

Universidad Miguel Hernández de Elche

**Máster Universitario
En Energía Solar y Renovables**



**PROYECTO AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27 kWp
SIN VERTIDO A RED**

TRABAJO FIN DE MASTER

2016/2017

**AUTOR: JAVIER NAVARRO TORRES
DIRECTOR: JUAN CARLOS FERRER**

ÍNDICE

1.	MEMORIA DESCRIPTIVA	
1.1.	Resumen de características	
1.2.	Consideraciones generales	
1.3.	Antecedentes	
1.4.	Objeto del proyecto	
1.5.	Datos del titular de la instalación	
1.6.	Ubicación	
1.7.	Elementos principales que configuran la instalación	
1.7.1.	Módulos fotovoltaicos	
1.7.1.1.	Composición del módulo	
1.7.1.2.	Campo solar	
1.7.2.	Sistemas de fijación a cubierta	
1.7.2.1.	Descripción	
1.7.3.	Inversores de conexión a red	
1.8.	Cálculo energético	
1.8.1.	Energía generada	
1.8.2.	Influencia de la temperatura	
1.8.3.	Rendimiento de la instalación	
1.8.4.	Módulos de Silicio Policristalino	
1.9.	Normativas y ordenanzas de aplicación	
1.10.	Descripción general del sistema	
1.10.1.	Potencia prevista de la instalación	
1.10.2.	Módulos del campo fotovoltaico	
1.10.3.	Distribución de la planta solar	
1.10.4.	Descripción general de la instalación eléctrica	
1.10.5.	Circuito de continua	
1.10.6.	Acondicionamiento de potencia	
1.10.7.	Circuito de alterna	
1.10.8.	Líneas de distribución y canalizaciones	
1.10.8.1.	Líneas de vertido de generación fotovoltaica	
1.10.9.	Línea de Conexión a Tierra de la planta solar	
1.10.10.	Protecciones y contador	
1.10.11.	Cuadro de Control para No Vertido a la Red	
1.11.	Garantía	
2.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	
2.1.	Cálculos justificativos de la instalación eléctrica	
2.1.1.	Datos de partida de la instalación	
2.1.2.	Fórmulas utilizadas	

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

2.1.3.	Sección de cable	
2.1.3.1.	Secciones de la parte de continua	
2.1.3.2.	Secciones de la parte de alterna	
2.1.3.3.	Secciones de las tomas de tierra	
2.1.4.	Justificación de protecciones del sistema	
2.2.	Cálculos mecánicos	
2.2.1.	Evaluación de Cargas	
2.2.1.1.	Objeto	
2.2.1.2.	Datos de la estructura	
2.2.2.	Evaluación de las Acciones	
2.2.2.1.	Acciones permanentes	
2.2.2.2.	Acciones variables	
2.2.2.2.1.	Sobrecarga de nieve	
2.2.2.2.2.	Sobrecarga de viento	
2.2.2.2.3.	Sobrecarga de uso	
2.2.2.3.	Resumen de las acciones	
2.2.3.	Estructura soporte	
2.2.4.	Estructura secundaria de cubierta	
2.2.5.	Estructura principal de cubierta	
2.2.6.	Conclusión	
3.	PLIEGO DE CONDICIONES	
3.1.	Objeto	
3.2.	Condiciones Generales	
3.3.	Condiciones Facultativas Legales	
3.4.	Seguridad en el trabajo	
3.5.	Seguridad Pública	
3.6.	Datos de la obra	
3.7.	Replanteo	
3.8.	Recepción del material	
3.9.	Organización	
3.10.	Facilidades para la inspección	
3.11.	Canalizaciones eléctricas	
3.12.	Identificación de las instalaciones	
3.13.	Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica	
3.14.	Cajas de empalme	
3.15.	Líneas de distribución y canalización	
3.16.	Interruptores automáticos	
3.17.	Fusibles	
3.18.	Interruptores diferenciales	
3.19.	Equipos de medida	
3.20.	Línea de la puesta a tierra	
3.20.1.	Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas	
3.21.	Inspecciones y pruebas en fábrica	
3.22.	Medidas auxiliares	
3.23.	Ejecución de las obras	
3.24.	Subcontratación de las obras	
3.25.	Plazo de la ejecución	

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

3.26.	Recepción provisional	
3.27.	Mantenimiento	
4.	PRESUPUESTO	
4.1.	Presupuesto instalación solar de 27 kW	
4.2.	Desglose presupuesto por partidas	
4.2.1.	Paneles solares	
4.2.2.	Estructuras soporte	
4.2.3.	Inversores	
4.2.4.	Instalación eléctrica	
4.2.5.	Cuadro de maniobra para no vertido a red	
4.2.6.	Proyectos, visados, legalización instalación	
5.	PLANOS	
5.1.	Situación	
5.2.	Emplazamiento	
5.3.	Distribución módulos en cubierta	
5.4.	Detalle estructura de sujeción	
5.5.	Esquema unifilar de la instalación	
5.6.	Esquema unifilar maniobra de desconexión	
	ANEXO	
	Estudio Gestión de Residuos	

1.- MEMORIA DESCRIPTIVA



1.1. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS.

TITULAR: INGENIERA JAEN S.L.
Pol. Ind. Faima C/ Elda, 1
03330 CREVILLEN (Alicante)
C.I.F.: A46152336

TÉRMINO MUNICIPAL: CREVILLEN (Alicante)

SITUACIÓN: C/ FÁBRICA DE LA LUZ, 40
03680 ASPE (Alicante)

POTENCIA PREVISTA: 27.600 W (27.000 Wp).

CAMPO FOTOVOLTAICO: Compuesto por 108 módulos de Silicio Cristalino marca Suntech, modelo STP250S-20/Wd.

INVERSORES: Un inversor trifásico, marca ABB, de 27,6 kW nominales.

ESTRUCTURA SUJECCIÓN MÓDULOS: Estará constituida por perfiles conformados en frío de acero al carbono S275JR, con tratamiento superficial galvanizado, para prevenir la corrosión. Con agarre de colocación en obra sobre cubierta existente mediante tornillos autorroscantes a correas metálicas de la estructura.

PUNTO DE CONEXIÓN: En instalación interior en Cuadro de Protección y Mando del suministro.

MÉTODO DE NO VERTIDO A RED: Mediante un Dispositivo Básico de Monitorización, con control de corrientes desde un Analizador de Redes y salidas de regulación a inversores. De forma que se garantiza la no inyección de corriente a red. Quedando Certificado por la empresa proveedora Green Power Monitor.

CONTRATO DE MANTENIMIENTO: A realizar por empresa instaladora.

PRESUPUESTO: 10.150,00 € (sin IVA).

1.2. CONSIDERACIONES GENERALES.

Un sistema fotovoltaico de Autoconsumo se puede definir como un sistema de generación fotovoltaica que alimenta los consumos eléctricos de un suministro. Pudiendo tanto trabajar en paralelo con la red de la Compañía Eléctrica como complementariamente a ésta. Es decir, los dos sistemas de generación pueden llegar a estar conectados entre sí, de forma que ambos suministran electricidad a los consumos, o bien éstos se pueden alimentar de una u otra fuente según sean las necesidades.

En un sistema de Autoconsumo Sin Vertido a Red, además existe un sistema de monitorización permanente, de forma que cuando se rebasa cierto nivel de producción respecto a los consumos, actúa sobre la generación desconectándola antes de que ésta alimente a la Red Eléctrica de Distribución. De forma que la instalación nunca vierte corriente, y por tanto, nunca afecta directamente a la Red Eléctrica.

La normativa actual permite dicho tipo de instalaciones quedando reguladas en el marco del R.E.B.T. en su ITC-BT 40, punto 4.2. Asistidas y 4.3. Interconectadas, y con el R.D. 900/2015.

1.3. ANTECEDENTES.

Conscientes de la necesidad actual de conseguir fuentes energéticas alternativas que permitan sostener el desarrollo alcanzado en nuestras sociedades, así como preservar el medio ambiente en el que nos apoyamos, la mercantil Electricidad Jaen, S.L. en su sede de Aspe (Alicante), ha decidido autoabastecerse mediante generación fotovoltaica, de forma que en la medida de lo posible sus consumos eléctricos son generados en el propio emplazamiento, reduciendo la dependencia de la generación externa. Convirtiéndose en autoprodutor de energía eléctrica fotovoltaica.

Para ello, en la cubierta de la nave industrial donde se ubica, junto a una instalación fotovoltaica ya existente de conexión a red, se instalarán los módulos fotovoltaicos de generación eléctrica. Configurando el campo solar, produciendo la corriente a partir de la luz del sol. Esperando obtener beneficios tanto medioambientales, ahorrando emisión de gases contaminantes y causantes del efecto invernadero, así como de ahorro económico al reducir la dependencia del suministro externo.

En el presente trabajo se incluye la descripción detallada de todos los elementos que componen la instalación, así como una justificación de las

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

soluciones adoptadas. Incluyendo planos y esquemas necesarios para su montaje y puesta en marcha.

1.4. OBJETO DEL PROYECTO.

El presente proyecto tiene por objeto la descripción y estudio de la instalación solar fotovoltaica fija sobre cubierta, que se pretende instalar en el techo de la nave indicada. Definiendo sus características técnicas y condiciones de seguridad con el fin de solicitar de los Organismos competentes la autorización reglamentaria para su completa legalización.

Así como para cualesquiera otras autorizaciones sean necesarias.

1.5. DATOS DEL TITULAR DE LA INSTALACIÓN.

Titular: ELECTRICIDAD JAEN, S.L.

C.I.F: B53964326

Domicilio Social: POL. IND. FAIMA
C/ ELDA, 1
03330 CREVILLENT (Alicante)

1.6. UBICACIÓN.

La ubicación de la instalación está prevista en la cubierta de la nave en POL. IND. TRES HERMANAS C/ FÁBRICA DE LA LUZ, 40 03680 ASPE (Alicante).

Coordenadas UTMS: X 694724
Y 4243861

Referencia Catastral: 4843908XH9444S0002MA

1.7. ELEMENTOS PRINCIPALES QUE CONFIGURAN LA INSTALACIÓN.

Los componentes que configuran la instalación, definiendo las características de la misma, y cuya descripción se realiza a continuación son los siguientes:

- Tipos de módulos que componen el sistema fotovoltaico.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

- Sistema de fijación a cubierta.
- Inversor de conversión de continua a alterna, y conexión a la red interior.
- Instalación eléctrica.
- Sistema de monitorización para desconexión en caso de vertido a red.

Tras examinar las posibilidades de la cubierta existente, en cuanto a superficie, inclinación y orientación, se considera que es posible realizar una instalación de un sistema solar fotovoltaico de 27 kWp, 27,6 kW nominales de producción.

Dicha potencia se consigue con un total de 108 módulos de tecnología fotovoltaica de silicio cristalino, que conectan con un único inversor trifásico. Configurando el total de la instalación solar fotovoltaica que en los siguientes apartados se detalla.

1.7.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

El panel fotovoltaico seleccionado para esta planta es el SUNTECH STP250S-20/Wd de 250 Wp, está fabricado con silicio monocristalino, tedlar blanco, cristal templado resistente a los agentes climatológicos, y un bastidor de aluminio anodizado.

Desde el vidrio frontal hasta la caja de conexiones todos los componentes han sido optimizados en orden a maximizar la fiabilidad, el rendimiento y el manejo en el montaje.

Cumple con IEC 61215 y Clase II, sus características técnicas son las siguientes:

Características físicas

Altura	1.665 mm
Ancho	991 mm
Espesor	50 mm
Peso	19,8 kg

Características eléctricas

Potencia pico (P _{máx})	250 Wp
Corriente cortocircuito (I _{sc})	8,63 A
Tensión circuito abierto (V _{oc})	37,4 V
Corriente máxima potencia (I _{max})	8,15 A
Tensión máxima potencia (V _{max})	30,7 V
Límite de Corriente Inversa	20 A

1.7.1.2.1. Composición de los módulos.

Cada módulo está formado por un cristal de alto nivel de transmitividad. Las células se encuentran cubiertas por uno de los mejores encapsulantes utilizados en la fabricación de los módulos, el etil-vinilo-acetato modificado (EVA). La lámina posterior consta de varias capas, cada una con una función específica, ya sea adhesión, aislamiento eléctrico, o aislamiento frente a las inclemencias meteorológicas. Además, el marco está fabricado con aluminio.

1.7.1.2.2. Campo solar.

Los 108 paneles están interconectados configurando un total de 6 series, con las siguientes características:

Tipo de serie	Nº de módulos en serie	V_{oc} -10°C V	V_{mpp} 65°C V	I_{sc} 25 °C A	I_{mpp} 25° C A
1	18	753	477	8,63	8,15

Los módulos fotovoltaicos se cablearán con el denominado cable RV-K, de doble envolvente y para uso en exterior. Para el cálculo de la sección a utilizar se empleará el criterio de caída de tensión inferior al 1% referenciada a la tensión de trabajo en MPP a 50°C de célula.

Los conductores de los circuitos de continua se tenderán desde las estructuras de soporte de módulos hasta la ubicación de los inversores, agrupados en cubierta por bandeja o tubo metálico galvanizado en caliente, y en interior se conducirán por bandeja o canal de PVC, con tapa.

Cada serie se cableará de forma independiente hasta su conexionado en los inversores.

1.7.2. INVERSOR DE CONEXIÓN A RED.

Se ha seleccionado:

Un inversor de conexión a red de la marca ABB, modelo TRIO 27.6 TL OUTD, con una potencia nominal de 27,6 kW.

Dicho inversor cumple con las normativas establecidas en el Real Decreto 900/2015, de 9 de noviembre, por el cual se regula la conexión a red de instalaciones de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

Esto implica, y así se recoge en los certificados emitidos por el fabricante, que son adecuados para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sea capaz de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo del día.

Asimismo, entre sus características básicas se encuentran las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autocommutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador (las siglas MPP en inglés).
- No funciona en isla, o modo aislado.
- Certificación de directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica.
- Certificación de directivas comunitarias de Compatibilidad Electromagnética.
- Protección contra cortocircuitos en alterna.
- Desconexión con tensión de red fuera de rango.
- Desconexión a frecuencia de red fuera de rango.
- Protección contra sobretensiones.
- Protección contra perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.
- Vigilante de aislamiento del lado CC.
- Relé de actuación en caso de fallo de aislamiento del lado CC.
- Con separación galvánica o sistema equivalente.
- Software de monitorización para PC.

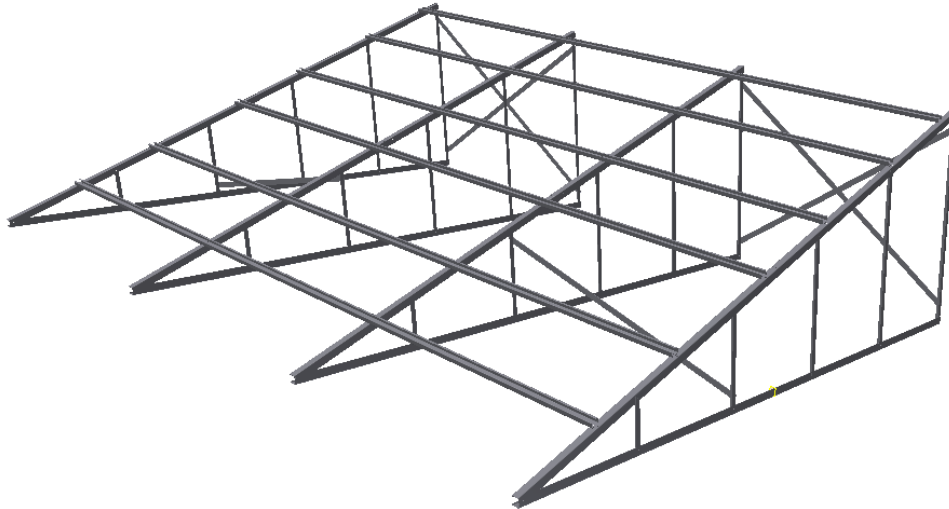
Cuenta con un grado de protección IP65.

Cumplen también con los condicionantes de eficiencia, al superar el 98,2 % de potencia del generador fotovoltaico.

El autoconsumo en modo nocturno es inferior a 8 W, menor al 0,5 % de la potencia nominal, que sería 13,8 W.

1.7.3. SISTEMAS DE FIJACIÓN A CUBIERTA.

Los módulos irán montados sobre una estructura soporte que estará constituida por perfiles conformados en frío de acero al carbono S275JR, con tratamiento superficial galvanizado, para prevenir la corrosión.



La totalidad de los 108 paneles, se distribuirán en 6 grupos estructurales como el mostrado en la imagen superior; a razón de 18 paneles fotovoltaicos por grupo. Haciendo coincidir de esta forma la organización mecánica de éstos, con las series eléctricas.

Dado que se trata de perfiles conformados en frío, con un espesor de 2 mm y tratamiento superficial de galvanizado, se han seguido las prescripciones establecidas para ese tipo de perfiles y materiales en el CTE DB SE-A, así como en la instrucción de acero estructural EAE.

Por otra parte, la sujeción de la subestructura a la cubierta se va a realizar mediante tornillos auto-taladrantes, de diámetro 6,3 mm, paso 2 mm.

Para el caso tratado, las agrupaciones, se sujetarán a la estructura principal de la nave al menos, mediante 30 tornillos.

La estructura, además de soportar las placas, tiene la función de orientar los paneles fotovoltaicos, la estructura permitirá la orientación de los paneles en la misma dirección que la nave. En este caso concreto a 29° dirección levante. Por otro lado, la inclinación será de 30° respecto a la horizontal, siendo ésta la óptima.

1.8. CÁLCULO ENERGÉTICO.

1.8.1. ENERGÍA GENERADA.

Como hemos indicado la presente instalación consiste en la integración de una instalación solar fotovoltaica sobre un tejado ya existente, por lo que su producción vendrá determinada por la orientación que éste tenga, y la inclinación que le hemos asignado como compromiso entre seguridad y producción, de 30° sobre la horizontal. Esta disposición determina la estimación de la energía entregada a la red interior. Dependiendo ésta a su vez de numerosos factores; la radiación solar, condiciones climáticas, potencia instalada del campo fotovoltaico, potencia nominal del inversor así como su rendimiento interno, las pérdidas de producción. Además de elementos externos al sistema, como las condiciones del suministro eléctrico sobre la que se vierte la producción.

En este caso de autoconsumo éste factor es bastante relevante, ya que el sistema adapta la generación al consumo y si éste es menor se produce el corte a fin de evitar la entrega de energía a la Red de Distribución. De forma que aún pudiendo haber producción la energía no llegaría a generarse.

1.8.2. INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA.

El rendimiento de una célula solar decrece con el aumento de la temperatura. La variación es del orden de una disminución de 0,34 % de la tensión por cada grado centígrado para el módulo seleccionado. En el caso de la instalación prevista, no se supone un incremento de temperatura superior al de una instalación sobre suelo, ya que la disposición de los módulos permite su ventilación al estar elevados sobre la inclinación del agua de la cubierta.

1.8.3. RENDIMIENTO DE LA INSTALACIÓN.

Por otro lado, para calcular la eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, se deben tener en cuenta las siguientes pérdidas, cuyo valor habrá que descontar de las tablas de irradiancia, y que se denominan *Rendimiento energético de la instalación o "performance ratio", PR*:

Parámetro	Porcentaje
– La dependencia de la eficiencia con la temperatura	14 %
– La eficiencia del cableado	1 %
– Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad	6 %
– Las pérdidas en el seguimiento del punto de máxima potencia	2 %
– La eficiencia energética del inversor	3 %
– Otros	3 %

De donde el PR global de la instalación estará en torno al 70 %.

1.8.4. MÓDULOS DE SILICIO CRISTALINO.

Para los módulos de silicio cristalino empleamos la base de datos que nos proporciona la aplicación PV Potential Stimulation Utility de la Unión Europea.

Rendimiento del sistema FV conectado a red

PVGIS estimación de la producción de electricidad solar

Lugar: 38°15'25" Norte, 0°46'45" Oeste, Elevación: 105 m.s.n.m, Aspe

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAF

Potencia nominal del sistema

FV: 27.0 kW (silicio cristalino)

Pérdidas estimadas debido a la temperatura y niveles bajos de irradiancia: 10.8%
(utilizando la temperatura ambiente local)

Pérdidas estimadas debido a los efectos de la reflectancia angular: 3.1%

Otras pérdidas (cables, inversor, etc.): 14.0%

Pérdidas combinadas del sistema FV: 25.7%

Sistema fijo: inclinación=30°, orientación=-29°				
Mes	E_d	E_m	H_d	H_m
Ene	64.70	2000	3.07	95.1
Feb	82.20	2300	3.92	110
Mar	110.00	3410	5.38	167
Abr	121.00	3640	6.01	180
Mayo	140.00	4330	7.03	218
Jun	152.00	4560	7.79	234
Jul	152.00	4710	7.88	244
Ago	135.00	4200	7.00	217
Sep	110.00	3310	5.59	168
Oct	90.30	2800	4.49	139
Nov	67.40	2020	3.25	97.5
Dic	57.00	1770	2.72	84.4
Media anual	107	3250	5.35	163
Total para el año		39000		1950

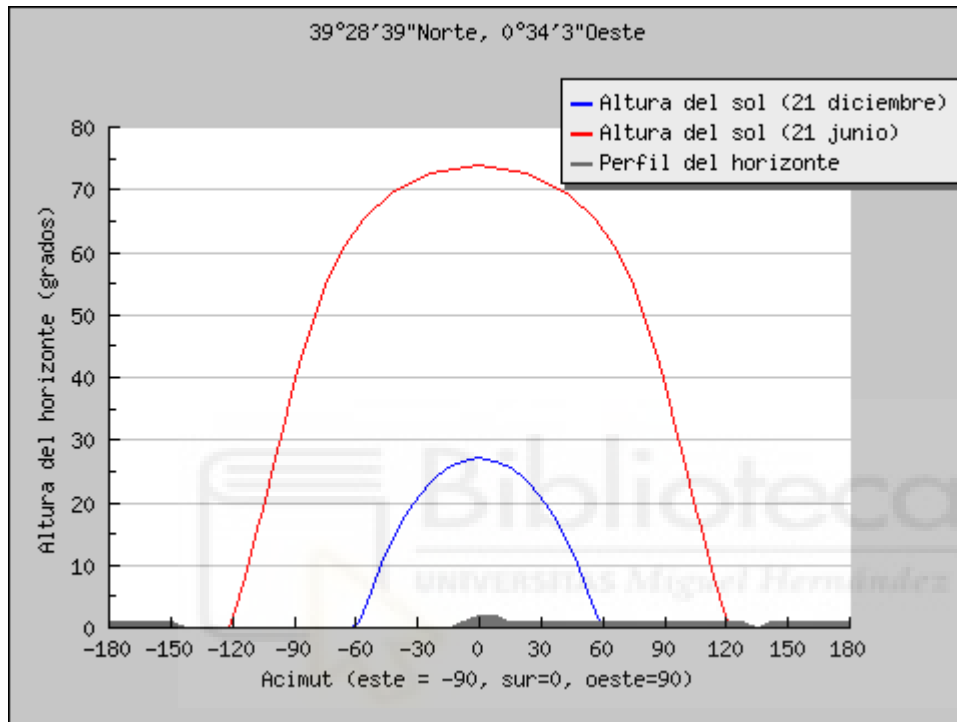
PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

E_d : Producción de electricidad media diaria por el sistema dado (kWh)

E_m : Producción de electricidad media mensual por el sistema dado (kWh)

H_d : Media diaria de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado (kWh/m²)

H_m : Suma media de la irradiación global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado (kWh/m²)



En consecuencia, el potencial fotovoltaico para la instalación que nos ocupa, con 27 kWp a instalar con orientación levante 29° e inclinación 30°, según los datos antes obtenidos, conseguimos el siguiente resultado:

TOTAL ESTIMACIÓN ENERGÍA DE LA PLANTA

39.000 kWh

1.9. NORMATIVAS Y ORDENANZAS DE APLICACIÓN.

La presente instalación cumplirá con la siguiente normativa actualmente en vigor:

- Reglamento Electrotécnico de B.T. (Aprobado por R.D. 842/2002, de 2 de agosto de 2002, publicado en el B.O.E. de 18/09/2002, y las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC, a partir de ahora) BT01 a BT51. En particular la ITC-BT 40: Instalaciones Generadoras de Baja Tensión.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, (BOE n. 310 de 27 de Diciembre de 2013).
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico, (BOE n. 285 de 28/11/97).
- 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. (BOE n. 295 de jueves 8 de diciembre de 2011).
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- 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. (BOE n. 310 de 27/12/00).
- Decreto 177/2005, de 18 de noviembre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula el procedimiento administrativo aplicable a determinadas instalaciones de energía solar fotovoltaica (DOGV nº 5141, de 23/11/05).
- Corrección de errores del Decreto 177/2005, de 18 de noviembre, del Consell de la Generalitat, por el que se regula el procedimiento administrativo aplicable a determinadas instalaciones de energía solar fotovoltaica, publicado en el DOGV nº 5146, de 30/11/05).
- Pliegos Técnicos de Condiciones del IDAE.
- Ley 7/1994, de 18 de mayo, de Protección Ambiental.
- Reglamento de Calificación Ambiental.
- Decreto 2414/1961, de 30 de Noviembre, por la que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas.
- Ley 3/1989, de 2 de mayo de la Generalitat, de actividades Calificadas.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

- Decreto 54/1990, de 26 de Marzo, del Consell de la Generalitat Valenciana, por el que se aprueba el Nomenclátor de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas, en cumplimiento de lo establecido en el artículo 1º de la Ley 3/1989, de 2 de Mayo, sobre Actividades Calificadas.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden del 9 de Marzo de 1971, por el que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Y R.D. 486/1997 de 14 de abril de 1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Según el vigente Plan General de Ordenación Urbana, y Ordenanzas.
- Reglamento de Acometidas Eléctricas (Aprobado por R.D. 2944/1982 de 15 de octubre, BOE 12/11/1982).
- Normas UNE de obligado cumplimiento.
- Normas particulares de la empresa suministradora.
- Cualquier otra Normativa o Reglamentación aplicables a éste tipo de instalaciones.

1.10. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA.

1.10.1. POTENCIA PREVISTA DE LA INSTALACIÓN.

Potencia nominal de la instalación, (kW)	27,6
Potencia instalada del campo solar (kWp)	27
Monofásica	No
Trifásica	Sí

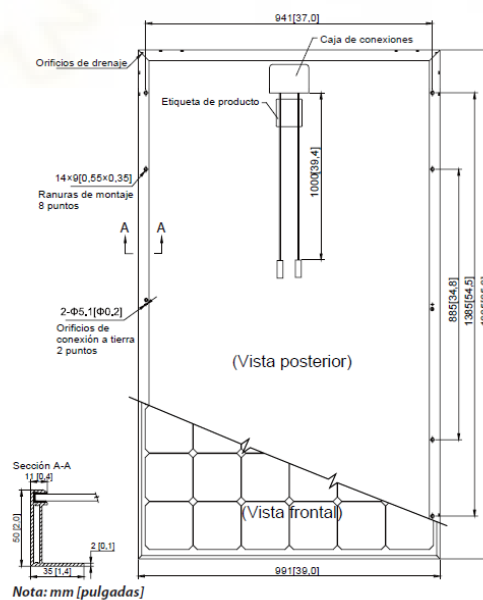
PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

1.10.2. MÓDULOS DEL CAMPO FOTOVOLTÁICO.

Ya han sido descritos anteriormente, no obstante, indicamos ahora sus valores característicos principales, tanto eléctricos como mecánicos.

Características técnicas Suntech STP250S-20/Wd.

STC	STP250S-20/Wd	STP245S-20/Wd
Tensión óptima de operación (Vmp)	30,7V	30,5 V
Corriente óptima de operación (Imp)	8,15 A	8,04 A
Tensión en circuito abierto (Voc)	37,4V	37,3 V
Corriente de cortocircuito (Isc)	8,63 A	8,52 A
Máxima potencia STC (Pmax)	250 W	245 W
Eficiencia del módulo	15,2%	14,8%
Temperatura de operación	-40 °C hasta +85 °C	
Tensión máxima de sistema	1.000 V DC (IEC) / 600 V DC (UL)	
Corriente máxima de fusible en serie	20 A	
Tolerancia de potencia	0/+5%	



Célula solar	Monocristalino 156 × 156 mm (6 pulgadas)
Número de células	60 (6 × 10)
Dimensiones	1.665 × 991 × 50 mm (65,6 × 39,0 × 2,0 pulgadas)
Peso	19,8 kgs (43,7 lbs.)
Vidrio frontal	Vidrio templado de 3,2 mm (0,13 pulgadas)
Marco	Aleación de aluminio anodizado
Caja de conexiones	Clase IP67
	TUV (2Pfg1169:2007), UL 4703, UL 44
Cables de salida	4,0 mm ² (0,006 pulgadas ²), longitudes simétricas (-) 1000 mm (39,4 pulgadas) y (+) 1000 mm (39,4 pulgadas)
Conectores	Conectores de cierre por torsión RADOX® SOLAR integrados



1.10.3. DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA SOLAR.

Del total de la superficie disponible en la cubierta de la nave donde se pretende instalar el campo solar, éste ocupará un total aproximado de 178 m², en el agua sur de la nave.

Este diseño del campo solar busca optimizar la superficie total a fin reducir la superficie utilizada. La evitación de sombras, y el no grabar en exceso la instalación nos dio la solución adoptada, que queda reflejada en los planos.

En cuanto a la distribución eléctrica. Ésta tenía que quedar dentro de los límites que nos marcan los módulos e inversores seleccionados. En el caso que nos ocupa, se cumple con los condicionantes eléctricos de máxima y mínima tensión, y de máxima corriente admisible para el inversor ABB TRIO 27.6 TL OUTD.

Por tanto, que cada una de estas seis agrupaciones se haya realizado en una serie de 18 módulos cada una, se debe tanto a la posibilidad del inversor de admitir la tensión resultante, como a la optimización, en cuanto a pérdidas por caída de tensión, que supone realizar un campo solar con la mayor tensión posible, y en cuanto a la simplificación de la misma al no duplicar circuitos.

1.10.4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % así como en la parte CA, según se establece en el R.E.B.T.

Debiendo cumplir con lo especificado en las normativas establecidas en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre de 2011, que regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia y del Real Decreto 900/2015 de 8 de octubre que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo. Así como lo dispuesto en el R.E.B.T. ITC-B.T. 40.

Como principio general se ha de asegurar, un grado de aislamiento eléctrico de tipo Clase II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

Por consiguiente, quedan incorporadas todas las seguridades eléctricas prescritas tanto por R.E.B.T., aplicable en el presente caso, como por el Real Decreto específico antes mencionado.

1.10.5. CIRCUITO DE CONTINUA.

En la presente aplicación los módulos se conectan siguiendo el siguiente esquema según el inversor:

- Seis series de 18 módulos que conectan al inversor ABB.

Todas las conexiones en serie se realizarán mediante conectores de exterior, que vienen de fábrica del tipo MC4.

Con dicha configuración los datos de salida de I_{sc} y V_{oc} de cada una de las series para el inversor serán, según se detalló anteriormente:

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

Tipo de serie	Nº de módulos en serie	V _{oc} -10°C V	V _{mpp} 65°C V	I _{sc} 25 °C A	I _{mpp} 25° C A
1	18	753	477	8,63	8,15

El Cuadro 1, o de continua, de protecciones, sito junto al inversor, estará compuesto por cuadro con portafusibles, y fusibles de protección de 10x38gG 15A-1000V. Con salida hacia el inversor con cable de 4 mm².

El inversor se colocará dentro de la nave, junto al Cuadro de Mando y Protección. Los fusibles de protección del lado de continua en el Cuadro 1 hacen también la función de seccionadores manuales de corriente, un portafusibles, con dos fusibles, uno por polo, para cada serie. Tal y como se ha dicho, desde cada portafusible-seccionador se conecta a la entrada de continua del inversor mediante cable de 4 mm².

Toda la parte de continua está realizada con elementos de protección tipo Clase II.

1.10.6. ACONDICIONAMIENTO DE POTENCIA.

Como se ha venido indicando se ha seleccionado un modelo de inversor de conexión a red de la marca ABB, trifásico, modelo TRIO 27.6 TL OUTD. A continuación, se detallan características técnicas del inversor:

Type code	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Input side		
Absolute maximum DC input voltage (V _{max,abc})	1000 V	
Start-up DC input voltage (V _{start})	360 V (adj. 250...500 V)	
Operating DC input voltage range (V _{dcrmin} ...V _{dcrmax})	0,7 x V _{start} ...950 V	
Rated DC input voltage (V _{dcr})	620 V	
Rated DC input power (P _{dcr})	20750 W	28600 W
Number of independent MPPT	2	
Maximum DC input power for each MPPT (P _{MPPTmax})	12000 W	16000 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P _{dcr}	440...800 V	500...800 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT	Linear derating from max to null [800V≤V _{MPPT} ≤950V]	
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P _{dcr} , max unbalance example	12000 W [480V≤V _{MPPT} ≤800V] the other channel: P _{dcr} -12000W [350V≤V _{MPPT} ≤800V]	16000 W [500V≤V _{MPPT} ≤800V] the other channel: P _{dcr} -16000W [400V≤V _{MPPT} ≤800V]
Maximum DC input current (I _{dcrmax}) / for each MPPT (I _{MPPTmax})	50.0 A / 25.0 A	64.0 A / 32.0 A
Maximum input short circuit current for each MPPT	30.0 A	40.0 A
Number of DC inputs pairs for each MPPT	1 (4 in -S2X and -S2F Versions)	1 (5 in -S2X and -S2F Versions)
DC connection type	Tool Free PV connector WM / MC4 (Screw terminal block on standard and -S2 versions)	

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

Input protection		
Reverse polarity protection	Inverter protection only, from limited current source, for standard and -S2 versions, and for fused versions when max 2 strings are connected	
Input over voltage protection for each MPPT - varistor	2	
Input over voltage protection for each MPPT - plug in modular surge arrester (-S2X version)	3 (Class II)	
Photovoltaic array isolation control	According to local standard	
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	40 A / 1000 V	
Fuse rating (versions with fuses)	15 A / 1000 V	
Output side		
AC grid connection type	Three phase 3W or 4W+PE	
Rated AC power ($P_{acr} @ \cos\phi=1$)	20000 W	27600 W
Maximum AC output power ($P_{acmax} @ \cos\phi=1$)	22000 W ⁽³⁾	30000 W ⁽⁴⁾
Maximum apparent power (S_{max})	22200 VA	30000 VA
Rated AC grid voltage ($V_{acr,r}$)	400 V	
AC voltage range	320...480 V ⁽¹⁾	
Maximum AC output current ($I_{acr,max}$)	33.0 A	45.0 A
Contributory fault current	35.0 A	46.0 A
Rated output frequency (f)	50 Hz / 60 Hz	
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$)	47...53 Hz / 57...63 Hz ⁽²⁾	
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{acr}=20.0$ kW, ± 0.8 with max 22.2 kVA	> 0.995, adj. ± 0.9 with $P_{acr}=27.6$ kW, ± 0.8 with max 30 kVA
Total current harmonic distortion	< 3%	
AC connection type	Screw terminal block, cable gland PG36	
Output protection		
Anti-islanding protection	According to local standard	
Maximum AC overcurrent protection	34.0 A	46.0 A
Output overvoltage protection - varistor	4	
Output overvoltage protection - plug in modular surge arrester (-S2X version)	4 (Class II)	
Operating performance		
Maximum efficiency (η_{max})	98.2%	
Weighted efficiency (EURO/CEC)	98.0% / 98.0%	
Feed in power threshold	40 W	
Stand-by consumption	< 8W	

1.10.7. CIRCUITO DE ALTERNA.

La salida de la corriente ondulada y preparada para su conexión a los consumos se realiza mediante manguera de RV-K 0,6/1 kV 4x10 mm² + TT, hasta el Cuadro 2, de protecciones del lado de alterna.

Para trifásica, en dicho Cuadro 2 se protege la línea con un magnetotérmico de; 400V 4P 50A, poder de corte para el magnetotérmico de más de 10 kA. Y un interruptor diferencial de 400V 4P 63A.

La salida del Cuadro 2 hasta las protecciones del Cuadro de Protección y Mando se realiza con un tipo de cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, de sección 4x10 mm² + TT, colocado en canaleta en su tramo de pared.

Por tanto, la conexión se realiza en la entrada del automático general del Cuadro de Protección y Mando que protege al suministro del que la fotovoltaica va a ser su suministro complementario.

Tipo de suministro a la red interna	BAJA TENSIÓN
Longitud de la línea	10 m
Factor de potencia salida inversor	1
Potencia de salida	27 kW
Caída de tensión admisible	1 %

Conductor	Cobre
Designación	RZ1-K (AS) 0,6/1 kV
Composición	4x(1x10 mm ²)+TT 10 mm ²
Línea	Canaleta

1.10.8. LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIONES.

1.10.8.1. Líneas de vertido de generación fotovoltaica.

Como se ha venido indicando, la distribución del cableado que porta la generación de producción fotovoltaica, se realiza en canal por la pared de la nave y hasta el Cuadro de Protección y Mando del suministro.

1.10.9. LÍNEA DE CONEXIÓN A TIERRA DE LA INSTALACIÓN SOLAR.

De forma genérica se establece en el REBT ITC-BT-40 que las centrales de instalaciones generadoras deberán estar provistas de sistemas de puesta a tierra que, en todo momento, aseguren que las tensiones que se puedan presentar en las masas metálicas de dicha instalación no superen los valores establecidos en la MIE-RAT 13 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.

En concreto la instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión:

1. La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.
2. 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.
3. 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 que sean de aplicación.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectados a una única tierra. Como se ha indicado ésta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

La instalación presenta separación galvánica entre el campo fotovoltaico y la red de distribución de baja tensión por medio de una unidad de monitorización de corriente de fallo que incorpora el inversor seleccionado.

La estructura soporte, y con ella los módulos, se conectarán a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Además el sólo hecho de amarrar los módulos a la estructura no se considera una puesta a tierra eficaz de los mismos, debido a que el tratamiento superficial de ambos elementos dificulta una conexión eléctrica fiable. De ahí que los paneles dispongan de un taladro para la conexión del conductor de tierra. Este taladro se diferencia de los demás en que no está tratado superficialmente (galvanizado), ofreciendo así una mejor conexión eléctrica. A esta misma tierra se conectarán también las masas metálicas de la parte de alterna (fundamentalmente el inversor). Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, como ya se mencionó.

Por otro lado, la configuración eléctrica de la instalación será flotante, garantizándose la protección frente a contactos indirectos mediante la utilización de cableado, cajas y conexiones de clase II así como con el vigilante de aislamiento CC que incorpora el inversor.

Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora. Considerándose que las redes de tierra son independientes cuando el paso de la corriente máxima de defecto por una de ellas no provoca en la otra diferencia de tensión, respecto a la tierra de referencia, superiores a 50 V.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones complementarias.

Considerando que cualquier fuga eléctrica a tierra puede provocar tensiones de contacto peligrosas para el cuerpo humano, todas las partes metálicas de la instalación deberán estar unidas de forma equipotencial.

Para ello, se unirán todos los conductores, tanto de las estructuras como de los marcos, hasta la toma de tierra, creando de esta forma una red equipotencial de tierra.

Se comprobará la resistencia de la red de tierra resultante en la instalación, no superando desde el borne de puesta a tierra el valor de los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

1.10.10. PROTECCIONES.

Cuadro de protecciones a la salida de la instalación

INTERRUPTOR GENERAL

Fabricante

Modelo

Tensión nominal, V_n (V) 400

Corriente nominal, I_n (A) 50

Poder de corte (kA) 10 kA

INTERRUPTOR DIFERENCIAL AUTOMÁTICO

Fabricante

Modelo

Tensión nominal, V_n (V) 400

Corriente nominal, I_n (A) 63

Sensibilidad (mA) 300

1.10.11. CUADRO DE CONTROL PARA NO VERTIDO A LA RED.

Se ha seleccionado la solución adoptada por la empresa Green Power Monitor, que consiste en el siguiente sistema:

La solución inteligente “Inyección Zero” permite la regulación y el control dinámico de la potencia entregada por uno o varios inversores, en función de los datos de consumo interno del cliente.

Este sistema de control interactúa entre el consumo (medido por un analizador de redes) y la generación fotovoltaica, de tal manera que la producción se ajusta a la demanda de energía.

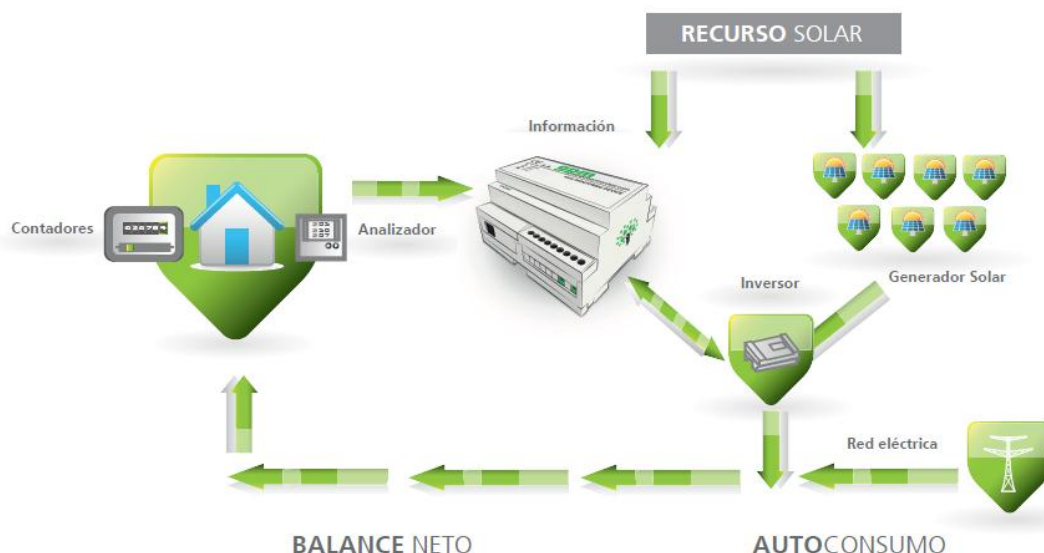
La regulación que realiza la solución “GPM Inyección Zero” garantiza que nunca se inyectará energía a la red eléctrica por parte de los inversores, incluso en el caso de no existir consumo.

Ya que, el sistema dispone de una franja de seguridad y elementos de protección como suplemento a los tiempos de respuesta.

El sistema de GPM, es capaz incluso de desconectar la generación ante situaciones de pérdida de alimentación, o de mal funcionamiento de la electrónica a través de elementos de desconexión.

GPM garantiza por escrito el perfecto funcionamiento de su solución inteligente “Inyección Zero”.

ESQUEMA DE CONEXIÓN



Tal y como podemos observar en el “Esquema de conexión”, el analizador de redes es el dispositivo encargado de enviar al BMD (Basic Monitoring Device) los datos de consumo.

Una vez recibidos los datos, el BMD es el encargado de enviar las órdenes al inversor para que regule de forma dinámica la potencia entregada en función de los datos de consumo.

En los casos en que el consumo sea superior a la producción fotovoltaica se realizará una importación de la red eléctrica.

En ningún caso se producirá una inyección a red.

1.11. GARANTÍA.

El conjunto de la instalación está garantizada por un periodo de dos años. Salvo lo dispuesto por cada fabricante para sus elementos. En concreto para las placas solares la garantía abarca diez años para defectos de fabricación, hasta el 90% de la potencia de salida durante 12 años, y el 80% de dicha potencia hasta los 25 años. El inversor también tiene un periodo de garantía de dos años.

Sin embargo, el uso indebido de las instalaciones, así como hechos externos a las mismas, no quedan incluidos dentro de las garantías. Es por ello que se debe incluir un apartado de mantenimiento donde se contrate un seguro de daños y pérdida de ahorros que pudiera afrontar los gastos que se originasen de forma imprevista.



2.- CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

2.1.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

2.2.- CÁLCULOS MECÁNICOS

2.1.- CÁLCULOS ELECTRICOS

2.1.1.- DATOS DE PARTIDA DE LA INSTALACIÓN

Empresa Distribuidora	IBERDROLA
Corriente continua: Suntech STP205S	Series en paralelo de 506 V 8,15 A
Corriente alterna	Trifásica
Forma de Onda	Sinusoidal
Frecuencia	50 Hz
Tensión simple	230 V

Las caídas de tensión en los sistemas fotovoltaicos no están reguladas de forma específica por el REBT, que impone unos mínimos generales. No obstante, las peculiaridades de las instalaciones fotovoltaicas, exigen perder la menor energía posible, consiguiendo los máximos beneficios por el ahorro que ésta consigue.

Por tanto, tanto IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético), como ASIF (Asociación de Industriales Fotovoltaicos), recomiendan unas menores caídas de tensión admisibles, en este tipo de circuitos, como se puede observar en las siguientes tablas.

En la parte de continua:

c.d.t. en %	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada
REBT	No indica	No indica
IDAE	1,5	1,5
ASIF	1,5	1

En la parte de alterna:

c.d.t. en %	c.d.t. máxima	c.d.t. recomendada
REBT	1,5	1,5
IDAE	2	2
ASIF	0,5	0,5

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

En nuestro caso, en la medida de lo posible nos atenderemos al más exigente criterio de ASIF (la ya desaparecida Asociación Fotovoltaica), y en ningún caso se sobrepasará lo indicado por el REBT.

A continuación comprobaremos la compatibilidad de los inversores con los módulos:

Datos de Inversor ABB TRIO 27.6 TL OUTD:

Rango MPP	500-800 V
Tensión Máxima	950 V
Intensidad Máxima	64 A

Parámetros de trabajo de las series

Tipo de serie	Nº de módulos en serie	V _{oc} -10°C V	V _{mpp} 50°C V	I _{sc} 25 °C A	I _{mpp} 25° C A
1	18	753	506	8,63	8,15

La tensión normal de trabajo se encuentra dentro de los rangos MPP del inversor.

La máxima tensión esperable en la zona es inferior a la tensión máxima del inversor donde conectan.

En la entrada del equipo, se conectarán tres series a cada uno de los dos seguidores del MPPT, esperando de esta forma optimizar las pérdidas por sombras que se pudieran llegar a producir. La conexión de tres series alcanza una intensidad del campo solar inferior a la intensidad máxima de cada seguidor MPPT, y el conjunto de las seis series al máximo del inversor.

2.1.2.- FÓRMULAS UTILIZADAS

Las líneas de las instalaciones interiores o receptoras cumplirán las prescripciones indicadas en la ITC-BT-19.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.
- Criterio de la caída de tensión.
- Criterio de la intensidad de cortocircuito.

En nuestro caso, tal y como se ha indicado, nos basaremos en el Criterio de Caída de Tensión, verificando posteriormente que la línea calculada también cumple con los otros dos criterios.

Para tal fin utilizamos el cálculo de caídas de tensión mediante valores unitarios. Y tomando como criterio el más restrictivo de ASIF del 1 %.

Las fórmulas a emplear son las siguientes:

Emplearemos las siguientes:

Sistema Trifásico

$$I = P_c / 1,732 \times U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 1.732 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

Sistema Monofásico y Corriente Continua:

$$I = P_c / U \times \cos\varphi = \text{amp (A)}$$

$$e = 2 \times I [(L \times \cos\varphi / k \times S \times n) + (X_u \times L \times \text{Sen}\varphi / 1000 \times n)] = \text{voltios (V)}$$

En donde:

P_c = Potencia de Cálculo en Watios.

L = Longitud de Cálculo en metros.

e = Caída de tensión en Voltios.

K = Conductividad.

I = Intensidad en Amperios.

U = Tensión de Servicio en Voltios (Trifásica ó Monofásica).

S = Sección del conductor en mm^2 .

$\cos \varphi$ = Coseno de φ . Factor de potencia. En Corriente continua, $\cos \varphi = 1$.

n = N° de conductores por fase.

X_u = Reactancia por unidad de longitud en $\text{m}\Omega/\text{m}$.

Fórmula Conductividad Eléctrica

$$K = 1/\rho$$

$$\rho = \rho_{20}[1+\alpha (T-20)]$$

$$T = T_0 + [(T_{\max}-T_0) (I/I_{\max})^2]$$

Siendo,

K = Conductividad del conductor a la temperatura T .

ρ = Resistividad del conductor a la temperatura T .

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

ρ_{20} = Resistividad del conductor a 20°C.

$$\text{Cu} = 0.018$$

$$\text{Al} = 0.029$$

α = Coeficiente de temperatura:

$$\text{Cu} = 0.00392$$

$$\text{Al} = 0.00403$$

T = Temperatura del conductor (°C).

T_0 = Temperatura ambiente (°C):

$$\text{Cables enterrados} = 25^\circ\text{C}$$

$$\text{Cables al aire} = 40^\circ\text{C}$$

T_{max} = Temperatura máxima admisible del conductor (°C):

$$\text{XLPE, EPR} = 90^\circ\text{C}$$

$$\text{PVC} = 70^\circ\text{C}$$

I = Intensidad prevista por el conductor (A).

I_{max} = Intensidad máxima admisible del conductor (A).

Fórmulas Sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

I_b : intensidad utilizada en el circuito.

I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.

I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.

I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección. En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).

- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Fórmulas Cortocircuito

$$* I_{\text{pccl}} = C_t U / \sqrt{3} Z_t$$

Siendo,

I_{pccl} : intensidad permanente de c.c. en inicio de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U: Tensión trifásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, aguas arriba del punto de c.c. (sin incluir la línea o circuito en estudio).

$$* I_{pccF} = C_t U_F / 2 Z_t$$

Siendo,

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en kA.

C_t : Coeficiente de tensión.

U_F : Tensión monofásica en V.

Z_t : Impedancia total en mohm, incluyendo la propia de la línea o circuito (por tanto es igual a la impedancia en origen mas la propia del conductor o línea).

* La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Siendo,

R_t : $R_1 + R_2 + \dots + R_n$ (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

X_t : $X_1 + X_2 + \dots + X_n$ (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)

$R = L \cdot 1000 \cdot C_R / K \cdot S \cdot n$ (mohm)

$X = X_u \cdot L / n$ (mohm)

R : Resistencia de la línea en mohm.

X : Reactancia de la línea en mohm.

L : Longitud de la línea en m.

C_R : Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.

K : Conductividad del metal.

S : Sección de la línea en mm².

X_u : Reactancia de la línea, en mohm por metro.

n : n° de conductores por fase.

$$* t_{mcicc} = C_c \cdot S^2 / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{mcicc} : Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una I_{pcc} .

C_c : Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.

S : Sección de la línea en mm².

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* t_{ficc} = cte. fusible / I_{pccF}^2$$

Siendo,

t_{ficc} : tiempo de fusión de un fusible para una determinada intensidad de cortocircuito.

I_{pccF} : Intensidad permanente de c.c. en fin de línea en A.

$$* L_{max} = 0,8 U_F / 2 \cdot I_{F5} \cdot \sqrt{(1,5 / K \cdot S \cdot n)^2 + (X_u / n \cdot 1000)^2}$$

Siendo,

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

L_{max} : Longitud máxima de conductor protegido a c.c. (m) (para protección por fusibles)

U_F : Tensión de fase (V)

K: Conductividad

S: Sección del conductor (mm^2)

X_u : Reactancia por unidad de longitud (mohm/m). En conductores aislados suele ser 0,1.

n: nº de conductores por fase

$C_t = 0,8$: Es el coeficiente de tensión.

$C_R = 1,5$: Es el coeficiente de resistencia.

I_{F5} = Intensidad de fusión en amperios de fusibles en 5 sg.

* Curvas válidas. (Para protección de Interruptores automáticos dotados de Relé electromagnético).

CURVA B $I_{MAG} = 5 I_n$

CURVA C $I_{MAG} = 10 I_n$

CURVA D Y MA $I_{MAG} = 20 I_n$

Y comprobando finalmente que cumpla con los otros criterios de Intensidad Admisible, según la siguiente tabla:

Tabla A
Intensidad max. admisible (A) en el conductor de cobre (cable unipolar RZ1-K)
(en función de la sección del cable y del tipo de instalación)

tipo de instalación	Sección nominal del conductor (Cu), mm^2										
	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
tubos empotrados en pared de obra ⁽¹⁾											
tubos en montaje superficial	60	80	106	131	159	202	245	284	338	386	455
canal protectora											
conductos cerrados de obra de fábrica											
tubos enterrados ⁽²⁾	77	100	128	152	184	224	268	304	340	384	440

Nota 1: Según tabla 1 de la ITC-19, método B, columna 8, temperatura ambiente 40 °C,
Nota 2: ITC-BT 07 Apto. 3.1.2.1 y factor de corrección 0,8 según aptdo. 3.1.3

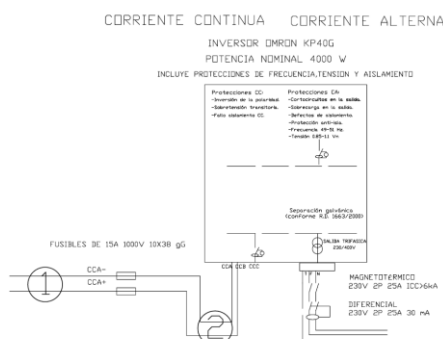
Estas ecuaciones son las que se han utilizado en el cálculo de las líneas, ya sea en el cálculo por caída de tensión admisible o por calentamiento de los conductores. Por lo tanto, en dicho apartado, sólo se indicarán los parámetros propios de las líneas, longitud, potencia transportada, caída de tensión admisible, etc., y se han aplicado las ecuaciones citadas, directamente, sin necesidad de escribir los cálculos numéricos.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

2.1.3.- SECCIONES DE CABLE

2.1.3.1. Secciones de la parte de continua.

Del tipo de circuito en continua que tenemos en la presente instalación, la sección de cableado, aplicando las fórmulas para la peor serie, que es la más alejada, tendremos las siguientes secciones:



Para las seis series de 18 módulos tendremos las siguientes tramos en continua:

TRAMO	UNIÓN	DISTANCIA	V (50°)	I (50°)	SECCIÓN
1	Serie completa	50	506	8,15	4 mm ²
2	Cuadro cc / Inversor	0,5	506	8,15	4 mm ²

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Tensión(V): Monofásica 506 Línea 1

Línea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(mΩ/m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	50	Cu	Tubos Sup.E.O RV-K 2 Unp.	8,15	10		2x4	36/1	16

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	Panel FV	3,992	509,992	0,789*	8,15 A
2	Inversor	0	506	0	-8,15 A(-4,124 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

$$2-1 = 0.79 \%$$

Resultados Cortocircuito:

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF(A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	In;Curvas
1	1	2	0,009	50	8,63			10

Caída de tensión total de la parte de continua = 0.84 %.

2.1.3.2. Secciones en la parte de alterna.

En aplicación de todo lo estipulado en el apartado anterior 2.1.2. Fórmulas Utilizadas, tendremos que las secciones para la parte de alterna son:

Tensión(V): Trifásica 400, Monofásica 230 Cos φ : 0,9

Resultados obtenidos para las distintas ramas y nudos:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	Long. (m)	Metal/ Xu(m Ω /m)	Canal./Design./Polar.	I.Cálculo (A)	In/Ireg (A)	In/Sens. Dif(A/mA)	Sección (mm ²)	I. Admisi. (A)/Fc	D.tubo (mm)
1	1	2	10		Cu/Tubos Sup.E.O RV-K 3 Unp.	43,3	47	63/.300	4x10	54/1	32

Nudo	Función	C.d.t.(V)	Tensión Nudo(V)	C.d.t.(%)	Carga Nudo
1	Inversor	0	400	0	43,303 A(27 kW)
2	Cuadro BT	-1,463	398,537	0,366*	-43,3 A(-27 kW)

NOTA:

- * Nudo de mayor c.d.t.

Caída de tensión total en los distintos itinerarios:

$$1-2 = 0.37 \%$$

Caída de tensión total en los distintos itinerarios = 0.37 %

Resultados Cortocircuito:

Linea	Nudo Orig.	Nudo Dest.	IpccI (kA)	P de C (kA)	IpccF(A)	tmcicc (sg)	tficc (sg)	In;Curvas
1	1	2			3.434,67	0,17		50; B,C,D

Tendremos los siguientes tramos en alterna:

TRAMO	UNIÓN	DISTANCIA	V	I	SECCIÓN
1	Inversor / Cuadro CA	0,5	400	43	4 mm ²
2	Cuadro CA / CPM	10	400	43	4 mm ²

Por tanto, la sección mínima de cable a instalar en la parte de continua sería de 10 mm², RV-K 0,6/1 kV, 10 mm² a la salida del inversores hasta sus protecciones, y de ellas hasta la protección general del Cuadro de Protección y Mando de los consumos propios.

2.1.3.3. Secciones de las tomas de tierra.

La sección de los conductores de protección será igual a la fijada por la siguiente tabla, en función de la sección de los conductores de fase o polares de la instalación.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²).	Sección mínima de los conductores de protección (mm ²).
S ≤ 16	S (*)
16 < S ≤ 35	16
S > 35	S/2
(*) Con un mínimo de : 2,5 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica. 4 mm ² si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.	

Por tanto, eligiendo una sección del cableado de tierra según corresponda con la tabla anterior para cada una de las secciones calculadas en los puntos anteriores, cumplirán con lo establecido según REBT.

2.1.4.- JUSTIFICACIÓN DE PROTECCIONES DEL SISTEMA

Si bien la normativa de protección contra contactos directos e indirectos para instalaciones generadoras solares fotovoltaicas no es clara, es posible establecer, que para tensiones superiores a 75 V, como es la instalación proyectada, se dispondrán de las siguientes protecciones:

♦ Todos los elementos de la instalación deben tener aisladas las partes activas, colocando barreras o envolventes sobre las mismas, poniendo obstáculos

entre las personas y las partes activas o poniendo éstas fuera del alcance de las personas por alejamiento.

- ◆ Se debe disponer de señalización de peligro de contactos eléctricos en las cercanías del generador fotovoltaico y en los puntos donde haya riesgo de contactos con las partes activas de la instalación.

- ◆ En el caso de las instalaciones eléctricas fotovoltaicas, en las que existe separación galvánica entre el sistema fotovoltaico y la red de alterna, que es el caso de las instalaciones en España, y por tanto de la que nos ocupa, se configura la red de generación en c.c. como flotante o Aislada de Tierra, configuración IT, es decir dejando ambos polos aislados de tierra.

Esta configuración supone en sí misma, un elevado nivel de protección, ya que en el contacto involuntario de una persona con una parte activa, la corriente que circula a tierra a través suyo es únicamente la corriente capacitiva determinada por la capacidad entre la instalación y tierra, corriente que suele alcanzar muy pocos mA.

- ◆ El aislamiento queda reforzado al estar ésta compuesta de elementos de doble aislamiento, también llamada de Clase II.

Esta medida de protección que de por sí sería suficiente según el REBT, no es recomendable como único sistema de protección contra contactos directos e indirectos, por la dificultad de garantizar que toda la instalación sea de clase II no sólo al principio sino a lo largo de su vida de funcionamiento.

Por tanto, se recomienda para reforzar el aislamiento usar módulos de Clase II, y que los cables sean unipolares o bipolares de doble aislamiento 0,6/1kV así como el resto de los componentes del sistema (cajas, armarios, etc.).

- ◆ La propiedad de ser red aislada sólo se puede asegurar si se realiza una vigilancia permanente del aislamiento con un elemento de sensibilidad adecuada, vigilando toda la parte de c.c.. Se considera un nivel adecuado de vigilancia 100 ohmios/V, es decir para el sistema que nos ocupa la tensión es de 753 V de c.c., tensión de circuito abierto a la temperatura de operación mínima, debe actuar la detección si el aislamiento baja de 75,3 kohm. Y según especificaciones del fabricante ABB, la desconexión se realiza con valores más altos, por tanto cumplen.

- ◆ Para la protección más adecuada contra contactos directos e indirectos en la parte de c.a. de la instalación fotovoltaica es aconsejable configurar esta parte como Puesta al Neutro a Tierra, configuración TT (como suele ser habitual en nuestras redes de BT), y la instalación de un interruptor diferencial que recomienda en cada caso el REBT.

En cuanto a la parte de continua, dejar el sistema de corriente continua aislado de tierra con algún sistema de detección de una primera derivación a tierra, junto con las protecciones y especificaciones técnicas indicadas en el real decreto de aplicación, y el en Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e

Instrucciones Técnicas complementarias, proporcionan un adecuado sistema de protección para las instalaciones fotovoltaicas sobre cubiertas.

Caso que se cumple en esta instalación, al disponer los inversores de detector corriente de defecto. Una falta de aislamiento, pone automáticamente el sistema a tierra, ya que, primero, se deja de producir corriente alterna, con lo que la anomalía se hace más evidente y segundo, el poner a tierra el sistema de c.c. en algún punto, disminuye en parte el riesgo de accidente en un posible segundo contacto.

2.2.- CÁLCULOS MECÁNICOS.

2.2.1. EVALUACIÓN DE CARGAS

2.2.1.1. Objeto

El objeto de este documento, es evaluar el conjunto acciones que pueden incidir en la estructura de la edificación industrial objeto del proyecto y en base a estas, justificar la seguridad de la misma.

2.2.1.2. Datos de la estructura

La estructura es metálica porticada a dos aguas, constituida mediante perfiles normalizados tipo H e I, conformados en caliente.

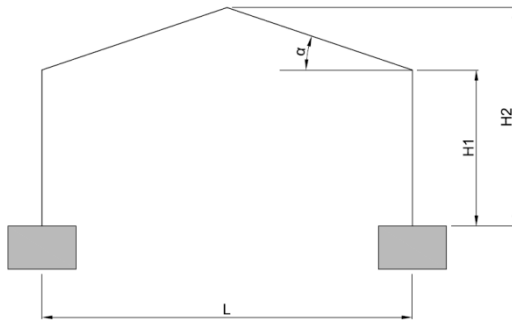
El cerramiento de fachada está ejecutado mediante placa alveolar, por su parte el cerramiento de cubierta se constituye mediante chapa grecada apoyada sobre las correas, siendo éstas perfiles tipo Z conformados en frío.

DATOS GENERALES

Crujía (m)	5
Luz (m)	17,5
Separación entre correas (m)	1,02
N. de pórticos centrales (ud)	14
N. de fachada (ud)	2
Inclinación	11° - 19%
Altura de coronación "z" (m)	7,7

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

Ubicación	Crevillente (Alicante)
Situación topográfica	Normal
Altura topográfica (m)	110
Zona eólica según CTE DB SE-AE	B



$L = 17,5$
 $H1 = 6,0$
 $H2 = 7,7$
 $\alpha = 11^\circ$

Biblioteca
UNIVERSITAS Miguel Hernández

2.2.2. EVALUACIÓN DE ACCIONES

2.2.2.1. Acciones permanentes

CUBIERTA

Chapa grecada G.1,2 + tornillos y solapes	0,150 kN/m ²
Correas ZF 150.5	0,072 kN/m ²
Dinteles IPE270	0,075 kN/m ²
Instalación fotovoltaica	0,265k N/m ²
- Estructura soporte → 0,075 kN/m ²	
- Paneles solares → 0,19 kN/m ²	
TOTAL	0,562 kN/m ²

2.2.2.2. Acciones variables

2.2.2.2.1 Sobrecarga de nieve

La sobrecarga de nieve viene determinada por la situación geográfica, la altura de la construcción y el diseño de la cubierta:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Coeficiente de forma de la cubierta (μ): 2

Valor sobrecarga de nieve según tabla 3.8 CTE DB SE AE: 0,20 kN/m²

Sobrecarga de nieve	0,40 kN/m ²
---------------------	------------------------

2.2.2.2.2. Sobrecarga de viento

La acción debida al viento depende esencialmente de la velocidad del mismo, la presión dinámica se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$q_v = 1/2 \cdot 1,25 \cdot v^2/2$$

Para el caso tratado, según el anejo D del CTE DB SE-AE, figura D.1, la ubicación tratada se encuentra en la zona B, con lo que la velocidad básica de viento tenida en cuenta para el cálculo será 27 m/s.

Presión dinámica del viento	0,45 kN/m ²
-----------------------------	------------------------

La presión estática generada por la incidencia del viento en los paramentos, se obtiene mediante la siguiente ecuación:

$$Q_e = Q_v \cdot C_e \cdot C_p$$

Donde c_e es el coeficiente de exposición, este coeficiente depende de la altura del punto considerado y del grado de aspereza del entorno; según el Anejo D, perteneciente al CTE DB SE-AE, este se puede calcular mediante la siguiente expresión:

$$C_e = F \cdot (F + 7 \cdot k)$$

$$F = k \ln(\max(z, Z)/L); \text{ k, L y Z se definen en la tabla D.2 del citado Anejo D.}$$

Para el caso tratado se tienen los siguientes valores:

$$k \rightarrow 0,22$$

$$L \rightarrow 0,30$$

$$Z \rightarrow 5,00$$

$$F = 0,22 \cdot \ln(7,7 / 0,3) = 0,71$$

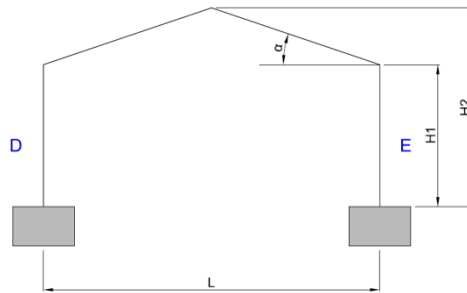
$$C_e = 0,71 \cdot (0,71 + 7 \cdot 0,22) = 1,59$$

Coeficiente de exposición (C_e)	1,59
-------------------------------------	------

Por su parte, el coeficiente de presión, c_p , depende de la forma y orientación de la superficie respecto al viento.

El porcentaje de huecos es despreciable, por lo que sólo se evaluará la presión exterior.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED



$$L = 17,5$$

$$H1 = 6,0$$

$$H2 = 7,7$$

$$\alpha = 11^\circ$$

VIENTO EN FACHADA

- Fachada barlovento D
- Fachada sotavento E

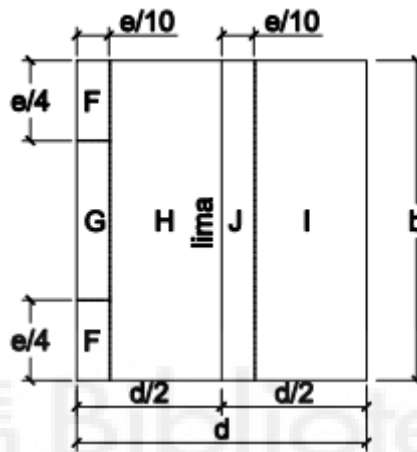
Área de influencia (m ²)	38,5
h/d	0,11
$c_p - D$	0,7
$c_p - E$	-0,3

CARGA DE VIENTO PARAMENTO VERTICAL

Barlovento	0,50 kN/m ²
Sotavento	-0,21 kN/m ²

VIENTO EN CUBIERTA

Área de influencia (m ²)	43,75
α	11°
$C_p - F$	-1,22
$C_p - G$	-0,96
$C_p - H$	-0,42
$C_p - I$	-0,48
$C_p - J$	-0,52



Para simplificar el cálculo, y dado que se va a evaluar la estructura de forma global, se tomará un valor medio ponderado, referente al coeficiente de presión que será de $-0,49 \approx -0,50$.

CARGA DE VIENTO SOBRE LA CUBIERTA

Barlovento	-0,50 kN/m ²
Sotavento	0,50 kN/m ²

2.2.2.2.3. Sobrecarga de uso

La sobrecarga de uso, es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

En el caso tratado, la categoría de uso es la G, (según CTE DB SE-AE), - cubierta accesible sólo para conservación). El valor característico correspondiente, por ser una cubierta ligera sin forjado, es de 0,4 kN/m².

SOBRECARGA DE USO

Sobrecarga	0,40 kN/m ²
------------	------------------------

2.2.2.3. Resumen de acciones

Acciones permanentes: 0,562 kN/m²

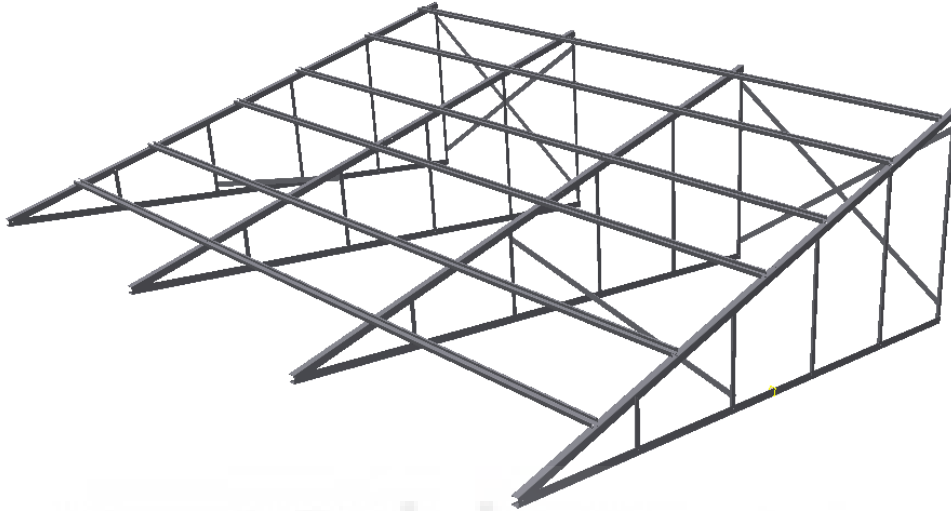
Acciones variables:

- Nieve: 0,40 kN/m²
- Viento en fachada: 0,50; -0,21 kN/m²
- Viento en cubierta: 0,50 -0,50 kN/m²
- Sobrecarga de uso: 0,40 kN/m²



3. ESTRUCTURA SOPORTE

Por su parte, la estructura soporte de los paneles, estará constituida por perfiles conformados en frío de acero a carbono S275JR, con tratamiento superficial galvanizado, para prevenir la corrosión.



Modulo tipo de estructura soporte

La totalidad de los 108 paneles, se distribuirán en 6 grupos estructurales como el mostrado en la imagen superior; a razón de 18 paneles fotovoltaicos por grupo.

En lo que respecta a la justificación de la resistencia estructural, de la subestructura soporte, se han tenido en cuenta las siguientes cargas:

- Peso propio de las placas: $0,19 \text{ kN/m}^2$
- Sobrecarga de viento: $0,36; -0,36 \text{ kN/m}^2$

Dado que se trata de perfilería conformada en frío, con un espesor de 2 mm y tratamiento superficial de galvanizado, se han seguido las prescripciones establecidas para ese tipo de perfiles y material en el CTE DB SE-A, así como en la instrucción de acero estructural EAE.

Por otra parte, la sujeción de la subestructura a la cubierta se va a realizar mediante tornillos auto-taladrantes de roscachapa, de diámetro 6,3 mm, paso 2 mm.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

Este tipo de tornillo falla típicamente por extracción y perforación o punzonado; a continuación se determinan las capacidades máximas según norma, para los citados esfuerzos.

Capacidad de extracción, para $t_{sup}/s \geq 1$:

$$F_{o,Rd} = 0,65 \cdot d \cdot t_{sup} \cdot f_{u,sup} / \gamma_{M2}$$

Donde:

Paso del tornillo (mm) "s"	2
Diámetro arandela (mm) "d"	12,5
Espesor chapa (mm) "t _{sup} "	2
Límite último de rotura chapa (N/mm ²) "f _{u,sup} "	360
Coefficiente seg. Res. Última "γ _{M2} "	1,5
Capacidad extracción (kN)	3.900

Capacidad a la perforación:

$$F_{p,Rd} = 0,5 \cdot d_w \cdot t \cdot f_u / \gamma_{M2}$$

Diámetro arandela (mm) "d _w "	12,5
Espesor chapa (mm) "t _{sup} "	2
Límite último de rotura chapa (N/mm ²) "f _{u,sup} "	360
Coefficiente seg. Res. Última "γ _{M2} "	1,5
Capacidad extracción (kN)	3.000

Para el caso tratado, las agrupaciones, se sujetaran a la estructura principal de la nave al menos, mediante 30 tornillos, asumiendo el caso más desfavorable una carga de 0,36 kN, muy por debajo de lo admisible.

4. ESTRUCTURA SECUNDARIA DE CUBIERTA

En este apartado se comprobará la resistencia de las correas, que serán en primera instancia, las que soportaran las nuevas sobrecargas. (La separación entre correas es de 1,02 m).

Carga de combinación en correas (ELU) → 2,21 kN/m

Las correas se disponen continuas en dos vanos, (tres apoyos), de 5 metros de luz.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

PERFIL	Dimensiones (mm)					Area cm ²	Peso kg/m	Perím. mm	Referido al eje X-X		
	h	b	c	r	esp				Ix cm ⁴	Wx cm ³	ix cm
ZF125 X 2	125	50	25	5	2	5.13	3.97	517	119.61	19.14	4.83
ZF125 X 2.5					2.5	6.36	4.92	513	146.68	23.45	4.80
ZF125 X 3					3	7.56	5.84	509	172.42	27.59	4.78
ZF150 X 2	150	50	25	5	2	5.63	4.36	567	185.00	24.67	5.73
ZF150 X 2.5					2.5	6.98	5.42	563	227.15	30.29	5.70
ZF150 X 3					3	8.31	6.43	559	267.71	35.70	5.68
ZF175 X 2	175	50	25	5	2	6.13	4.76	617	267.99	30.63	6.61
ZF175 X 2.5					2.5	7.61	5.91	613	329.53	37.66	6.58
ZF175 X 3					3	9.06	7.02	609	388.96	44.45	6.65
ZF200 X 2	200	50	25	5	2	6.63	5.15	667	370.14	37.01	7.47
ZF200 X 2.5					2.5	8.23	6.40	663	455.60	45.57	7.44
ZF200 X 3					3	9.81	7.61	659	538.51	53.85	7.41

El agotamiento de la viga se produce para:

$$M_{p,Rd} = W_{pl} \cdot f_y = 30.290 \text{ mm}^3 \cdot 275 \text{ N/mm}^2 = 8,33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para una crujía de 5 m:

$$M_{p,Rd} = q \cdot l^2 / 11,6$$

$$q_{adm} = 11,6 \cdot M_{p,Rd} / l^2 = 11,6 \cdot 8,33 / (5^2) = 3,87 \text{ kN/m} \leftarrow \text{CUMPLE}$$

El inicio de la plastificación se daría para:

$$M_{el} = q \cdot l^2 / 8 \text{ siendo } M_{el} = W_{el} \cdot f_y = 28.409 \text{ mm}^3 \cdot 275 \text{ N/mm}^2 = 7,81 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$q = 7,81 \cdot 8 / 25 = 2,49 \text{ kN/m} > 2,21 \text{ kN/m}$$

No hay plastificación en estado de servicio aún realizando el cálculo con cargas mayoradas.

En lo que respecta a las comprobaciones por estabilidad lateral, (pandeo lateral), el CTE DB SE-A, permite no realizarlas, siempre que el ala comprimida, quede arriostrada de forma continua o puntual menores a 40 veces el radio de giro.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

El radio de giro del perfil, es de 57 mm, lo que permitiría un arriostramiento máximo cada 2,28 m; en este caso el arriostramiento se sucede cada 2 m.

Carga de combinación en correas (ELS) \rightarrow 1,32 kN/m

$$f_{max} = p \cdot L^4 / (185 \cdot E \cdot I) = 1,32(\text{kN/m}) \cdot (5 \text{ m})^4 / 185 \cdot 210.000(\text{N/mm}^2) \cdot 227,15(\text{cm}^4)$$

$$f_{max} = 9,35 \text{ mm}$$

$$f_{adm} = \text{crujia} / 250 = 5.000 \text{ mm} / 250 = 20 \text{ mm} > 9,35 \leftarrow \text{CUMPLE}$$

2.2.5. ESTRUCTURA PRINCIPAL DE CUBIERTA

La estructura principal de cubierta está constituida mediante perfilera normalizada de acero al carbono, conformado en caliente, perfiles tipo I, en concreto IPE270.

Comprobación de la sección

- Tensión de cálculo = 216,1 N/mm²
- Tensión admisible = 261,9 N/mm²

Para la comprobación de la estabilidad, lo primero será determinar las longitudes de pandeo:

- Long. Pandeo plano vertical: 8,5 m
- Long. Pandeo plano de la cubierta: 1,02 m
- Esbeltez plano vertical = 8.500 / 112 = 75,89
- Esbeltez plano cubierta = 1.020 / 30,2 = 33,77
- Resulta determinante el pandeo en el plano del eje vertical.
- Esbeltez reducida = 0,87
- Conocida la esbeltez reducida, para la curva "a", se tiene un coeficiente de pandeo de 0,7.
- $N_{b,Rd} = 0,7 \cdot 275 \cdot 4590 / 1,05 = 841,5 \text{ kN}$
- $N_{cr} = 3,14^2 \cdot 210.000 \cdot 57,9 \cdot 10^6 / 8500^2 = 1.660,9 \text{ kN}$
- Así, para un valor de $C_1 = 1,8$, los valores geométricos del perfil, resulta:
- $M_{cr} = 614,25 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $N_{Ed} / N_{b,Rd} + (1 - (N_{Ed} / N_{cr}))^{-1} \cdot C_m \cdot (M_{Ed} / M_{b,Rd}) \leq 1$
- Para el caso tratado se dá $0,884 \leq 1 \leftarrow \text{CUMPLE}$

2.2.6. CONCLUSIÓN.

En base a lo anteriormente expuesto, se puede determinar, que la estructura existente, donde se instalará la instalación fotovoltaica objeto de este proyecto, seguirá siendo segura, tras la instalación de la misma.



3.- PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. OBJETO.

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones de la planta solar cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

3.2. CONDICIONES GENERALES.

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 "Contratación de Obras. Condiciones Generales", siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, así como el Código Técnico de la Edificación, y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa.

3.3. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES.

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- a) Reglamentación General de Contratación según Decreto 3410/75, de 25 de noviembre.
- b) Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/70, de 31 de diciembre.
- c) Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- d) Decreto de 12 de marzo de 1954 por el que se aprueba el Reglamento de Verificaciones eléctricas y Regularidad en el suministro de energía.
- e) Real Decreto 3275/1982 de 12 de Noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, así como las Ordenes de 6 de julio de 1984, de 18 de octubre de 1984 y de 27 de noviembre de 1987, por las que se aprueban y actualizan las Instrucciones Técnicas Complementarias sobre dicho reglamento.

- f) Real Decreto 3151/1968 de 28 de Noviembre, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.
- g) Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- h) Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- i) Ley 31/1995, de 8 de noviembre, sobre Prevención de Riesgos laborales y RD 162/97 sobre Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

3.4. SEGURIDAD EN EL TRABAJO.

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “i” del punto anterior y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

3.5. SEGURIDAD PÚBLICA.

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

3.6. DATOS DE LA OBRA.

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

3.5. REPLANTEO DE LA OBRA.

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de los mismos.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

3.7. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO.

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

3.8. RECEPCION DEL MATERIAL.

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

3.9. ORGANIZACION.

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

3.10. FACILIDADES PARA LA INSPECCION.

El Contratista proporcionará al Director de Obra o Delegados y colaboradores, toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, así como la mano de obra necesaria para los trabajos que tengan por objeto comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas, permitiendo el acceso a todas las partes de la obra e incluso a los talleres o fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

3.11. CANALIZACIONES ELECTRICAS.

Los cables se colocarán dentro de tubos o canales, fijados directamente sobre las paredes, o bajo tubos enterrados, según se indica en Memoria, Planos y Mediciones.

Antes de iniciar el tendido de las líneas de cada serie en la parte de continua, deberán estar preparadas las necesarias canalizaciones al ejecutar la obra previa. Deberá replantearse sobre ésta en forma visible la situación de las cajas de registro y protección, así como el recorrido de las líneas, señalando de forma conveniente la naturaleza de cada elemento.

3.12. IDENTIFICACION DE LAS INSTALACIONES.

Las canalizaciones eléctricas se establecerán de forma que por conveniente identificación de sus circuitos y elementos, se pueda proceder en todo momento a reparaciones, transformaciones, etc.

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón, negro o gris.

3.13. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.

La rigidez dieléctrica será tal que, desconectados los aparatos de utilización (receptores), resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2U + 1000$ V a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V.

Las corrientes de fuga no serán superiores, para el conjunto de la instalación o para cada uno de los circuitos en que ésta pueda dividirse a efectos de su protección, a la sensibilidad que presenten los interruptores diferenciales instalados como protección contra los contactos indirectos.

3.14. CAJAS DE EMPALME.

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material plástico resistente incombustible o metálicas, en cuyo caso estarán aisladas interiormente y protegidas contra la oxidación. Deberán ser de Clase II. En ningún caso se permitirá la unión de conductores, como empalmes o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión.

Los conductos se fijarán firmemente a todas las cajas de salida, de empalme y de paso, mediante contratuercas y casquillos. Se tendrá cuidado de que quede al descubierto el número total de hilos de rosca al objeto de que el casquillo pueda ser perfectamente apretado contra el extremo del conducto, después de lo cual se apretará la contratuerca para poner firmemente el casquillo en contacto eléctrico con la caja.

Los conductos y cajas se sujetarán por medio de clavos Split sobre metal. Los pernos de fijador de tipo tornillo se usarán en instalaciones permanentes, los de tipo de tuerca cuando se precise desmontar la instalación, y los pernos de expansión serán de apertura efectiva. Serán de construcción sólida y capaces de resistir una tracción mínima de 20 kg. No se hará uso de clavos por medio de sujeción de cajas o conductos.

3.15. LINEA DE DISTRIBUCIÓN Y CANALIZACIÓN

La distribución del cableado deberá permitir un fácil acceso a todas las partes del mismo y la identificación del sistema a que pertenece.

Las canalizaciones que transcurran por el interior de los seguidores, se realizarán mediante tubo rígido de PVC curvable en caliente, o bien tubo flexible de poliamida de sección variable en función del número de cables a alojar. Las derivaciones y conexiones de las líneas se realizarán en cajas estancas de registro.

Los cables serán de aislamiento Clase II, de polietileno reticulado y cubierta de PVC, tipo RV-0,6/1 KV, s/UNE 21-123.

Las conexiones se realizarán de forma segura, con terminales, indicando el número identificador según esquemas.

3.16. INTERRUPTORES AUTOMÁTICOS.

A la salida de los inversores, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de protección contra sobrecargas de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobrecargas para todos los conductores (fases y neutro) de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

3.17. FUSIBLES.

Los fusibles serán de alta capacidad de ruptura, limitadores de corriente.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

3.18. INTERRUPTORES DIFERENCIALES.

En la parte de alterna, la protección contra contactos directos se asegurará adoptando las siguientes medidas:

Protección por aislamiento de las partes activas. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo.

Protección por medio de barreras o envolventes. Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras. Si se necesitan aberturas mayores para la reparación de piezas o para el buen funcionamiento de los equipos, se adoptarán precauciones apropiadas para impedir que las personas o animales domésticos toquen las partes activas y se garantizará que las personas sean conscientes del hecho de que las partes activas no deben ser tocadas voluntariamente.

Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual. Esta medida de protección está destinada solamente a complementar otras medidas de protección contra los contactos directos.

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación". Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Se cumplirá la siguiente condición: $R_a \times I_a \times U$, donde:

- R_a es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- I_a es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (50 ó 24V).

3.19. EQUIPOS DE MEDIDA.

Los contadores de energía activa y reactiva estarán homologados por el organismo competente.

La tierra de medida estará unida a la tierra del neutro de Baja Tensión constituyendo la tierra de servicio, que será independiente de la tierra de protección.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrán en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la compañía suministradora.

3.20. LÍNEA DE PUESTA A TIERRA.

3.20.1. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.

En concreto la instalación cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 (artículo 15) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En concreto:

1. La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

2. 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.

3. 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 que sean de aplicación.

No se indica en el R.D. 1699/2011 pero se indica en la normativa, que las masas de la instalación fotovoltaica, así como de las otras masas del lugar, estarán conectadas de forma independiente de los conductores correspondientes a la puesta a tierra del pararrayo o pararrayos del lugar si los hubiera (los conductores provenientes de la instalación captadora de rayos y de derivación se conectarán directamente con la puesta a tierra del edificio o lugar de emplazamiento).

3.21. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA.

La aparatamenta se someterá en fábrica a una serie de ensayos para comprobar que están libres de defectos mecánicos y eléctricos.

En particular se harán por lo menos las siguientes comprobaciones:

- Se medirá la resistencia de aislamiento con relación a tierra y entre conductores, que tendrá un valor de al menos 0,50 Mohm.
- Una prueba de rigidez dieléctrica, que se efectuará aplicando una tensión igual a dos veces la tensión nominal más 1.000 voltios, con un mínimo de 1.500 voltios,

durante 1 minuto a la frecuencia nominal. Este ensayo se realizará estando los aparatos de interrupción cerrados y los cortocircuitos instalados como en servicio normal.

- Se calibrarán y ajustarán todas las protecciones de acuerdo con los valores suministrados por el fabricante.

3.22. MEDIOS AUXILIARES.

No se abonarán en concepto de medios auxiliares más cantidades que las que figuren explícitamente consignadas en presupuesto, entendiéndose que en todos los demás casos el costo de dichos medios está incluido en los correspondientes precios del presupuesto.

3.23. EJECUCION DE LAS OBRAS.

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

El Contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo. Salvo en el caso de subcontratas.

Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

3.24. SUBCONTRATACION DE LAS OBRAS.

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

- a) Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

3.25. PLAZO DE EJECUCION.

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

3.26. RECEPCION PROVISIONAL.

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

3.27. MANTENIMIENTO.

El mantenimiento de una instalación fotovoltaica debe asegurar el correcto funcionamiento del sistema, manteniendo las condiciones óptimas que existían en su puesta en marcha inicial y minimizando el riesgo de aparición de averías.

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

Para llevar a cabo dicho mantenimiento se suscribirá un contrato, con una duración mínima inicial de cinco años, donde vendrán definidas las condiciones de operación tanto normal, para el mantenimiento preventivo, como en caso de averías, mantenimiento correctivo. Asimismo, se contratará un seguro de daños, y pérdida de beneficios, en caso de siniestro como por ejemplo; robo, caída de pedrisco, avería de origen eléctrico, etc....., de forma que se siga asegurando la rentabilidad de la instalación.





4.- PRESUPUESTO

4.1. PRESUPUESTO INSTALACIÓN DE 27,6 kW (27 kWp).

- 108 PANELES SOLARES SUNTECH STP250S-20/Wd, a 60,00 €/u	6.480,00 €
- ESTRUCTURAS SOPORTE A CUBIERTA, a 500,00 €/u	500,00 €
- 1 INVERSORES, ABB TRIO 27.6 TL OUTD, a 1.000,00 €/u	1.000,00 €
- INSTALACIÓN ELÉCTRICA, MATERIALES Y MANO DE OBRA	1.670,00 €
- SISTEMA DE NO VERTIDO A RED	200,00 €
- PROYECTOS, VISADOS, LEGALIZACIÓN INSTALACIÓN (no tasas)	300,00 €
TOTAL	10.150,00 €

4.2. DESGLOSE PRESUPUESTO POR PARTIDAS

4.2.1. PANELES SOLARES

- Panel solar SUNTECH STP250S-20/Wd	108	60	6.480,00 €
TOTAL			6.480,00 €

4.2.2. ESTRUCTURAS SOPORTE

- Anclaje autorroscante a cubierta	180	0,10 €	18,00 €
- Guías, tornillería, perfiles	1	482,00 €	482,00 €
TOTAL			500,00 €

4.2.3. INVERSORES

- Inversor ABB TRIO 27.6 TL OUTD	1	1.000,00	1.000,00 €
TOTAL			1.000,00 €

4.2.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

- Cableado de cobre, varias secciones	300	0,30 €	90,00 €
- Conectores fotovoltaicos	24	0,50 €	12,00 €
- Pequeño material	1	40,00 €	40,00 €
- Caja cuadro de protecciones en continua	1	50,00 €	50,00 €
- Caja cuadro de protecciones en alterna	1	60,00 €	60,00 €
- Montaje de paneles, y conexionado eléctrico	1	1.418,00 €	1.418,00 €
TOTAL			1.670,00 €

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

4.2.5. CUADRO DE MANIOBRA PARA NO VERTIDO A RED

- Autómata, controladores de corriente y contactores	200,00 €
TOTAL	200,00 €

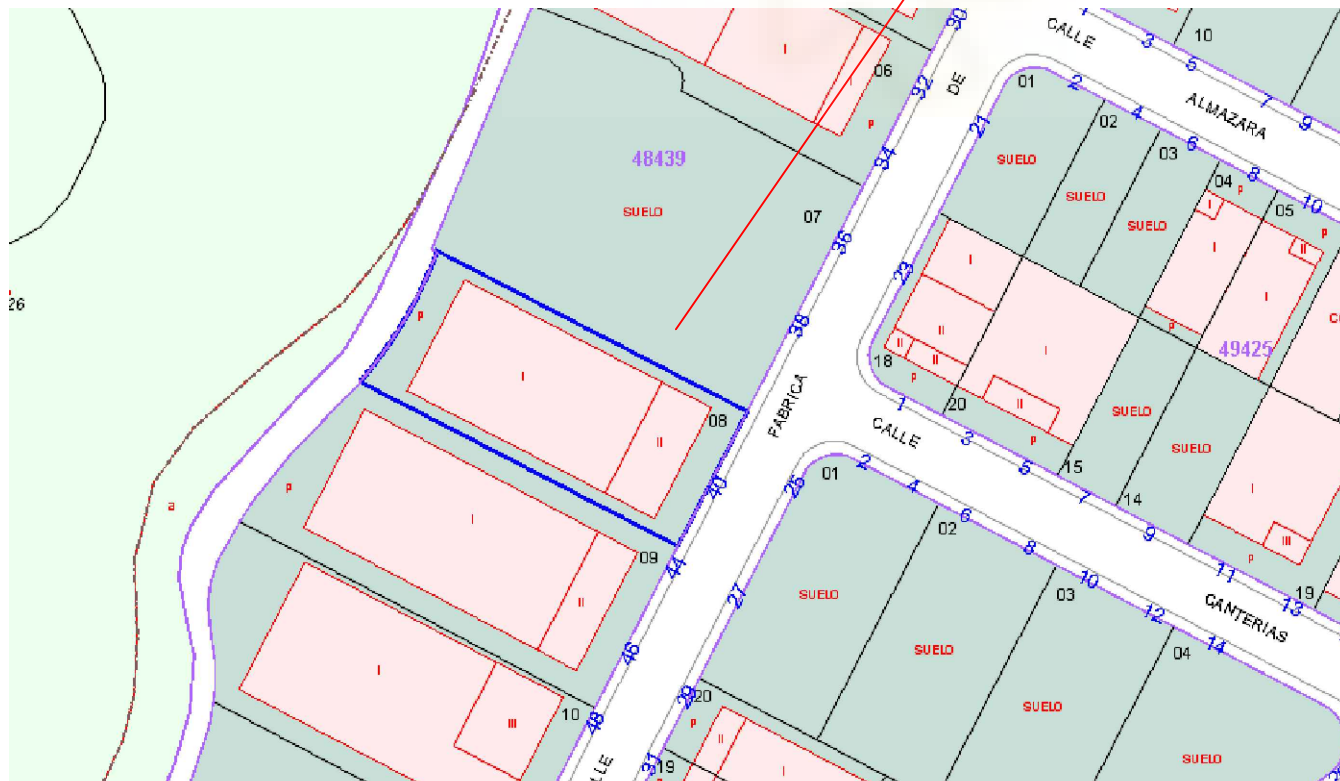
4.2.6. PROYECTOS, VISADOS, LEGALIZACIÓN INSTALACIÓN (no tasas).

- Realización de proyecto fotovoltaico	150,00 €
- Legalización de las instalaciones	50,00 €
- Dirección de obra, y redacción final de obra	100,00 €
TOTAL	300,00 €

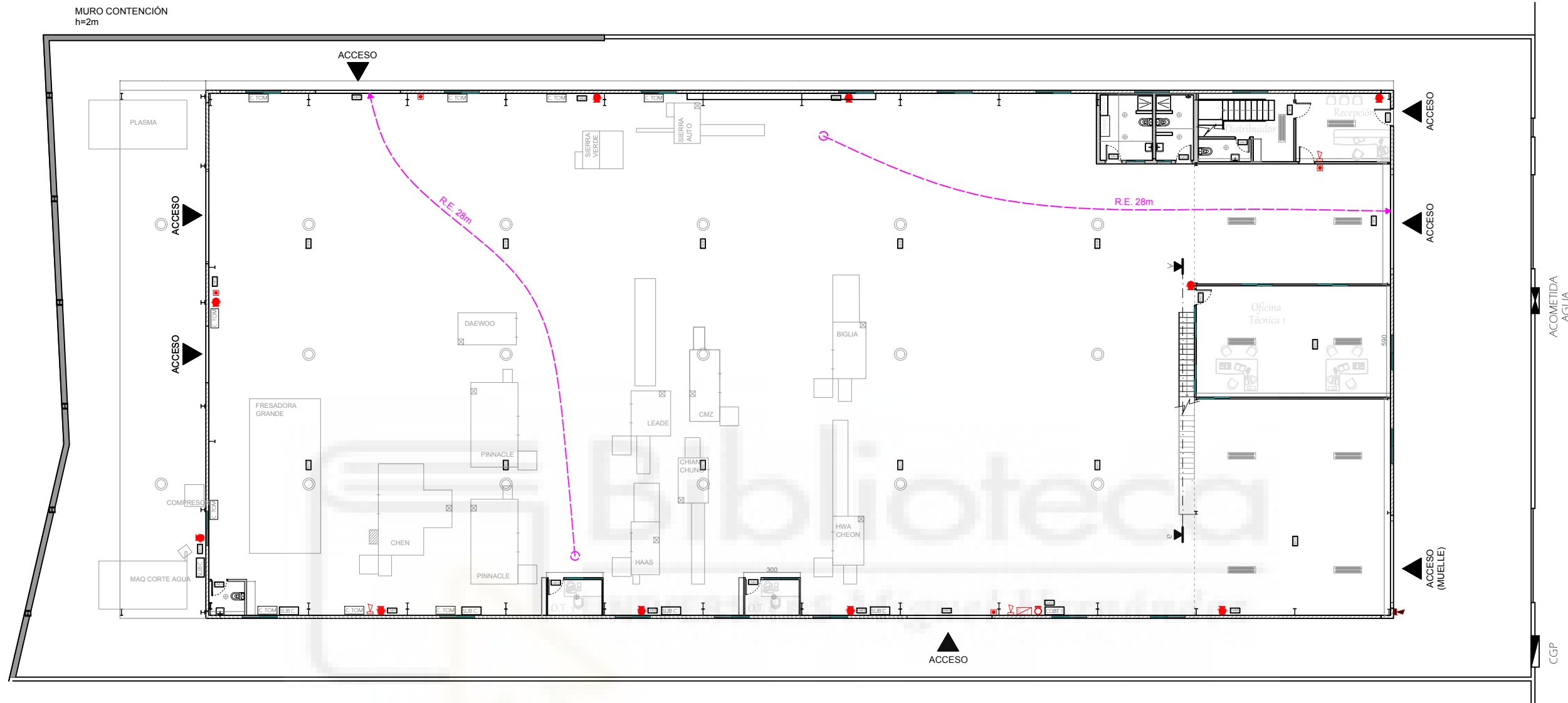


5.- PLANOS





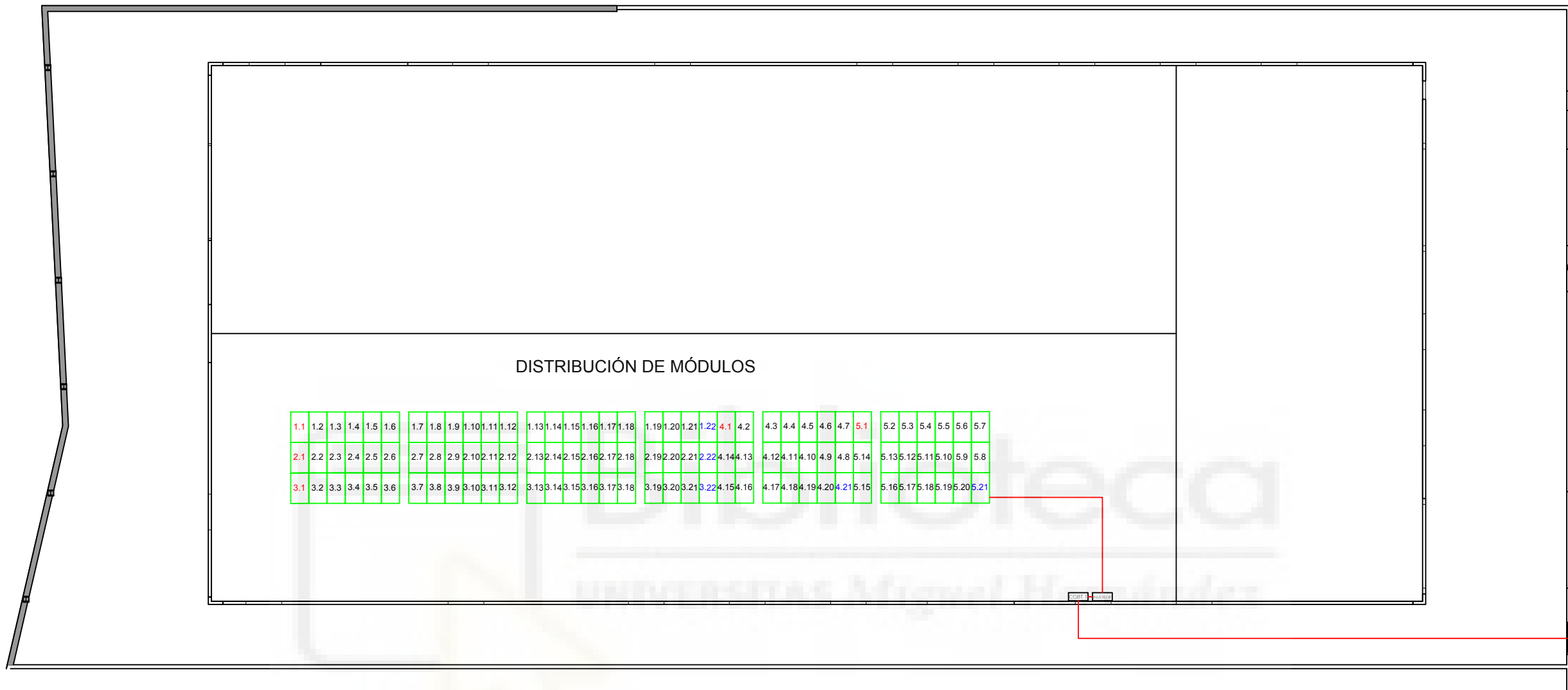
AUTOSUMMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED			
NOV. 2017	Edición: 01	Estimación: SITUACIÓN	ELABO N. 1 E S/N
		Proyecto: MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L. C/ ELDA, 34 03330. CREVILLENTE (ALICANTE)	JAVIER NAVARRO TORRES
		Situación: C/ FABRICA DE LA LUZ, 40 ASPE (ALICANTE)	



- CENTRAL DE INCENDIO CONVENCIONAL
- SIRENA EXTERIOR
- SIRENA INTERIOR
- EXTINTOR 6 kg POLVO ABC
- EXTINTOR 5 kg CO2
- PULSADOR REARMABLE
- LUMINARIA EMERGENCIA 215 lm
- CUADRO GENERAL DE BAJA TENSION
- CUADRO SECUNDARIO
- CUADRO DE TOMAS (TOMAS TRIFÁSICAS Y MONOFÁSICAS)
- REGLETA 2 x58W
- CAMPANA 600W
- DOWN LIGHT

AUTOSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED			
NOV. 2017	Edición: 01	Estimación: DISTRIBUCIÓN PLANTA BAJA	ELABO N. 2
		Proyecto: MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L. C/ ELDA, 34 03330. CREVILLENTE (ALICANTE)	E S/N
		Situación: C/ FABRICA DE LA LUZ, 40 ASPE (ALICANTE)	JAVIER NAVARRO TORRES

MURO CONTENCIÓN
h=2m



C/ FÁBRICA DE LA LUZ

AUTOSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

NOV. 2017

Edición: 01

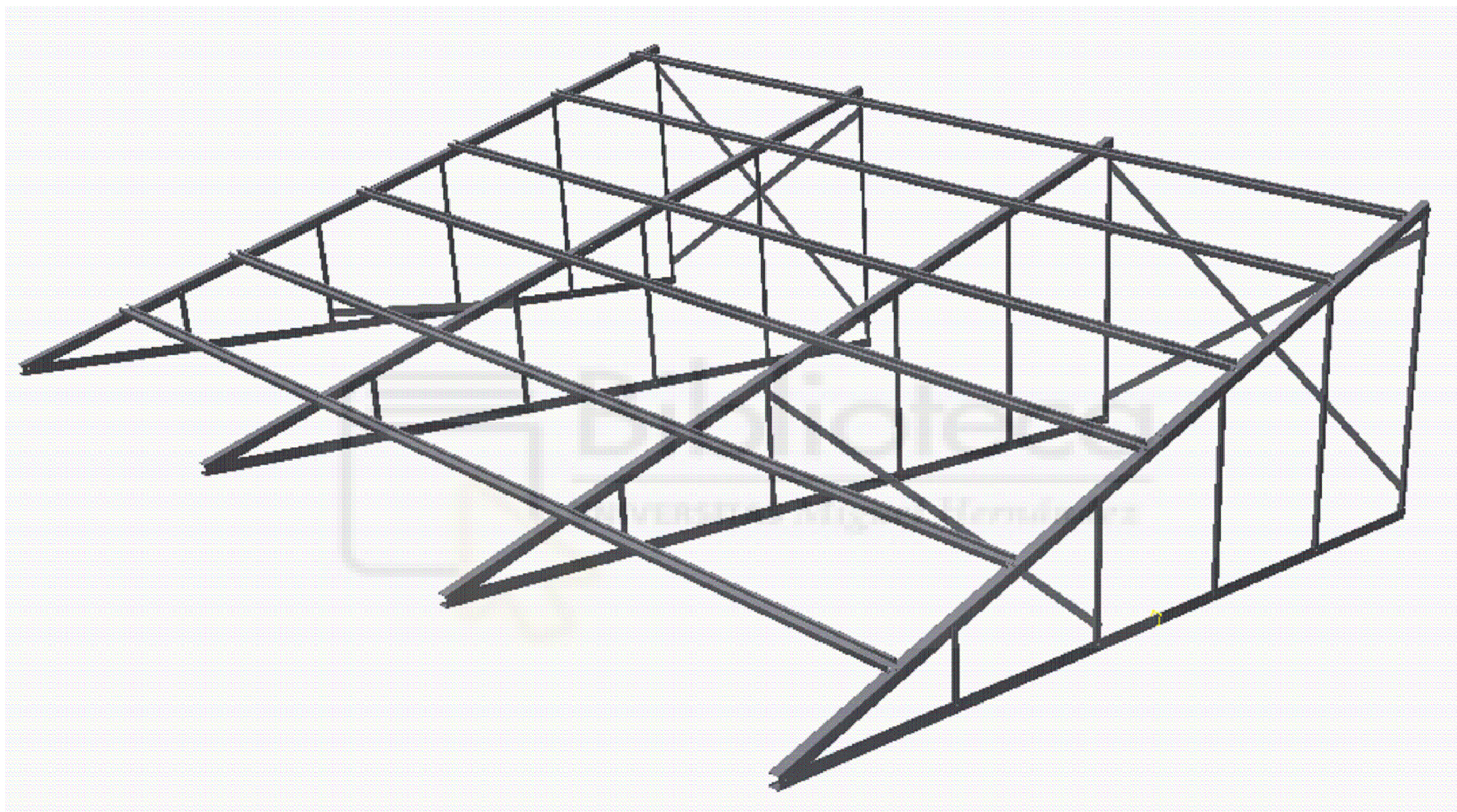
Estimación: **ESTRUCTURA DE LOS MÓDULOS**

ELABO N. **3** E S/N

Proyecto: **MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L.
C/ ELDA, 34
03330, CREVILLENTE (ALICANTE)**

JAVIER NAVARRO TORRES

Situación: **C/ FABRICA DE LA LUZ, 40
ASPE (ALICANTE)**



AUTOSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

NOV. 2017	Edición: 01	Estimación: ESTRUCTURA	PLANO N. 4	E S/N
		Proyecto: MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L. C/ ELDA, 34 03330, CREVILLENTE (ALICANTE)	JAVIER NAVARRO TORRES	
		Situación: C/ FABRICA DE LA LUZ, 40 ASPE (ALICANTE)		

Int Dif 63 A 300 mA 4P

Int. Mag 50 A 4P

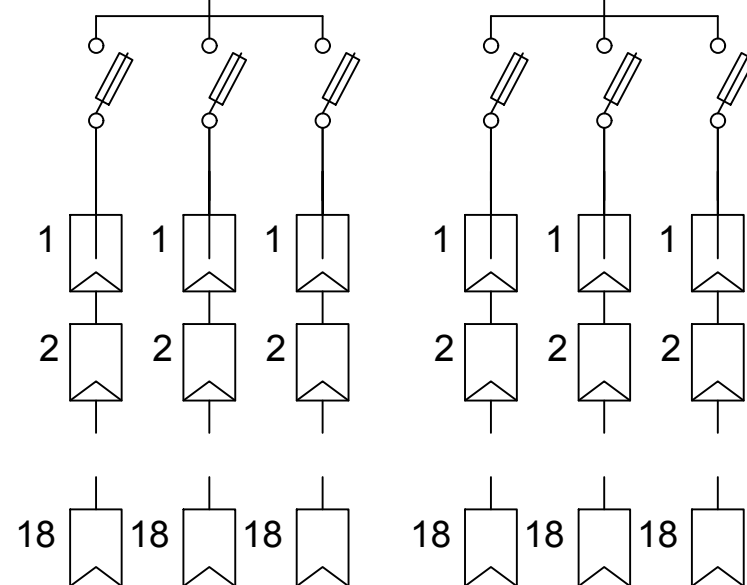
H07Z1-(AS) 10 mm2

Cuadro de Protección y Mando

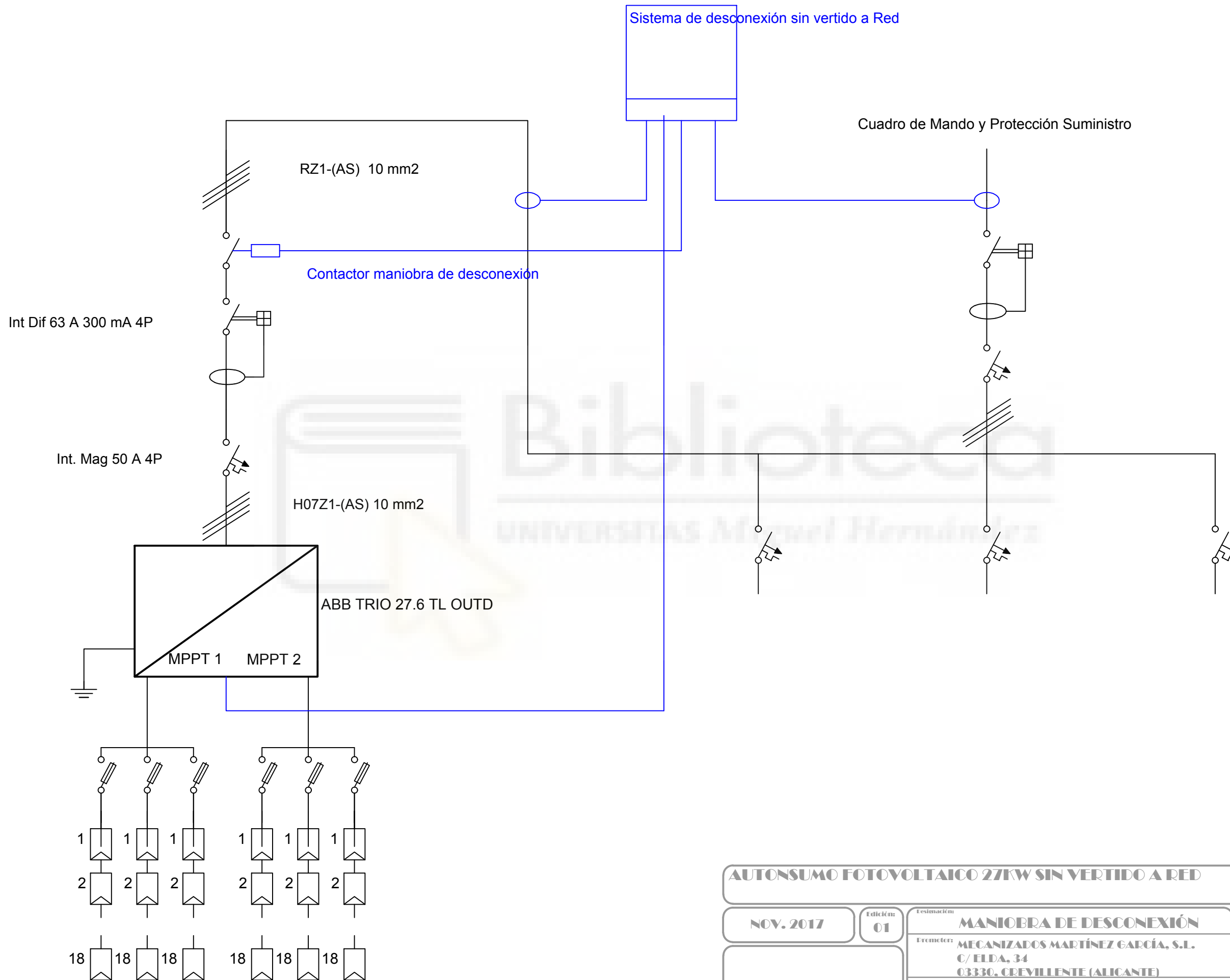
RZ1-(AS) 10 mm2

ABB TRIO 27.6 TL OUT

MPPT 1 MPPT 2



AUTONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED			
NOV. 2017	Edición: 01	Estimación: ESQUEMA UNIFILAR	ELABO. N. 5
		Proyecto: MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L. C/ ELDA, 34 03330. CREVILLENTE (ALICANTE)	E S/N
		Situación: C/ FABRICA DE LA LUZ, 40 ASPE (ALICANTE)	JAVIER NAVARRO TORRES



AUTOSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED			
NOV. 2017	Edición: 01	Estimación: MANIOBRA DE DESCONEXIÓN	ELABO. N. 6 E S/N
		Proyector: MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L. C/ ELDA, 34 03330, CREVILLENTE (ALICANTE)	JAVIER NAVARRO TORRES
		Situación: C/ FABRICA DE LA LUZ, 40 ASPE (ALICANTE)	

ANEXOS



ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS.

INDICE

	Identificación de Agentes Intervinientes	
	Normativa y Legislación Aplicable.	
	Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.	
	Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.	
	Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.	
	Medidas para la separación de los residuos en obra.	
	Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición.	
	Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.	

1.- IDENTIFICACIÓN DE AGENTES INTERVINIENTES.

Los Agentes Intervinientes en la Gestión de los Residuos de la Construcción del presente local son:

EL PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (PROMOTOR):

MECANIZADOS MARTÍNEZ GARCÍA, S.L.
POL. IND. FAIMA
C/ ELDA, 1
0330 CREVILLEN (Alicante)
C.I.F.: B53964326

El Promotor es el PRODUCTOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, por ser la persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en la obra de construcción o demolición; además de ser la persona física o jurídica titular de la instalación que necesita su montaje en la vivienda. También por ser la persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de instalación realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en este real decreto y, en particular, en el estudio de gestión de residuos de la obra o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En aplicación del art. 46., de la Ley 10/2000, y sin perjuicio de los registros ya existentes en materia de producción de residuos peligrosos, se crea el Registro de Productores de Residuos de la Comunidad Valenciana. El registro se compone de dos secciones: la sección primera, en la que se inscribirán todas aquellas personas físicas o jurídicas autorizadas para la producción de los residuos peligrosos, y la sección segunda, en la que se inscribirán todas aquellas personas o entidades autorizadas para la producción de los residuos no peligrosos que planteen excepcionales dificultades para su gestión.

EL POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (CONSTRUCTOR):

EMPRESA CONTRATADA PARA LA INSTALACIÓN

El contratista principal es el POSEEDOR DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN, por ser la persona física o jurídica que tiene en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostenta la condición de gestor de residuos. Tienen la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecuta la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. No tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en el presente ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El plan, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un GESTOR DE RESIDUOS o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se regirá por lo establecido en el artículo 33 de la Ley 10/1998, de 21 de abril.

El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentren en su poder, a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón:	80'00 tn.
Ladrillos, tejas, cerámicos:	40'00 tn.
Metal:	2'00 tn.
Madera:.....	1'00 tn.
Vidrio:	1'00 tn.
Plástico:	0'50 tn.
Papel y cartón:	0'50 tn.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan.

2.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE.

Para la elaboración del presente estudio se han tenido presente las siguientes normativas:

- Artículo 45 de la Constitución Española artículo 45 de la Constitución Española.
- La Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.
- El Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006, aprobado por Acuerdo de Consejo de Ministros, de 1 de junio de 2001.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- LEY 10/2000, de 12 de diciembre, de Residuos de la Comunidad Valenciana de PRESIDENCIA DE LA GENERALITAT.

3.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

Se va a proceder a practicar una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos:

A continuación se describe con un marcado al final de cada elemento, para cada tipo de residuos de construcción y demolición (RCD) que se identifique en la obra de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por Orden MAM/304/ 2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, o sus modificaciones posteriores, en función de las Categorías de Niveles I, II.

Si bien dada la naturaleza de la presente instalación, donde se van a integrar elementos en la construcción existente, sin generación de residuos salvo el polvo resultante de realizar taladros, algún pequeño resto de metal y plástico, y los restos de pelado de cableado de cobre, no habrá ningún elemento de residuo.

Descripción según Art. 17 del Anexo III de la ORDEN MAM/304/2002	Cód. LER.	
A.1.: RCDs Nivel I		
1. Tierras y pétreos de la excavación		
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	17 05 04	
Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 05	17 05 06	
Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07	17 05 08	
A.2.: RCDs Nivel II		
RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto		
Mezclas Bituminosas distintas a las del código 17 03 01	17 03 02	
2. Madera		
Madera	17 02 01	
3. Metales (incluidas sus aleaciones)		
Cobre, bronce, latón	17 04 01	√
Aluminio	17 04 02	
Plomo	17 04 03	
Zinc	17 04 04	
Hierro y Acero	17 04 05	√
Estaño	17 04 06	
Metales Mezclados	17 04 07	
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10	17 04 11	
4. Papel		
Papel	20 01 01	
5. Plástico		
Plástico	17 02 03	√
6. Vidrio		
Vidrio	17 02 02	
7. Yeso		
Materiales de Construcción a partir de Yeso distintos de los 17 08 01	17 08 02	

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

RCD: Naturaleza pétreo

1. Arena, grava y otros áridos

Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07	01 04 08	
Residuos de arena y arcilla	01 04 09	

2. Hormigón

Hormigón	17 01 01	
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del código 17 01 06	17 01 07	

3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos

Ladrillos	17 01 02	
Tejas y Materiales Cerámicos	17 01 03	√
Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distinta del código 17 01 06	17 01 07	

4. Piedra

RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	
---	----------	--

RCD: Potencialmente peligrosos y otros

1. Basuras

Residuos biodegradables	20 02 01	√
Mezclas de residuos municipales	20 03 01	

2. Potencialmente peligrosos y otros

Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP's)	17 01 06	
Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas	17 02 04	
Mezclas Bituminosas que contienen alquitrán de hulla	17 03 01	
Alquitrán de hulla y productos alquitranados	17 03 03	
Residuos Metálicos contaminados con sustancias peligrosas	17 04 09	
Cables que contienen Hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras SP's	17 04 10	
Materiales de Aislamiento que contienen Amianto	17 06 01	
Otros materiales de aislamiento que contienen sustancias peligrosas	17 06 03	
Materiales de construcción que contienen Amianto	17 06 05	
Materiales de Construcción a partir de Yeso contaminados con SP's	17 08 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen Mercurio	17 09 01	
Residuos de construcción y demolición que contienen PCB's	17 09 02	
Otros residuos de construcción y demolición que contienen SP's	17 09 03	
Materiales de aislamiento distintos de los 17 06 01 y 17 06 03	17 06 04	
Tierras y piedras que contienen sustancias peligrosas	17 05 03	
Lodos de drenaje que contienen sustancias peligrosas	17 05 05	
Balasto de vías férreas que contienen sustancias peligrosas	17 05 07	
Absorbentes contaminados (trapos...)	15 02 02	
Aceites usados (minerales no clorados de motor..)	13 02 05	
Filtros de aceite	16 01 07	
Tubos fluorescentes	20 01 21	√
Pilas alcalinas y salinas	16 06 04	
Pilas botón	16 06 03	
Envases vacíos de metal contaminados	15 01 10	
Envases vacíos de plástico contaminados	15 01 10	
Sobrantes de pintura	08 01 11	
Sobrantes de disolventes no halogenados	14 06 03	
Sobrantes de barnices	08 01 11	
Sobrantes de desencofrantes	07 07 01	
Aerosoles vacíos	15 01 11	
Baterías de plomo	16 06 01	
Hidrocarburos con agua	13 07 03	
RCDs mezclados distintos de los códigos 17 09 01, 02 y 03	17 09 04	

Para la Estimación de la cantidad de cada tipo de residuo que se generará en la obra, en toneladas y metros cúbicos, en función de las categorías

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

determinadas en las tablas anteriores, para la Obra de Reforma y en ausencia de datos más contrastados, se adopta el criterio de manejarse con parámetros estimativos con fines estadísticos de 10'00 cm de altura de mezcla de residuos por m2 construido según usos con una densidad tipo del orden de 1'50 tn/m3 a 0'50 tn/m3....

USOS PRINCIPALES DE LA OBRA	s m ² superficie construida	v m ³ volumen residuos (S x 0'10)	d densidad tipo entre 1'50 y 0'50 tn/m ³	Tn tot toneladas de residuo (v x d)
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA CONEXIÓN A RED SOBRE CUBIERTA EXISTENTE	0	0	0	0
			TOTAL (Tn):	0

Una vez se obtiene el dato global de Tn de RCDs por m2 construido, se procede a continuación a estimar el peso por tipología de residuos utilizando en ausencia de datos en la Comunidad Valenciana, los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos (Plan Nacional de RCDs 2001-2006).

RCD: Naturaleza no pétreo		
1. Asfalto	0,000	0,00
2. Madera	0,000	0,00
3. Metales	0,000	0,00
4. Papel	0,000	0,00
5. Plástico	0,000	0,00
6. Vidrio	0,000	0,00
7. Yeso	0,000	0,00
Total estimación (tn)	0,000	0,00
RCD: Naturaleza pétreo		
1. Arena, grava y otros áridos	0,000	0,00
2. Hormigón	0,000	0,00
3. Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	0,000	0,00
4. Piedra	0,000	0,00
Total estimación (tn)	0,00	0,00
RCD: Potencialmente Peligrosos y otros		
1. Basura	0,000	0,00
2. Pot. Peligrosos y otros	0,000	0,00
Total estimación (tn)	0,00	0,00
TOTAL ESTIMADO	100%	0,00

4.- MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO.

En el presente punto se justificarán las medidas tendentes a la prevención en la generación de residuos de construcción y demolición. Además, en la fase de proyecto de la obra se ha tenido en cuenta las alternativas de diseño y constructivas que generen menos residuos en la fase de construcción y de explotación, y aquellas que favorezcan el desmantelamiento ambientalmente correcto de la obra al final de su vida útil.

Los RCDs correspondientes a la familia de “Tierras y Pétreos de la Excavación”, se ajustarán a las dimensiones específicas del Proyecto, en cuanto a los Planos de Cimentación y siguiendo las pautas del Estudio Geotécnico, del suelo donde se va a proceder a excavar.

Respecto de los RCD de “Naturaleza No Pétreo”, se atenderán a las características cualitativas y cuantitativas, así como las funcionales de los mismos.

Respecto a los productos derivados de la Madera, esta se replanteará junto con el oficial de carpintería a fin de utilizar el menor número de piezas y se pueda economizar en la manera de lo posible su consumo.

Los Elementos Metálicos, incluidas sus aleaciones, se pedirán los mínimos y necesarios a fin de proceder a la ejecución de los trabajos donde se deban de utilizarse. El Cobre, Bronce y Latón se aportará a la obra en las condiciones prevista en su envasado, con el número escueto según la dimensión determinada en Proyecto y siguiendo antes de su colocación de la planificación correspondiente a fin de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.

Respecto al uso del Aluminio, se exigirá por el carpintero metálica, que aporte todas las secciones y dimensiones fijas del taller, no produciéndose trabajos dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes Kits prefabricados.

Respecto al Hierro y el Acero, tanto el ferrallista tanto el cerrajero, como carpintero metálica, deberá aportar todas las secciones y dimensiones fijas del taller, no produciéndose trabajos dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes Kits prefabricados.

Los materiales derivados de los envasados como el Papel o Plástico, se solicitará de los suministradores el aporte en obra con el menor número de embalaje, renunciando al superfluo o decorativo.

En cuanto a los RCD de Naturaleza Pétreo, se evitará la generación de los mismos como sobrantes de producción en el proceso de fabricación, devolviendo en lo posible al suministrante las partes del material que no se fuesen a colocar. Los Residuos de Grava, y Rocas Trituradas así como los Residuos de Arena y Arcilla, se interna en la medida de lo posible reducirlos a fin de economizar la

forma de su colocación y ejecución. Si se puede los sobrantes inertes se reutilizaran en otras partes de la obra.

El aporte de Hormigón, se intentará en la medida de lo posible utilizar la mayor cantidad de fabricado en Central. El Fabricado “in situ”, deberá justificarse a la D. F., quien controlará las capacidades de fabricación. Los pedidos a la Central se adelantarán siempre como por “defecto” que con “exceso”. Si existiera en algún momento sobrante deberá utilizarse en partes de la obra que se deje para estos menesteres, por ejemplo soleras en planta baja o sótanos, acerados, etc ...

Los restos de Ladrillos, Tejas y Materiales Cerámicos, deberán limpiarse de las partes de aglomerantes y estos restos se reutilizarán para su reciclado, se aportará, también a la obra en las condiciones prevista en su envasado, con el número escueto según la dimensión determinada en Proyecto y siguiendo antes de su colocación de la planificación correspondiente a fin de evitar el mínimo número de recortes y elementos sobrantes.

5.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA.

En cuanto a las Previsión de operaciones de Reutilización, se adopta el criterio de establecerse “en la misma obra” o por el contrario “en emplazamientos externos”. En este último caso se identifica el destino previsto.

Para ello se han marcado en las casillas, según lo que se prevea aplicar en la obra

La columna de “destino previsto inicialmente” se opta por:

- 1) propia obra ó
- 2) externo.

Operación prevista	Destino previsto inicialmente
No se prevé operación de reutilización alguna	
√ Reutilización de tierras procedentes de la excavación	Depósito Municipal
√ Reutilización de residuos minerales o petreos en áridos reciclados o en urbanización	Idem
√ Reutilización de materiales cerámicos	Idem
√ Reutilización de materiales no pétreos: madera, vidrio,...	Idem
√ Reutilización de materiales metálicos	Idem
Otros (indicar)	

6.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA.

Los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas

fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Hormigón:	80'00 tn.
Ladrillos, tejas, cerámicos:	40'00 tn.
Metal:	2'00 tn.
Madera:.....	1'00 tn.
Vidrio:	1'00 tn.
Plástico:	0'50 tn.
Papel y cartón:	0'50 tn.

Respecto a las medidas de separación o segregación "in situ" previstas dentro de los conceptos de la clasificación propia de los RCDs de la obra como su selección, se adjunta en la tabla adjunta las operaciones que se tendrán que llevar a cabo en la obra.

- √ Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- √ Derribo separativo/ Segregación en obra nueva (ej: pétreos, madera, metales, plasticos+cartón+envases, orgánicos, peligrosos).
- √ Derribo integral o recogida de escombros en obra nueva "todo mezclado", y posterior tratamiento en planta



7.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

Las determinaciones particulares a incluir en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra, se describen a continuación en las casillas tildadas.

- √ Para los derribos: se realizarán actuaciones previas tales como apeos, apuntalamientos, estructuras auxiliares.....para las partes ó elementos peligrosos, referidos tanto a la propia obra como a los edificios colindantes. Como norma general, se procurará actuar retirando los elementos contaminantes y/o peligrosos tan pronto como sea posible, así como los elementos a conservar o valiosos (cerámicos, mármoles.....). Seguidamente se actuará desmontando aquellas partes accesibles de las instalaciones, carpintería, y demás elementos que lo permitan. Por último, se procederá derribando el resto.
- √ El depósito temporal de los escombros, se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 metro cúbico, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios, también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

√ El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, chatarra...), que se realice en contenedores o en acopios, se deberá señalar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

√ El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos, al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a las obras a la que prestan servicio.

√ En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

√ Se deberán atender los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje/gestores adecuados. La Dirección de Obras será la responsable última de la decisión a tomar y su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.

√ Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera ...) son centros con la autorización autonómica de la Consejería de Medio Ambiente, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dicha Consejería, e inscritos en los registros correspondientes. Asimismo se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final. Para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

√ La gestión (tanto documental como operativa) de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o se generen en una obra de nueva planta se regirá conforme a la legislación nacional vigente (Ley 10/1998, Real Decreto 833/88, R.D. 952/1997 y Orden MAM/304/2002), la legislación autonómica y los requisitos de las ordenanzas locales.

Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...), serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipales.

√ Para el caso de los residuos con amianto, se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos. Anexo II. Lista de Residuos. Punto 17 06 05* (6), para considerar dichos residuos como peligrosos o como no peligrosos. En cualquier caso, siempre se

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto. Art. 7., así como la legislación laboral de aplicación.

√ Los restos de lavado de canaletas/cubas de hormigón, serán tratados como residuos “escombros”.

√ Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.

√ Las tierras superficiales que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, será retirada y almacenada durante el menor tiempo posible, en caballones de altura no superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación, y la contaminación con otros materiales.

8.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

La valoración del coste previsto de la gestión correcta de los residuos de construcción y demolición, coste que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo aparte, se atenderá a la distinta tipología de los RCDs, definidos anteriormente.

Volumen de Residuos m ³	A.1.: RCDs Nivel		A.2.: RCDs Nivel II		
	Tierras y pétreos de la excavación	Rcd Naturaleza Pétreo	Rcd Naturaleza no Pétreo	RCD Potencialmente peligrosos	
	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total m³	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

El Presupuesto de Ejecución Material del Proyecto es de: 10.150,00 €, es importante considerar que los Residuos de Construcción y Demolición, no se valoren por debajo del 0'20% del Presupuesto de la Obra.

Por tanto, de forma genérica la valoración para este porcentaje asciende a la cantidad de: 0'20% s/PEM = 0'20% s/ 10.150= 20,30 €.

A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs (cálculo fianza)

Tipología RCDs	Estimación (m ³)*	Precio gestión en Planta/Vertedero/Cantera/Gestor (€/m ³)**	Importe (€)
A.1.: RCDs Nivel I			

PROYECTO DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO 27KW SIN VERTIDO A RED

Tierras y pétreos de la excavación (A.1. RCDs Nivel I).	0'00 m ³	0	0'00 €
--	---------------------	---	--------

A.2.: RCDs Nivel II

Rcd Naturaleza Pétreo	0,00 m ³	10	0,00 €
Rcd Naturaleza no Pétreo	0,00 m ³	10	0,00 €
RCD:Potencialmente peligrosos	0,00 m ³	10	0,00 €

(A.2. RCDs Nivel II). (mín: 0,2 % del Presupuesto de la obra)

B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN***

B.1. Porcentaje del Presupuesto de obra hasta cubrir RCDs Nivel I	0'00 €
B.2. Porcentaje del Presupuesto de obra hasta cubrir RCDs Nivel II	00,00 €
B.3. % Presupuesto de Obra (otros costes) [0'10 % - 0'20 %]	20,30 €

TOTAL DEL PRESUPUESTO DEL PLAN DE GESTIÓN RCDs	20,30 €
---	----------------

