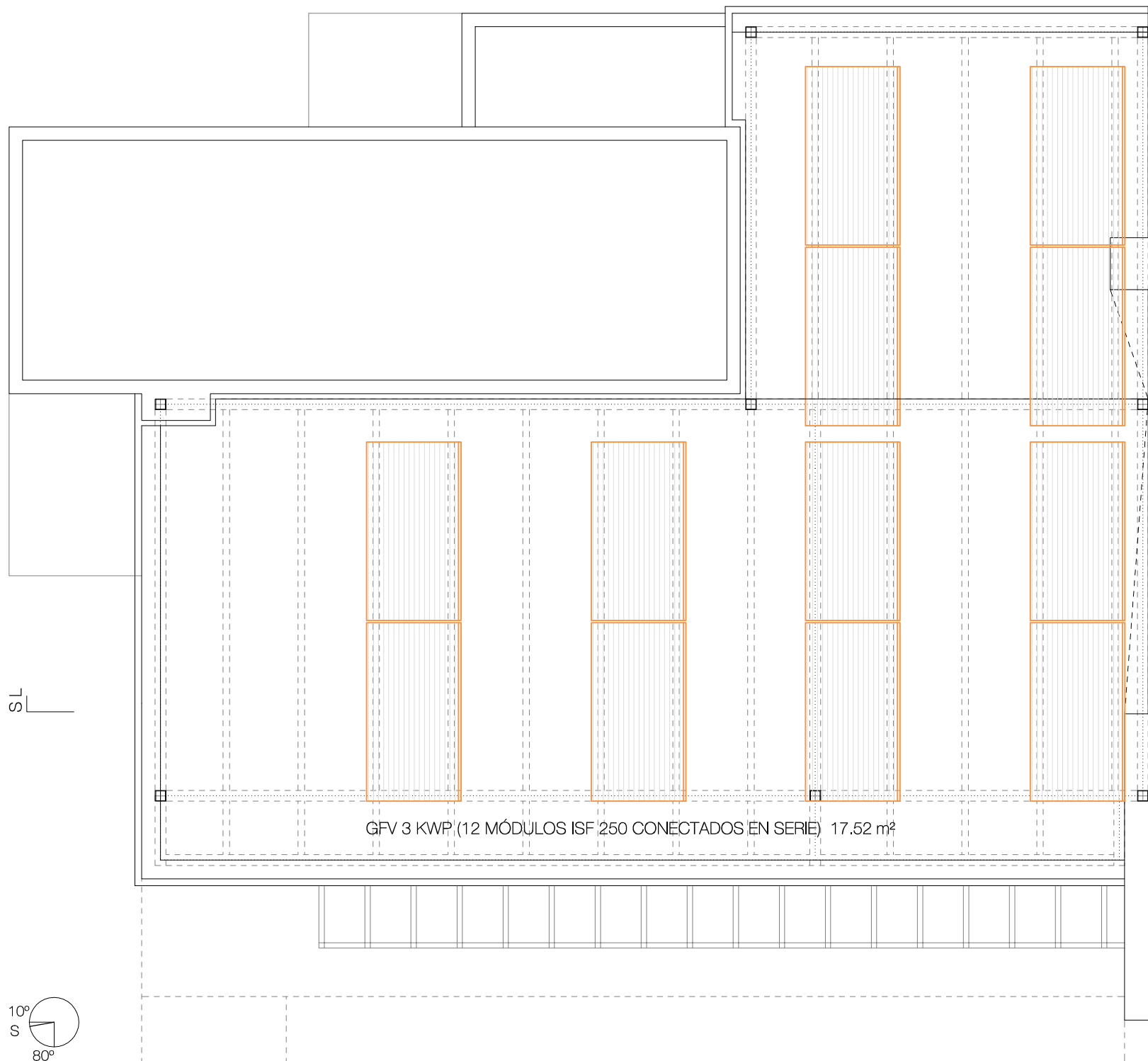


INTERVENCIÓN EN EL FORJADO DE LA AZOTEA ESTADO ACTUAL



NIVELACIÓN DE LA COTA DEL SUELO ESTADO REFORMADO

SECCION CONSTRUCTIVA	D4
TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)	ESCALA
Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera	1/20

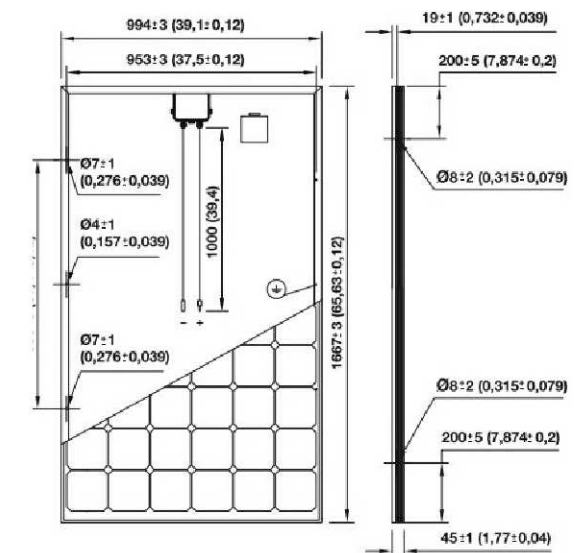


SUPERFICIE UTIL GFV 41.24 m<sup>2</sup>

El Generador Fotovoltaico propuesto, de 3 kWp, está formado por doce módulos de la tecnología de silicio monocristalino. En este caso vamos a utilizar el modelo ISF-250 (P<sub>mod,m,sc</sub> = 250 Wp) de la compañía ISOFOTON.

Los paneles estarán orientados al Sur (azimut 10° Oeste) con una inclinación de 30°, cumpliendo con lo prescrito en el Anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE.

La separación mínima entre módulos en su proyección horizontal (planta) deberá ser de 1.10 m al menos, calculado según el procedimiento descrito en el Anexo III de dicho Pliego.



### GENERADOR FOTOVOLTAICO

TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)

Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera

D5

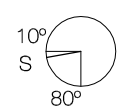
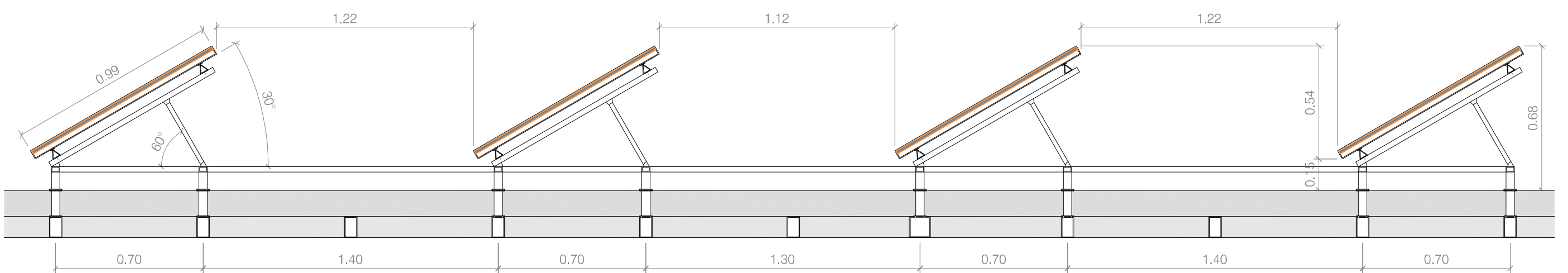
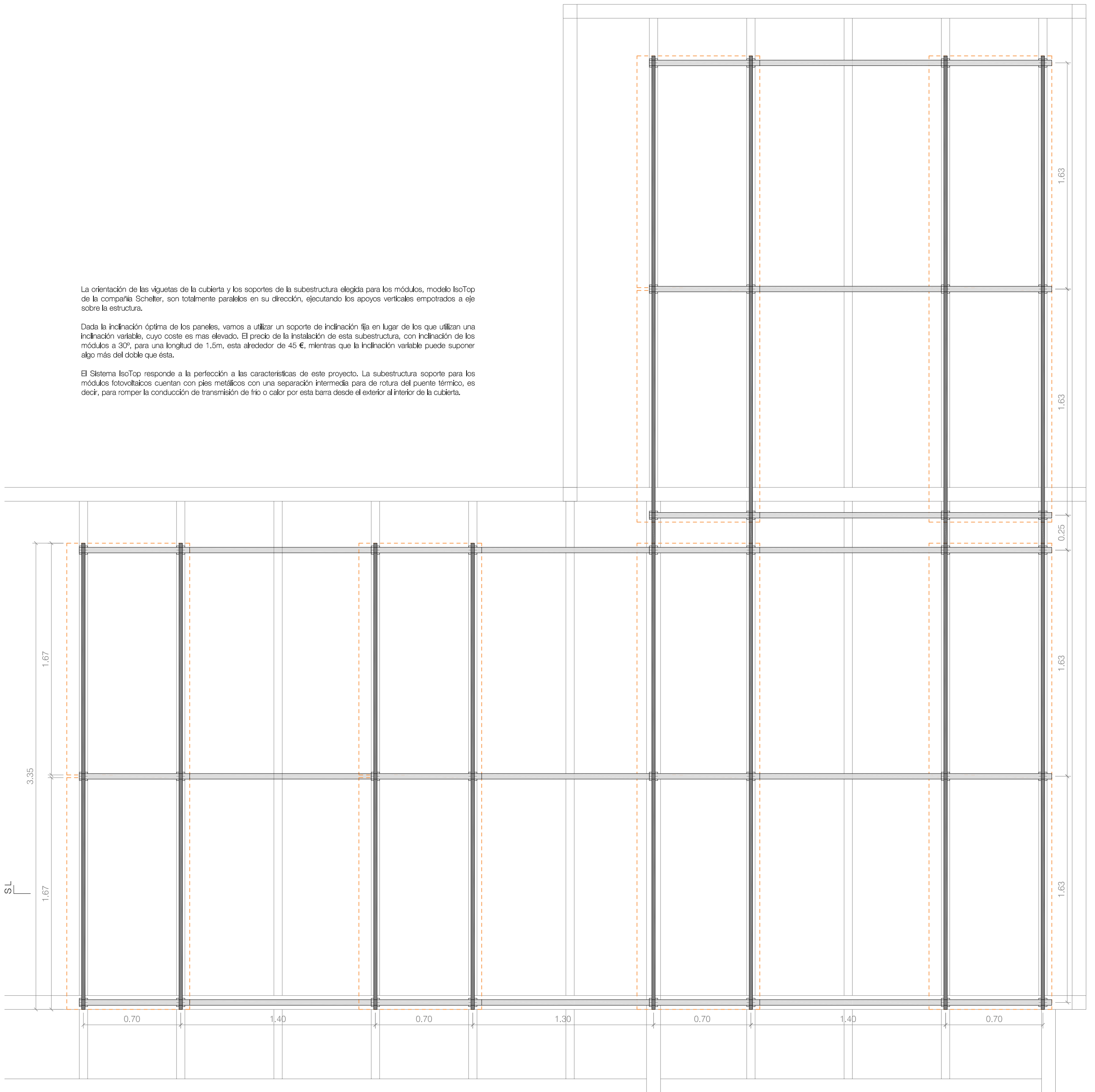
ESCALA

1/50

La orientación de las viguetas de la cubierta y los soportes de la subestructura elegida para los módulos, modelo IsoTop de la compañía Schelter, son totalmente paralelos en su dirección, ejecutando los apoyos verticales empotrados a eje sobre la estructura.

Dada la inclinación óptima de los paneles, vamos a utilizar un soporte de inclinación fija en lugar de los que utilizan una inclinación variable, cuyo coste es mas elevado. El precio de la instalación de esta subestructura, con inclinación de los módulos a 30°, para una longitud de 1,5m, esta alrededor de 45 €, mientras que la inclinación variable puede suponer algo más del doble que ésta.

El Sistema IsoTop responde a la perfección a las características de este proyecto. La subestructura soporte para los módulos fotovoltaicos cuentan con pies metálicos con una separación intermedia para de rotura del puente térmico, es decir, para romper la conducción de transmisión de frío o calor por esta barra desde el exterior al interior de la cubierta.



**ESTRUCTURA SOPORTE**

TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA  
MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)

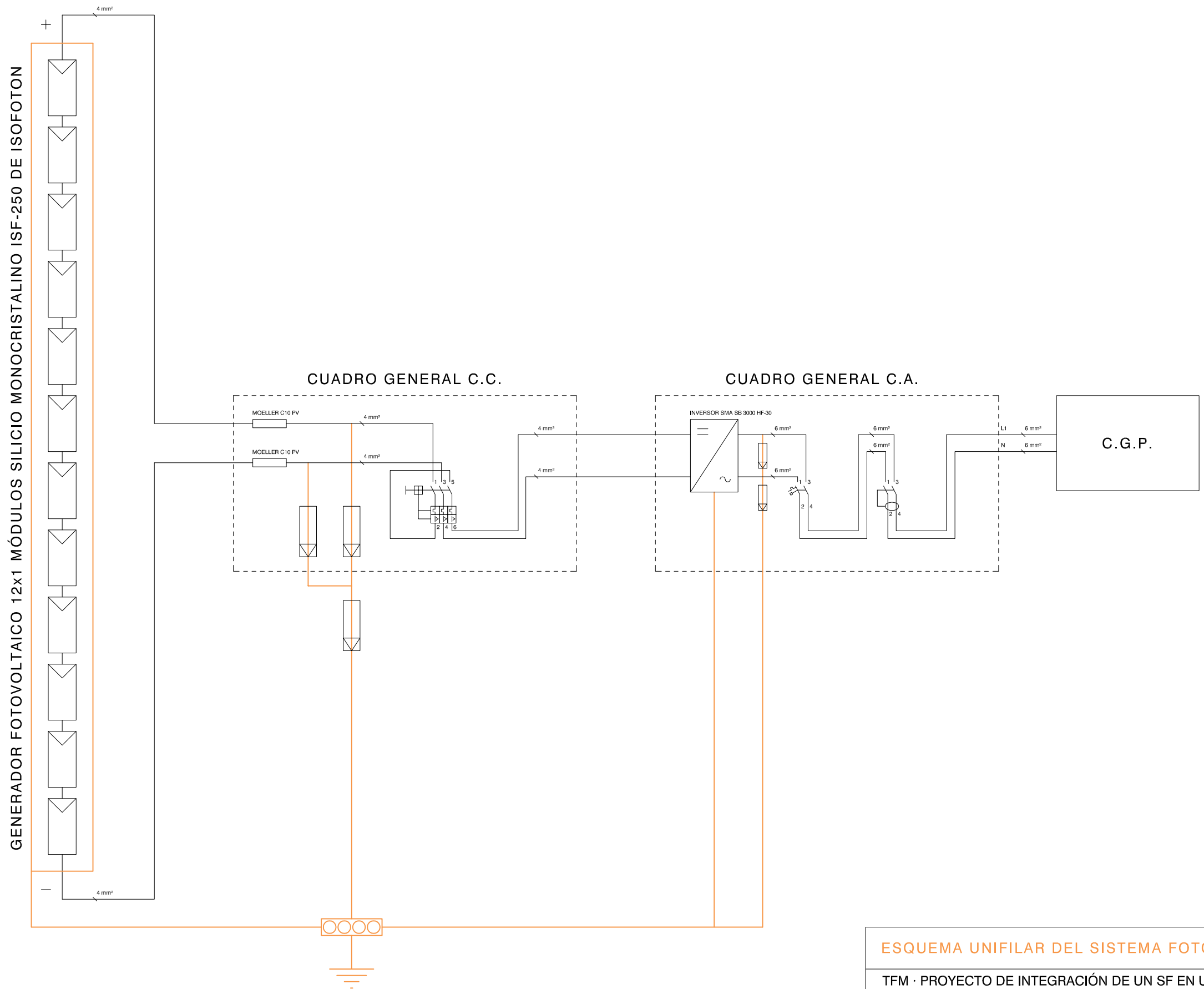
Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera

D6

ESCALA

1/20





<b>ESQUEMA UNIFILAR DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO</b>	<b>D7</b>
TFM · PROYECTO DE INTEGRACIÓN DE UN SF EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR YA CONSTRUIDA MASTER OFICIAL EN TECNOLOGÍA DE LOS SISTEMAS DE ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA (12/13)	
Alumno: José Luis Castillo Ramos · Tutor: Juan de la Casa Higuera	

## E PLIEGO DE CONDICIONES

### E.1 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES DE LA ENVOLVENTE

#### E.1.1 PLIEGO GENERAL. DISPOSICIONES GENERALES

El Pliego General de Condiciones tiene carácter supletorio del Pliego de Condiciones Técnicas Particulares del proyecto.

Ambos, como parte del proyecto arquitectónico tienen por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Arquitecto y al Aparejador o Arquitecto Técnico y a los laboratorios y entidades de Control de Calidad, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### E.1.2 PLIEGO GENERAL. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

EL PROMOTOR. Persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

EL PROYECTISTA. Encargado de redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

EL CONSTRUCTOR. Será quien ejecute la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.

EL DIRECTOR DE OBRA. Corresponderá a esta persona dirigir la obra coordinándola con el Proyecto de Ejecución, facilitando su interpretación técnica, económica y estética y coordinar, junto al Aparejador o Arquitecto Técnico, el programa de desarrollo de la obra y el Proyecto de Control de Calidad de la obra, con sujeción al Código Técnico de la Edificación y a las especificaciones del Proyecto.

EL DIRECTOR DE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA. Persona con título habilitante de Arquitecto Técnico la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.

EL COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD. El coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar la coordinación de la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, así como coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

DOCUMENTACIÓN FINAL. El Arquitecto, asistido por el Contratista y los técnicos que hubieren intervenido en la obra, redactarán la documentación final de las obras, que se facilitará a la Propiedad. Dicha documentación se adjuntará, al acta de recepción, con la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación. Esta documentación constituirá el Libro del Edificio, que ha de ser encargada por el promotor, será entregada a los usuarios finales del edificio.

### E.1.3 PLIEGO GENERAL. DISPOSICIONES ECONÓMICAS

Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

La propiedad, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

### E.1.4 PLIEGO PARTICULAR. PRESCRIPCIONES SOBRE MATERIALES

#### EPÍGRAFE 1º. CONDICIONES GENERALES

Los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción. Éstos podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección de las obras, bien entendido

que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción.

## EPÍGRAFE 2º. CONDICIONES QUE HAN DE CUMPLIR LOS MATERIALES

**ACERO LAMINADO.** Los perfiles vendrán con su correspondiente identificación de fábrica, con señales indelebles para evitar confusiones. No presentarán grietas, ovalizaciones, sopladuras ni mermas de sección superiores al 5%. El acero empleado en los perfiles de acero laminado será de los tipos establecidos en la norma UNE EN 10025, de productos laminados en caliente de acero no aleado para construcciones metálicas de uso general, y en UNE EN 10219-1:1998, relativa a secciones huecas de acero estructural conformadas en frío. En cualquier caso se tendrán en cuenta las especificaciones del artículo 4.2 del DB SE-A Seguridad Estructural Acero del CTE.

**MATERIALES DE CUBIERTA. IMPERMEABILIZANTES.** Las láminas impermeabilizantes podrán ser bituminosas, plásticas o de caucho. Las láminas y las imprimaciones deberán llevar una etiqueta identificativa indicando la clase de producto, el fabricante, las dimensiones y el peso por metro cuadrado. Dispondrán de Sello INCE-ENOR y de homologación MICT, o de un sello o certificación de conformidad incluida en el registro del CTE del Ministerio de la Vivienda.

**MATERIALES PARA FÁBRICA Y FORJADOS. FÁBRICA DE LADRILLO Y BLOQUE.** Las piezas utilizadas en la construcción de fábricas de ladrillo o bloque se ajustarán a lo estipulado en el artículo 4 del DB SEF Seguridad Estructural Fábrica, del CTE.

La resistencia normalizada a compresión mínima de las piezas será de 5 N/mm<sup>2</sup>. Los ladrillos serán de primera calidad según queda definido en la Norma NBE-RL /88. Las dimensiones de los ladrillos se medirán de acuerdo con la Norma UNE 7267. La resistencia a compresión de los ladrillos será como mínimo:

L. macizos = 100 Kg/cm<sup>2</sup>      L. perforados = 100 Kg/cm<sup>2</sup>      L. huecos = 50 Kg/cm<sup>2</sup>

**BALDOSAS Y LOSAS DE TERRAZO.** Se compondrán como mínimo de una capa de huella de hormigón o mortero de cemento, triturados de piedra o mármol, y, en general, colorantes y de una capa base de mortero menos rico y árido más grueso. Los áridos

estarán limpios y desprovistos de arcilla y materia orgánica. Los colorantes no serán orgánicos y se ajustarán a la Norma UNE 41060.

Las tolerancias en dimensiones serán:

- Para medidas superiores a diez centímetros, cinco décimas de milímetro en más o en menos. Para medidas de diez centímetros o menos tres décimas de milímetro en más o en menos.
- El espesor medido en distintos puntos de su contorno no variará en más de un milímetro y medio y no será inferior a los valores indicados a continuación. La variación máxima admisible en los ángulos medida sobre un arco de 20 cm. de radio será de más/menos medio milímetro, y la flecha mayor de una diagonal no sobrepasará el cuatro por mil de la longitud, en más o en menos.
- El coeficiente de absorción de agua determinado según la Norma UNE 7008 será menor o igual al quince por ciento.
- El ensayo de desgaste se efectuará según Norma UNE 7015, con un recorrido de 250 metros en húmedo y con arena como abrasivo; el desgaste máximo admisible será de cuatro milímetros y sin que aparezca la segunda capa tratándose de baldosas para interiores de tres milímetros en baldosas de aceras o destinadas a soportar tráfico.

PINTURA PLÁSTICA. Está compuesta por un vehículo formado por barniz adquirido y los pigmentos están constituidos de bióxido de titanio y colores resistentes.

SANEAMIENTO. BAJANTES. Las bajantes de aguas pluviales fecales serán de materiales plásticos que dispongan autorización de uso. No se admitirán bajantes de diámetro inferior a 12 cm. Todas las uniones entre tubos y piezas especiales se realizarán mediante uniones Gibault.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

- Normas: todos los materiales que se empleen en la instalación eléctrica, tanto de A.T. como de B.T., deberán cumplir las prescripciones técnicas que dictan las normas internacionales C.B.I., los reglamentos para instalaciones eléctricas actualmente en vigor, así como las normas técnico-prácticas de la Compañía Suministradora de Energía.



- Conductores de baja tensión: los conductores de los cables serán de cobre de nudo recocido normalmente con formación e hilo único hasta seis milímetros cuadrados. La cubierta será de policloruro de vinilo tratada convenientemente de forma que asegure mejor resistencia al frío, a la laceración, a la abrasión respecto al policloruro de vinilo normal. (PVC).
- La acción sucesiva del sol y de la humedad no deben provocar la más mínima alteración de la cubierta. El relleno que sirve para dar forma al cable aplicado por extrusión sobre las almas del cableado debe ser de material adecuado de manera que pueda ser fácilmente separado para la confección de los empalmes y terminales.
- Los cables denominados de "instalación" normalmente alojados en tubería protectora serán de cobre con aislamiento de PVC. La tensión de servicio será de 750 V y la tensión de ensayo de 2.000 V.
- La sección mínima que se utilizará en los cables destinados tanto a circuitos de alumbrado como de fuerza será de 1.5 m<sup>2</sup>.
- Los ensayos de tensión y de la resistencia de aislamiento se efectuarán con la tensión de prueba de 2.000 V. y de igual forma que en los cables anteriores.

#### E.1.5 PLIEGO PARTICULAR. EJECUCIÓN POR UNIDADES DE OBRA, y

#### E.1.6 VERIFICACIONES EN EL EDIFICIO TERMINADO. MANTENIMIENTO

FABRICACIÓN Y PUESTA EN OBRA DE HORMIGONES. En su confección y puesta en obra se cumplirán las prescripciones generales del Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08), del Ministerio de Fomento.

Como norma general no deberá transcurrir más de una hora entre la fabricación del hormigón, su puesta en obra y su compactación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro, quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia, distribuirlo con rastrillo, o hacerlo avanzar más de medio metro de los encofrados.

MORTEROS. Se fabricarán los tipos de morteros especificados en las unidades de obra, indicándose cuál ha de emplearse en cada caso para la ejecución de las distintas unidades de obra.

ESTRUCTURAS DE ACERO. Sistema estructural realizado con piezas de acero laminado.

- Condiciones previas: se dispondrá de zonas de acopio y manipulación adecuadas. Las piezas serán de las características descritas en el proyecto de ejecución. Se comprobará el trabajo de soldadura de las piezas compuestas realizadas en taller. Las piezas estarán protegidas contra la corrosión con pinturas adecuadas.

- Componentes: perfiles de acero laminado, conformados, chapas y pletinas, tornillos calibrados, tornillos de alta resistencia, tornillos ordinarios y roblones.

- Trazado de ejes de replanteo: se utilizarán calzos, apeos, pernos, sargentos y cualquier otro medio que asegure su estabilidad durante el montaje. Las piezas se cortarán con oxicorte o con sierra radial, permitiéndose el uso de cizallas para el corte de chapas. Los cortes no presentarán irregularidades ni rebabas. No se realizarán las uniones definitivas hasta haber comprobado la perfecta posición de las piezas. Los ejes de todas las piezas estarán en el mismo plano.

- Procedimientos de soldadura admitidos: soldeo eléctrico manual por arco descubierto con electrodo revestido, soldeo eléctrico automático por arco en atmósfera gaseosa, soldeo eléctrico automático por arco sumergido y soldeo eléctrico por resistencia. Se prohíbe todo enfriamiento anormal por excesivamente rápido de las soldaduras

- Medición: se medirá por Kg. de acero elaborado y montado en obra, incluidos despuntes. En cualquier caso se seguirán los criterios establecidos en las mediciones.

- Mantenimiento: cada tres años se realizará una inspección de la estructura para comprobar su estado de conservación y su protección antioxidante y contra el fuego.

ALBAÑILERÍA. FÁBRICA DE LADRILLO. Los ladrillos se colocarán según los aparejos presentados en el proyecto. Antes de colocarlos se humedecerán en agua. El humedecimiento deberá ser hecho inmediatamente antes de su empleo, debiendo estar sumergidos en agua 10 minutos al menos. Salvo especificaciones en contrario, el tendel debe tener un espesor de 10 mm.

Todas las hiladas deben quedar perfectamente horizontales y con la cara buena perfectamente plana, vertical y a plano con los demás elementos que deba coincidir. Para ello se hará uso de las miras necesarias, colocando la cuerda en las divisiones o marcas hechas en las miras. Los ladrillos se colocarán siempre "a restregón".

ALBAÑILERÍA. ENLUCIDO DE YESO BLANCO. Para los enlucidos se usarán únicamente yesos blancos de primera calidad. Inmediatamente de amasado se extenderá sobre el guarnecido de yeso hecho previamente, extendiéndolo con la llana y apretando fuertemente hasta que la superficie quede completamente lisa y fina. El espesor del enlucido será de 2 a 3 mm. Es fundamental que la mano de yeso se aplique inmediatamente después de amasado para evitar que el yeso este 'muerto'.

ENFOCADOS DE CEMENTO. Los enfoscados de cemento se harán con cemento de 550 kg. de cemento por m<sup>3</sup> de pasta, en paramentos exteriores y de 500 kg. de cemento por m<sup>3</sup> en paramentos interiores, empleándose arena de río o de barranco, lavada.

AISLAMIENTOS. Son sistemas constructivos y materiales que, debido a sus cualidades, se utilizan en las obras de edificación para conseguir aislamiento térmico, corrección acústica, absorción de radiaciones o amortiguación de vibraciones en cubiertas, terrazas, techos, forjados, muros, cerramientos verticales, cámaras de aire, falsos techos o conducciones, e incluso sustituyendo cámaras de aire y tabiquería interior.

SOLADOS. El solado debe formar una superficie totalmente plana y horizontal, con perfecta alineación de sus juntas en todas direcciones. Colocando una regla de 2 m de long. sobre el solado en una dirección; no deberán aparecer huecos mayores a 5 mm.

CARPINTERÍA METÁLICA. Para la construcción y montaje de elementos de carpintería metálica se observarán rigurosamente las indicaciones de los planos del proyecto. Todas las piezas de carpintería metálica deberán ser montadas, necesariamente, por la casa fabricante, siendo el suministrador el responsable del perfecto funcionamiento de todas y cada una de las piezas colocadas en obra.

## E.2 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

El Pliego de Condiciones Técnicas del sistema fotovoltaico recogerá condiciones relativas a los materiales y elementos mecánicos, eléctricos y electrónicos que componen la instalación (técnicas). Así mismo, incluirá las condiciones que tienen que ver con el contrato durante la ejecución del proyecto y su funcionamiento (económicas); y por último, las correspondientes a la normativa vigente y aplicable sobre el SFCR (administrativas / legales); que aseguren el éxito del sistema fotovoltaico proyectado.

El documento ha sido elaborado en base a las indicaciones que recoge el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red elaborado por el IDAE.

### E.2.1 OBJETO

En este documento se fijan los requisitos técnicos mínimos que tendrá que cumplir el SFCR integrado en la cubierta de esta vivienda previamente construida, de forma que se eviten errores y confusiones entre los técnicos competentes y los suministradores de productos para garantizar la calidad de la obra, e inexorablemente, su correcta integración, puesta en marcha, y producción de energía que beneficiará tanto al usuario como a la preservación del medio ambiente.

Este Pliego de Condiciones Técnicas (PCT) deberá justificar cualquier supuesto en el que no se adopten los patrones normales que determina el IDAE, de forma que no se efectúe una disminución del estándar de calidad que exige este organismo.

### E.2.2 GENERALIDADES

La elaboración de este Pliego únicamente afecta al sistema fotovoltaico conectado a red desarrollado en este proyecto. Será de aplicación para el mismo la normativa legal y administrativa vigente:

#### 1. Con carácter general:

Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión. En la red de continua del generador con tensiones  $\leq 1500$ , y en la red de alterna a la salida del inversor con tensiones  $\leq 1000$  V.

2. Como instalación fotovoltaica que se inscribiría en la producción de energía eléctrica en régimen especial, deberá cumplir en lo referente a su régimen jurídico y económico de esta actividad, y a las condiciones en las que se entrega la energía a la red de distribución pública:

Actualmente, el Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de Enero, procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.; afectando a los sistemas fotovoltaicos no inscritos en el registro de preasignación con posterioridad al 28 de Enero de 2012.

*Esto quiere decir que actualmente quedan invalidados los siguientes documentos:*

- *Real Decreto 661/2007, de 25 de Mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*
- *Real Decreto 1578/2008, de 26 de Septiembre, de retribución de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007.*

*Y del mismo modo, los siguientes también quedarán suspendidos por ahora:*

- *Real Decreto 1565/2010, de 19 de Noviembre, por el que se regulan y modifican aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.*
- *Real Decreto 14/2010, de 23 de Diciembre por el que se establecen medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.*
- *Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.*

*Se detalla también la normativa que absorbe o a la que se remiten algunos documentos:*

- *Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión; del que se extraen condiciones técnicas de cálculo y diseño para el CTE DB-HE-5, Apartado 3.2.*
- *Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de*



*instalaciones de energía eléctrica. A éste se remite el Anexo XI del Real Decreto 661/2007, con carácter general para el acceso y conexión de instalaciones en régimen especial.*

**3.** Respecto a la normativa técnica específica aplicable a estos sistemas fotovoltaicos:

Código Técnico de la Edificación, CTE DB-HE-5 Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica (Sección 5 del Documento Básico de Ahorro de Energía).

UNE-EN 61215:1997 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.

UNE 20460-7-712:2006 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV); que equivale a IEC 60364-7-712:2002.

UNE 20460-7-712:2006 Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 7-712: Reglas para las instalaciones y emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (PV). Equivalente IEC: 60364-7-712:2002.

UNE 206001:1997 EX Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.

UNE-EN 50380:2003 Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. (Versión oficial EN 50380:2003).

UNE-EN 50461:2007 Células solares. Información de la documentación técnica y datos del producto para células solares de silicio cristalino.

UNE-EN 60891:1994 Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino. (Versión oficial EN 60891:1994). Equivalente IEC: 891:1987+A1:1992.

UNE-EN 60904-1:1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: medida de la característica intensidad-tensión de los módulos fotovoltaicos. (Versión oficial EN 60904-1:1993). Equivalente IEC: 904-1:1987.

UNE-EN 60904-1:2007 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 1: Medida de la característica corriente-tensión de dispositivos fotovoltaicos. (Versión oficial EN 60904-1:2007). Equivalente IEC: 60904-1:2006.

UNE-EN 60904-2:1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: requisitos de células solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-2:1993). Equivalente IEC: 904-2:1989

UNE-EN 60904-2/A1:1998 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de células solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-2:1993/A1). Equivalente IEC: 60904-2:1989/A1:1998.

UNE-EN 60904-2:2008 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 2: Requisitos de dispositivos solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-2:2007). Equivalente IEC: 60904-2:2007.

UNE-EN 60904-3:1994 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 3: fundamentos de medida de dispositivos solares fotovoltaicos (FV) de uso terrestre con datos de irradiancia espectral de referencia. (Versión oficial EN 60904-3:1993). Equivalente IEC: 904-3:1989.

UNE-EN 60904-5:1996 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 5: Determinación de la temperatura de la célula equivalente (TCE) de dispositivos fotovoltaicos (FV) por el método de la tensión de circuito abierto. (Versión oficial EN 60904-5:1995). Equivalente IEC: 904-5:1993.

UNE-EN 60904-6:1997 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-6:1994). Equivalente IEC: 904-6:1994.

UNE-EN 60904-6/A1:1998 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 6: Requisitos para los módulos solares de referencia. (Versión oficial EN 60904-6:1994/A1:1998). Equivalente IEC: 60904-6:1994/A1:1998.

UNE-EN 60904-7:1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 7: Cálculo del error introducido por desacoplo espectral en las medidas de un dispositivo fotovoltaico. (Versión oficial EN 60904-7:1998). Equivalente IEC: 60904-7:1998.

UNE-EN 60904-8:1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 8: Medida de la respuesta espectral de un dispositivo fotovoltaico (FV). (Versión oficial EN 60904-8:1998). Equivalente IEC: 60904-8:1998.

UNE-EN 60904-10:1999 Dispositivos fotovoltaicos. Parte 10: Métodos de medida de la linealidad. (Versión oficial EN 60904-10:1998). Equivalente IEC: 60904-10:1998.

UNE-EN-61173:1998 Protección Contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía. Guía (Versión oficial EN 61173:1994). Equivalente IEC: 1173:1992.

UNE-EN 61215:2006 Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. (Versión oficial EN 61215:2005). Equivalente IEC: 61215:2005.

UNE-EN 61277:2000 Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía. (Versión oficial EN 61277:2005). Equivalente IEC: 61277:1995.

UNE-EN 61345:1999 Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV). (Versión oficial EN 61345:1998). Equivalente IEC: 61345:1998.

UNE-EN 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento. (Versión oficial EN 61683:2000). Equivalente IEC: 61683:1999

UNE-EN 61701:2000 Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV). (Versión oficial EN 61701:1999). Equivalente IEC: 61701:1995.

UNE-EN 61721:2000 Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto). (Versión oficial EN 61721:1999). Equivalente IEC: 61721:1995.

UNE-EN 61724:2000 Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis. (Versión oficial EN 61724:1998). Equivalente IEC: 61724:1998.

UNE-EN 61725:1998 Expresión analítica para los perfiles solares diarios. (Versión oficial EN 61725:1997). Equivalente IEC: 61725:1997.

UNE-EN 61727:1996 Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica. (Versión oficial EN 61727:1995). Equivalente IEC: 1727:1995.

UNE-EN 61730-1:2007 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 1: Requisitos de construcción. Equivalente IEC: 61730-1:2004, modificada.

UNE-EN 61730-2:2007 Cualificación de la seguridad de los módulos fotovoltaicos (FV). Parte 2: Requisitos para ensayos. Equivalente IEC: 61730-2:2004, modificada.

UNE-EN 61829:2000 Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V. Versión oficial EN 61829:1998). Equivalente IEC: 61829:1995.

UNE-EN 62093:2006 Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales (Versión oficial EN 61727:2005). Equivalente IEC: 62093:2005.

## E.2.3 DISEÑO

### E.2.3.1 Generador fotovoltaico

El GFV compuesto por 12 módulos de silicio monocristalino deberá cumplir lo enunciado anteriormente en el apartado “E.2.2 Generalidades” de este PCT, junto con lo dispuesto en “E.2.4.2 Sistemas generadores fotovoltaicos”.

Los módulos que componen el generador serán todos del mismo modelo: Módulo Monocristalino ISF-250 ( $P_{MOD,M,STC} = 250 \text{ Wp}$ ) de la compañía ISOFOTON. En caso contrario, deberá garantizarse la compatibilidad entre los distintos tipos. Si se utilizasen módulos no cualificados, deberá aportarse la documentación justificativa junto con pruebas y ensayos, debiendo ser aprobados por el IDAE.

En cuanto a la orientación e inclinación por sombras, el generador fotovoltaico propuesto deberá cumplir con pérdidas inferiores al límite destinado para Superposición, siendo del 20% por orientación e inclinación, 15% por sombras, y un límite total del 30% respecto a valores óptimos

*Tabla I*

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10%	10%	15%
Superposición	20%	15%	30%
Integración arquitectónica	40%	20%	50%

En el Anexo II del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE se incluyen métodos para el cálculo de dichas pérdidas, pudiendo utilizarlos el

IDAE para proceder a una verificación del resultado. Al existir varias filas de módulos, debemos calcular la distancia mínima entre éstas de acuerdo al Anexo III del PCT.

### E.2.3.2 Sistema de monitorización

El sistema de monitorización deberá disponerse fácilmente accesible al usuario (armario del interior del castillete), y deberá proporcionar, al menos, los siguientes datos:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red y potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los paneles, medida con un módulo o célula equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor para instalaciones mayores de 5 kWp.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación se harán conforme al documento "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants - Document A", Report EUR16338 EN (JRC-Ispra).

### E.2.3.3 Integración arquitectónica

En la Memoria de este TFM se especifican las condiciones de la construcción y de la instalación, y la descripción y justificación de las soluciones elegidas.

Las condiciones de la construcción se refieren al estudio de características urbanísticas, implicaciones en el diseño, actuaciones sobre la construcción, necesidad de realizar obras de reforma o ampliación, opciones estructurales, etc. que, desde el punto de vista del profesional competente en la edificación, requerirían su intervención.

Las condiciones de la instalación se refieren al impacto visual, la modificación de las condiciones de funcionamiento del edificio, la necesidad de habilitar nuevos espacios o ampliar el volumen construido, efectos sobre la estructura, etc.

En el desarrollo de la Memoria del Proyecto relativa a la concepción del edificio, se hace referencia a la integración del sistema fotovoltaico en el conjunto arquitectónico, sin que consten condicionantes urbanísticos que impidan su instalación.



## E.2.4 COMPONENTES Y MATERIALES

### E.2.4.1 Generalidades

Se asegurará en la instalación un mínimo grado de aislamiento eléctrico de tipo Básico Clase I en lo que respecta a módulos, inversor, conductores, cajas, armarios de conexión, excepto el cableado de corriente continua que tendrá el doble de aislamiento.

En todo caso, la calidad del suministro eléctrico estará garantizada en el conjunto de los elementos que componen el sistema. Así mismo, se garantizará un funcionamiento adecuado (sin averías) bajo los límites de seguridad, del mismo modo que se evitarán totalmente las condiciones de peligro para el personal de mantenimiento y explotación.

En este sentido, la seguridad se verá complementada con protecciones frente a sobrecargas, cortocircuitos y otros elementos de protección que determina la normativa legal vigente. Los elementos colocados a intemperie estarán protegidos contra la radiación solar, la humedad y otros agentes ambientales.

En la memoria del proyecto se encuentra la documentación y especificaciones de los componentes suministrados por cada fabricante. Además, cada elemento de la instalación presentará una etiqueta en Castellano, lengua oficial de la ubicación del sistema fotovoltaico.

### E.2.4.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

Los paneles del GFV cumplirán las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, estando cualificados por un laboratorio reconocido mediante certificado oficial. Estos estarán identificados mediante el nombre o logotipo del fabricante, modelo, y una identificación individual o número de serie en relación a la fecha de fabricación.

Un módulo aceptable tendrá una potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar comprendidas en el 10 % de sus valores nominales. Será muy valorada una alta eficiencia de las células solares.

Serán rechazados todos los módulos que presenten defectos de fabricación (roturas, manchas, etc.) o falta de alineación o burbujas en el encapsulante.

El material los marcos del módulo será aluminio o acero inoxidable, estando la estructura del GFV debidamente conectada a tierra.

Los paneles dispondrán de diodos de derivación con el fin de evitar la avería de sus células y circuitos por sombreado parcial, con un grado de protección IP65.

El generador contará con elementos de seguridad (interruptores y fusibles, entre otros) para poder desconectar la instalación total o parcialmente para facilitar el mantenimiento.

#### E.2.4.3 Estructura soporte

La estructura de fijación de los doce módulos del GFV cumplirá lo enunciado en este apartado. Además, cumplirán todo lo que el Código Técnico de la Edificación demande sobre este tipo de estructuras metálicas.

Ésta resistirá, con los módulos instalados, la sobrecarga de viento y nieve que le exija el Documento Básico de Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación, CTE-DB-SE-AE.

La estructura deberá ajustarse a las dilataciones térmicas que el edificio le imponga, sin perjuicio a la integridad de los paneles fotovoltaicos. Los arriostramientos a la estructura de la cubierta serán suficientes en número, teniendo en cuenta los esfuerzos que resistirá la estructura, las luces entre apoyos y el área del mismo, de manera que los módulos no sufran flexiones por encima de los límites admisibles que indique el fabricante ISOFOTON y los métodos estructurales homologados para el módulo ISF-250 en concreto.

El diseño de esta subestructura metálica deberá ir acorde a la inclinación y orientación para la que se calcule el GFV, junto con la posibilidad de instalarse a base de piezas que permitan un fácil mantenimiento, y realizar labores de montaje y desmontaje si fuera necesario.

La superficie de la estructura deberá estar protegida frente a agentes ambientales que puedan debilitarla, y ésta protección deberá aplicarse después de realizarle las adaptaciones necesarias a los perfiles para su montaje. Así mismo, la tornillería será de acero inoxidable para la fijación de los módulos, y el resto, galvanizados.

Al estar constituida por perfiles de acero conformados en frío, cumplirán la norma UNE-ENV 1090-2:1999 de ejecución de estructuras de acero (parte 2: reglas suplementarias para chapas y piezas delgadas conformadas en frío), para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

#### E.2.4.4 Inversores

El inversor utilizado, Sunny Boy de SMA Ibérica, tendrá una adecuada conexión a la red, con una potencia de entrada variable que permitirá extraer la máxima potencia del GFV en todo momento. Será un inversor autoconmutado, funcionará con fuente de corriente y sin modo aislado o isla, y dispondrá de un seguimiento automático del PMP.

El fabricante deberá certificar el cumplimiento de las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protecciones en el inversor frente a cortocircuitos en alterna, tensión de red fuera de rango, frecuencia de red fuera de rango, sobretensiones (varistores o similares) y, perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor dispone de señalización de operaciones e incorpora tecnología de control automático que garantizará un correcto uso y supervisión. Estos controles serán: encendido-apagado general del inversor y conexión-desconexión del inversor a CA.

Respecto a sus características eléctricas, el inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM. Además soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM en periodos de hasta 10 s. En modo nocturno, el autoconsumo del inversor será inferior al 0,5 % de su  $P_{NOM}$ .

Por otro lado, los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW. Cuando la potencia del Inversor supere el 10 % de su potencia nominal, deberá inyectar la energía en la red. El factor de potencia de la potencia generada tendrá que ser superior a 0,95 (entre 25 - 100 % de la  $P_{NOM}$ ).

El inversor Sunny Boy tendrá un grado de protección mínima IP 30 al situarse en el armario en el interior del castillete y ser un lugar accesible. Su operación está garantizada entre 0 – 40 °C de temperatura y 0 – 85 % de humedad relativa.

#### E.2.4.5 Cableado

El cableado positivo y negativo se conducirá por separado, protegidos según dicta la normativa vigente. Sus conductores serán de cobre, con la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

En CC, la caída de tensión será inferior al 1,5 %, y en CA del 2 %, siempre teniendo como referencia las tensiones en las cajas de conexiones. Se tendrá cuidado en el trazado de acuerdo al tránsito de los operarios por la instalación. El cableado de CC tendrá doble aislamiento, adecuado a su uso en intemperie, de acuerdo con la norma UNE 21123.

#### E.2.4.6 Conexión a red

La conexión de este SFCR a la red de baja tensión debe cumplir el Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

#### E.2.4.7 Medidas

La instalación deberá cumplir con el capítulo IV del Real Decreto 1699/2011, de 18 de Noviembre, sobre el procedimiento de medida y facturación.

#### E.2.4.8 Protecciones

El SFCR deberá cumplir con el artículo 14, de protecciones, del Real Decreto 1699/2011.

#### E.2.4.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

La instalación cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del Real Decreto 1699/2011, sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes.

#### E.2.4.10 Armónicos y compatibilidad electromagnética

La instalación cumplirá lo dispuesto en el artículo 16 del Real Decreto 1699/2011, sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### E.2.5 RECEPCIÓN Y PRUEBAS

El personal que realice la instalación del SFCR deberá entregar al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación, debidamente firmado por las partes, conservando cada una un ejemplar. Deberá estar redactado en Castellano, lengua oficial de la ubicación donde se encuentra la instalación.

Las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantarán acta que se adjuntará con los correspondientes certificados de calidad, se realizarán antes de la puesta en servicio de los elementos principales: módulos, inversores, contadores, etc.

Las pruebas que realizará el instalador son las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad, alarma, y su actuación, excepto las pruebas del interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

Tras las pruebas y puesta en marcha, se iniciará la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmara hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

- Entrega de la documentación requerida en este pliego.
- Retirada de obra del material sobrante.



- Limpieza de las zonas ocupadas y transporte de los desechos a un vertedero.

La responsabilidad de la operación del sistema fotovoltaico recaerá, en este periodo, en el suministrador, quien deberá adiestrar al personal de operación.

Los elementos suministrados, y la instalación en general, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

El instalador estará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cuanto a vicios ocultos, este se atenderá a lo que dicte la normativa legal vigente.

## E.2.6 REQUERIMIENTOS TÉCNICOS DEL CONTRATO DE MANTENIMIENTO

### E.2.6.1 Generalidades

El contrato de mantenimiento preventivo y correctivo será de una duración mínima de tres años, e incluirá los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los fabricantes.

### E.2.6.2 Programa de mantenimiento

En este punto, se van a definir las condiciones generales mínimas a seguir para un adecuado mantenimiento del SFCR. Tendremos dos grados de actuación: mantenimiento preventivo y mantenimiento correctivo.

El Plan de Mantenimiento Preventivo contendrá inspecciones visuales, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Por otro lado, el Plan de Mantenimiento Correctivo se compone de operaciones de sustitución para asegurar que el sistema funcionará correctamente en su vida útil. Éste incluirá la visita a la instalación en los plazos indicados anteriormente o cuando el usuario lo requiera por avería grave en ésta, la elaboración del presupuesto de los

trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación, sabiendo que los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. A su vez, podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del periodo de garantía.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita, al ser una instalación de potencia menor de 5 kWp, en la que se comprobarán las protecciones eléctricas, el estado de los módulos y sus conexiones respecto al proyecto original; el funcionamiento, señalizaciones y alarmas del inversor y, el estado mecánico de cables y terminales, pletinas, transformadores, ventiladores-extractores, uniones, reaprietes.

El personal técnico cualificado se encargará del mantenimiento bajo la responsabilidad de la empresa que instaló dicho SFCR. Se realizará un informe técnico de visita, donde se reflejará el estado de las instalaciones y las incidencias que hayan podido suceder. Así mismo, se hará un registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en el Libro de Mantenimiento, en el que constara la identificación del personal de mantenimiento con su nombre, titulación y autorización de la compañía instaladora.

### E.2.6.3 Garantías

La instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones, sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros.

Ésta garantía se concede al comprador de la instalación, debiendo adquirir un certificado de garantía con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

El suministrador garantizará la instalación durante un periodo mínimo de tres años para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

La garantía comprende la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, así como la mano de obra empleada en la reparación o reposición durante el plazo de vigencia de la garantía. Estarán incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de

vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

Si en un plazo razonable el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si éste no cumpliera con sus obligaciones en el plazo marcado finalmente, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.

Además, la garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque solo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

En caso de que el usuario detectase algún defecto de funcionamiento en la instalación, lo comunicara al suministrador, y cuando éste considere que es un defecto de fabricación de algún componente, lo comunicará al fabricante. El suministrador deberá atender la incidencia en un plazo máximo de una semana, y la resolución de la avería se realizara en un tiempo máximo de quince días, salvo causas de fuerza mayor justificadas.

Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y cargo del suministrador. Éste realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a quince días naturales.

## F PRESUPUESTO

Proyecto Integración de un SF en una vivienda unifamiliar ya construida

Dirección Calle Macizo del Humo. 29016 Málaga

Fecha 02.11.2013 (validez: noventa días)

### F.1 REDACCIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
PROYECTO ARQUITECTURA	1	800 €	8 %	736 €	736 €
PROYECTO INGENIERIA SF	1	250 €	8 %	230 €	230 €
Redacción y tramitación de ambos procedimientos.					966 €

### F.2 EJECUCIÓN DE LA NUEVA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
NIVELACIÓN CUBIERTA	5,6 m <sup>3</sup>	50,44 €/m <sup>3</sup>	5 %	47,92 €/m <sup>3</sup>	268,35 €
ESTRUCTURA DE ACERO	1087,5 Kg	0,83 €/Kg	5 %	0,78 €/Kg	848,25 €
FÁB. LADRILLO PERFORADO	1,50 mu	93 €/mu	5 %	88,35 €/mu	132,53 €
CARPINTERÍA DE ALUMINIO	26,36 m <sup>2</sup>	60 €/m <sup>2</sup>	5 %	57 €/m <sup>2</sup>	1502,52 €
TABLEROS DE MADERA / AISL	52 m <sup>2</sup>	42 €/m <sup>2</sup>	5 %	39,90 €/m <sup>2</sup>	199,50 €
CHAPA GALVANIZADA CANAL	36 m <sup>2</sup>	5,84 €/m <sup>2</sup>	5 %	5,55 €/m <sup>2</sup>	199,80 €
RED INSTALAC. ELÉCTRICA	47 m <sup>2</sup>	20 €/m <sup>2</sup>	5 %	19 €/m <sup>2</sup>	893 €
AISLAMIENTO TÉRM. / ACUST.	83,45 m <sup>2</sup>	22 €/m <sup>2</sup>	5 %	20,90 €/m <sup>2</sup>	1744,11 €
IMPERMEABILIZACIÓN	83,45 m <sup>2</sup>	5,82 €/m <sup>2</sup>	5 %	5,53 €/m <sup>2</sup>	461,48 €
ACABADOS	56 m <sup>2</sup>	90,35 €/m <sup>2</sup>	5 %	85,83 €/m <sup>2</sup>	4806,48 €
FALSO TECHO	47 m <sup>2</sup>	3,15 €/m <sup>2</sup>	5 %	3 €/m <sup>2</sup>	141 €

Intervención en la cubierta transitable de la azotea y ejecución de la estructura y cerramientos de la nueva envolvente en último nivel de este edificio.	11197,02 €
---	------------

### F.3 ESTRUCTURA DE FIJACIÓN DE PANELES

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
SISTEMA ISOTOP. SCHLETTER	27 m	30 €/m	5 %	28,5 €/m	769,50 €
Subestructura soporte con inclinación 30° formada por perfiles de aluminio.					769,50 €

### F.4 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS DE SILICIO MONOCRISTALINO

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
MÓDULO ISF-250 (ISOFOTON)	12	220,40 €	5 %	209,38 €	2512,56 €
Vidrio de alta transmisividad, microestructurado y templado de 3,2 mm. Caja de conexión 1x IP-65, con 3 diodos de bypass. Certificados: CE, IEC-61215, IEC-61730, UL.					2512,56 €

### F.5 INVERSOR FOTOVOLTAICO

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
SMA SB 3000 HF-30	1	1752,51 €	2 %	1717,46 €	1717,46 €
Inversor de conexión a red de 3.000W de potencia nominal, modelo Sunny Boy 3000HF-30 de SMA.					1717,46 €

### F.6 CUADROS GENERALES, PROTECCIONES Y CABLEADO

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
CUADRO GENERAL C.C.	1	580 €	2 %	568,40 €	568,40 €



Caja con bisagras IP-65 entrada/salida, interruptor de corte, 2 fusibles para 16 A 900 V Moeller C10 PV, seleccionador magnetotérmico 37,5 A 900 V Moeller PKZ SOL 20, zócalo tripolares C.C. para inserción cartuchos protección sobretensión, cartuchos unipolares protección contra sobretensiones. Incluye cableado y conexión.					
CUADRO GENERAL C.A.	1	237,50 €	2 %	232,75 €	232,75 €
Caja con bisagras IP-65 entrada/salida, interruptor automático magnetotérmico Legrand TX 32C, interruptor automático diferencial Legrand TX3 30 mA. Incluye cableado y conexión.					
CONDUCTOR SECCIÓN 4 mm <sup>2</sup>	40 m	0,70 €/m	2 %	0,69 €/m	27,44 €
Cable 1x 4 mm <sup>2</sup> , aislam. RV-1 kV en sist. monofásico. Incluye sist. de fijación y conexionado.					
CONDUCTOR SECCIÓN 6 mm <sup>2</sup>	6 m	1,10 €/m	2 %	1,08 €/m	6,48 €
Cable 1x 6 mm <sup>2</sup> , aislam. RV-1 kV en sist. monofásico. Incluye sist. de fijación y conexionado.					
					835,07 €

## F.7 INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
INSTALACIÓN	20 h	25 €/h	8 %	23 €/h	460 €
Instalación y puesta en marcha del sistema fotovoltaico conectado a red.					460 €

## F.8 MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED

DESCRIPCIÓN	NÚM.	PRECIO	% DTO.	PRECIO DTO.	SUBTOTAL
INGECON EMS MANAGER	1	408,50 €	2 %	400,33 €	400,33 €
Gestión del encendido-apagado de cargas y producción energética.					400,33 €

## RESUMEN DEL PRESUPUESTO

F.1 REDACCIÓN DEL PROYECTO	966,00 €
F.2 EJECUCIÓN DE LA NUEVA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA	11197,02 €
F.3 ESTRUCTURA DE FIJACIÓN DE PANELES	769,50 €
F.4 MODULOS FOTOVOLTAICOS DE SILICIO MONOCRISTALINO	2512,56 €
F.5 INVERSOR FOTOVOLTAICO	1717,46 €
F.6 CUADROS GENERALES, PROTECCIONES Y CABLEADO	835,07 €
F.7 INSTALACIÓN Y PUESTA EN MARCHA	460,00 €
F.8 MONITORIZACIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO CONECTADO A RED	400,33 €
TOTAL BRUTO	18857,94 €
IMPUESTO SOBRE EL VALOR AÑADIDO (21 % I.V.A.)	3960,17 €
TOTAL	22818,11 €

Este documento deberá ir firmado por la Dirección Facultativa y el cliente.