



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

*Instalación solar fotovoltaica
para la modalidad de
compensación compartida,
sita en la parcela 92 del
polígono 3 del término
municipal de Moncada,
Valencia*

MEMORIA PRESENTADA POR:

Ainhoa Colechá Sarrió

TUTOR/A:

Rafael Montoya Villena

GRADO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

Convocatoria de defensa: Julio 2021

RESUMEN

El presente proyecto consiste en diseñar una instalación fotovoltaica para la generación de energía eléctrica con el objetivo de consumirla y reducir así el consumo de la red, mientras que los sobrantes serán inyectados a red para luego venderse en el mercado eléctrico. Se adaptará al espacio disponible en el suelo de la propiedad, se calculará la energía máxima que se podría generar, y la necesaria para abastecer en la mayor medida posible el consumo eléctrico de las viviendas y por último se hará un presupuesto del coste de realizar dicha instalación.

RESUM

El present projecte consisteix en dissenyar una instal·lació fotovoltaica per a la generació de energia elèctrica amb el objectiu de consumir-la i reduir així el consum de la xarxa, mentre que els sobrants seran inyectats a la xarxa per després vendre en el mercat elèctric. S'adaptarà al espai disponible en el sòl de la propietat, es calcularà la energia màxima que es podria generar, i la necessària per poder abastir en la major mesura possible el consum elèctric dels habitatges i per últim es farà un pressupost del cost de realitzar aquesta instal·lació.

ABSTRACT

The present project consists of designing a photovoltaic installation for the generation of electrical energy with the objective of consuming it and thus reducing the consumption of the network, while the surplus will be injected into the network and then sold on the electricity market. It will be adapted to the available space on the ground of the property, we will calculate the maximum energy that could be generated, and the necessary to supply as much as possible the electricity consumption of the houses and finally we will make a budget of the cost of such installation.

PALABRAS CLAVE

Paneles solares, energía renovable, ahorro energético, autoconsumo

Índice

1. Aspectos generales.....	4
1.1. Aspectos generales de las instalaciones de autoconsumo	4
1.2. Objetivo	6
1.3. Normativa vigente.....	6
2. Acuerdos de la instalación	8
3. Descripción de la instalación fotovoltaica.....	8
3.1. Emplazamiento	8
3.2. Orientación de los paneles solares	10
4. Estudio de la producción y consumo de energía diaria	10
5. Equipos Utilizados	12
5.1. Paneles solares fotovoltaicos.....	12
5.2. Estructura del soporte de módulos.....	13
5.3. Inversor	14
5.4. CPM y CGP.....	15
6. Tipo de conductores.....	15
7. Zanjas	15
8. Arquetas	15
9. Protecciones.....	16
9.1. Fusibles.....	16
9.2. Interruptor Automático (IAM).....	16
9.3. Diferencial	16
10. Puesta a tierra	16
11. Cálculos eléctricos.....	16
11.1. Paneles solares.....	16
11.2. Conductores	18
11.3. Fusible	19
11.4. Interupor Automático(IAM)	21
11.5. Diferencial	22
12. Pliego de condiciones.....	22
12.1. Antecedentes	22
12.2. Objeto.....	23
12.3. Diseño.....	23
12.3.1. Sisitemas generadores fotovoltaicos	23
12.3.2. Estructura soporte	25

12.3.3.Inversores.....	25
12.3.4.Cableado.....	27
12.3.5.Conexión a red	27
12.3.6.Medidas.....	27
12.3.7.Protecciones.....	27
12.3.8.Puesta a tierra de la instalación	28
12.3.9.Armónicos y compatibilidad electromagnética	28
12.4.Conexión a red	28
12.5.Producción energética	28
12.6.Recepción y pruebas	29
12.7.Programa de mantenimiento.....	30
12.8.Garantías	31
12.9.Impacto ambiental de la instalación	31
12.10.Consideraciones finales.....	32
13.Seguridad y Salud	32
13.1.Introducción	32
13.2.Designación coordinadores de seguridad y salud.....	32
13.3.Principios generales aplicables a la instalación.....	33
13.4.Riesgos	33
13.5.Planificación de la acción previa	35
13.5.1.Prevencción de riesgos profesionales.....	35
13.5.2.Prevencción de riesgos individuales	35
13.5.3.Prevencción de riesgos colectivos	36
13.5.4.Normas generales para el personal	37
13.5.5.Formación	38
13.5.6.Medicina preventiva y primeros auxilios	38
14.Presupuesto	39
14.1.Obra.....	39
14.2.Ejecución material.....	40
14.3.Equipos y documentación	41
15.Planos	42
16.Anexos.....	42

1. Aspectos generales

Las características de las viviendas a estudiar son las siguientes: viviendas unifamiliares de tres pisos con jardín.

Para el estudio se considerará el consumo necesario para abastecer en la medida de lo posible las viviendas en las diferentes épocas y horas del día.

La idea principal era hacer una instalación de autoconsumo compartido/colectivo acogida a compensación, pero como se verá más adelante analizando lo que dice la normativa vigente, para que esta instalación sea a través de red y no por red interior no puede acogerse a esta modalidad; ya que se trata de tres viviendas unifamiliares.

Por ello se ha decidido, como se explicará posteriormente, hacer una instalación de autoconsumo colectivo a través de red con excedentes no acogida a compensación, así ser una instalación lo más parecida posible a lo que un principio se iba a hacer.

1.1. Aspectos generales de las instalaciones de autoconsumo

Actualmente en España se están empezando a ver más viviendas que han optado por aprovechar la ventaja del tiempo para proveerse eléctricamente de energía solar puesto que en este país existe una alta irradiación solar, como muestran numerosos estudios cromatográficos, apropiada para este tipo de instalaciones.

En esta época el consumo energético medio por vivienda es bastante alto ya que la electricidad en gran medida forma parte de nuestra vida. Por esa razón la mayoría de las viviendas con autoconsumo no producen suficiente energía para poder abastecer su consumo, o para poder hacerlo se necesita una instalación fotovoltaica de mayor coste y con poca rentabilidad.

De este modo el autoconsumo ha ido evolucionando hasta que hoy en día hay varios tipos de este, los cuales se pueden diferenciar por tener un consumidor o varios, si hay excedentes o no y si esta acogida a compensación, tal y como se puede observar en la [Ilustración 1](#), de la tabla de autoconsumo obtenida de la guía IDEA 021:

Autoconsumo INDIVIDUAL Un consumidor asociado O Autoconsumo COLECTIVO Varios consumidores asociados	Instalación PRÓXIMA en RED INTERIOR Conexión Red interior.	SIN excedentes (individual) Mecanismo anti-vertido. SIN excedentes ACOGIDA a compensación (colectivo) Mecanismo anti-vertido.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR No existe TITULAR INSTALACIÓN Consumidor PROPIETARIO Puede ser diferente
		CON excedentes ACOGIDA a compensación Fuente renovable. Potencia de producción ≤ 100kW. Si aplica, contrato único consumo-auxiliares. Contrato de compensación No hay otro régimen retributivo.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo PROPIETARIO Puede ser diferente
		CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Resto de instalaciones con excedentes.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPRE PROPIETARIO Puede ser diferente
	Instalación PRÓXIMA a TRAVÉS DE RED Conexión a red BT del mismo centro de transformación. Distancia entre contadores generación y consumo < 500 m, ambos conectados en BT. Misma referencia catastral (14dígitos).	CON excedentes NO ACOGIDA a compensación Instalaciones con excedentes.	CONSUMIDOR Titular del suministro PRODUCTOR Titular de la instalación TITULAR INSTALACIÓN El inscrito en el registro de autoconsumo y RAIPRE PROPIETARIO Puede ser diferente

Ilustración 1: Tabla de autoconsumo

Para este proyecto se ha elegido una instalación en autoconsumo colectivo con excedentes, es decir con varios consumidores asociados, conectada a la red de distribución o transporte pudiendo ceder energía a la red. Las instalaciones con conexión en un punto externo a la red interior, con el fin de que la instalación se una a todos los consumidores mediante la red pública se denominan instalaciones próximas a través de red.

Por consiguiente, solo se puede optar a tener una instalación con excedentes no acogida a compensación, donde se inyectarán los excedentes de energía no autocosumida a la red y esta se venderá en el mercado eléctrico recibiendo un tratado igual al de el resto de energía que se produce por fuentes renovables, así que se le aplicaran los impuestos pertinentes como el Impuesto sobre el Valor de la Producción de Energía Eléctrica (IVPEE).

No obstante, es de extrañar que en un autoconsumo individual si pueda estar acogido a compensación, pero un autoconsumo compartido no, cuando la instalación es prácticamente la misma y hay pocos cambios a la hora de contratar el servicio, cosa que haría que este tipo de instalaciones fueran mas rentables y más llamativas par los usuarios pudiendo así tener mayor consumo de energías renovables favoreciendo el medio ambiente.

1.2. Objetivo

Este proyecto tiene como objetivo diseñar un sistema de autoconsumo compartido con excedentes conectado a red acogido a compensación en una vivienda unifamiliar y dos viviendas vecinas, para reducir la dependencia de la red eléctrica pública, mediante una instalación solar fotovoltaica ubicada en el patio trasero de la primera vivienda.

La razón principal por la cual se elige este tipo de proyecto es poder abastecerse de una energía más sostenible beneficiando el medioambiente y además reducir el coste del consumo eléctrico logrando un ahorro económico que beneficie a las familias.

Los copropietarios de esta instalación invertirán en ella la parte proporcional acordada a beneficiarse cada uno de ellos, además se le pagara un alquiler mínimo al propietario a fin de mantener dichos beneficios.

La instalación irá conectada a la red pública así cuando la energía producida no sea suficiente para abastecer a las viviendas, está les proporcionará la restante. En cambio, en las horas que la energía producida sobrepase la necesitada esta se inyectará a la red, pasando a ser propiedad de la distribuidora, por ello los propietarios de las viviendas tendrán que intentar aprovechar lo mejor posible la energía en las horas de más producción.

1.3. Normativa vigente

El diseño, dimensionamiento y ejecución de esta instalación seguirá las normas y disposiciones legales siguientes:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnica Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto de 2002).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y la ITC correspondiente.
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio por el que se aprueba el reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a red. PCT-C-REVjulio 2011.IDAE.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código técnico de la Edificación.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica Ley de 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la Red de Baja Tensión.
- Real Decreto-Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- 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.
- Norma UNE-EN 60364-7-712: 2017. Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).

- Norma UNE-EN 50618: 2015. Cables para sistemas fotovoltaicos.
- Norma UNE-EN-IEC 61853-3-4 sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-HD 60364-5-52: 2014. Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- Norma UNE-EN-IEC 61853-3-4 sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.
- Norma UNE EN 20460-7-712:2016 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.

2.Acuerdos de la instalación

Como se trata de una instalación con excedentes para que estos puedan ser vendidos en el mercado eléctrico recibiendo el mismo trato que el resto de energías producidas por fuentes renovables, los propietarios de la instalación se han de formalizar como una SL dada de alta en el RAIPRE.

En este caso al ser una instalación de menos de 15 kW industria se encargará de inscribir a la empresa que tendrá un acuerdo de reparto firmado por los propietarios los cuales, se repartirán la producción eléctrica de esta instalación y un contrato con la empresa comercializadora para la venta de estos excedentes de energía.

3.Descripción de la instalación fotovoltaica

La instalación de este proyecto consta de dos series de 6 paneles, es decir, 12 paneles fotovoltaicos en total. Para empezar, se llevará un cable de cada serie hasta el inversor, y de este otro cable que ira directo a la CPM instalada que habrá sido adaptada para este proyecto. Para realizarán los cálculos de la instalación solar, primero se ha de tener en cuenta la previsión de los consumos de las viviendas y la situación geográfica de estas.

3.1.Emplazamiento

Estas viviendas están situadas en la provincia de València, de la Comunitat Valenciana al este de España como se muestra en la [Ilustración 2](#) y la [Ilustración 3](#), concretamente en el pueblo de Montcada cuya latitud y longitud es 39.588, -0.398, un lugar óptimo considerando la radiación solar en esta región.

Las placas solares irán en el patio trasero de la vivienda, la cual aporta su terreno para la instalación, que esta mas al sur de las tres.



Ilustración 3: Localización del emplazamiento vista Península Ibérica

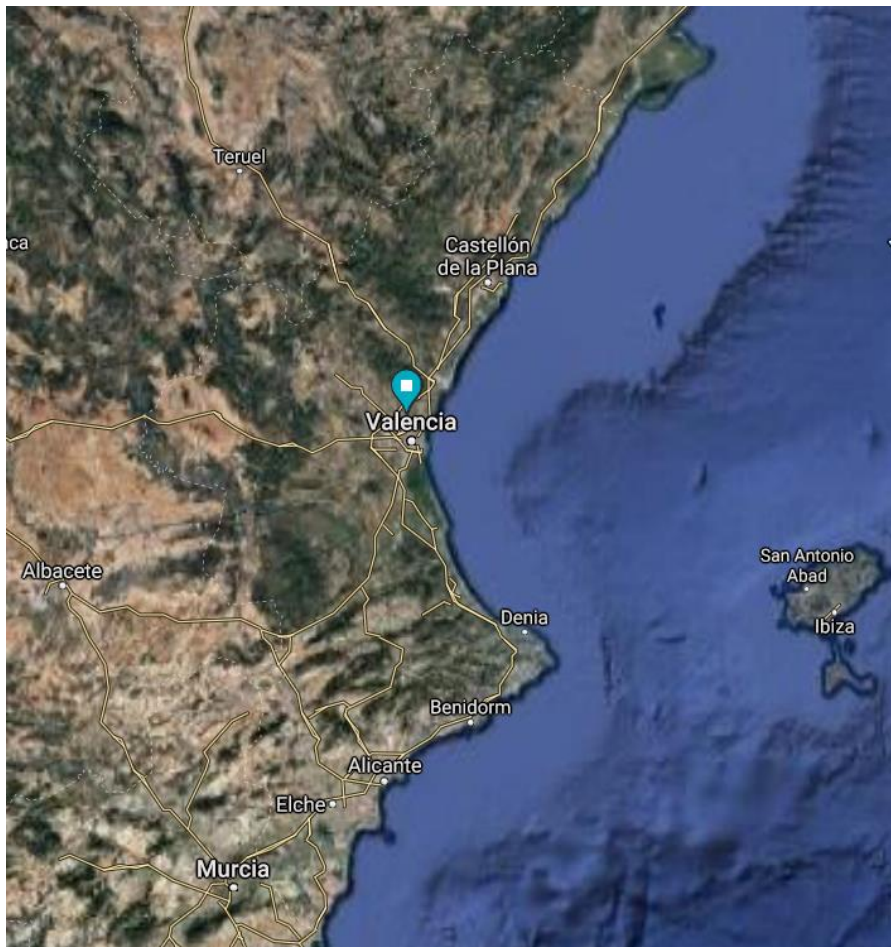


Ilustración 2: Localización vista Comunitat Valenciana

3.2.Orientación de los paneles solares

Con el fin de obtener el máximo beneficio de la radiación solar, se debe de tener en cuenta la orientación de los paneles a la hora de realizar una instalación solar fotovoltaica. Por ende, los paneles solares se orientarán hacia el sur, así se conseguirá la máxima producción de energía posible.

También se tendrá en cuenta la inclinación de los paneles, ya que conociendo el ángulo óptimo de producción se proporcionará el mayor rendimiento de estos en las diferentes épocas del año y en la que más energía se necesita.

Con la plataforma online PVGIS se obtiene que el ángulo óptimo de la instalación es de 37º, considerando la localización, la potencia de pico a instalar y la irradiación de esa región.

4.Estudio de la producción y consumo de energía diaria

La producción de energía va a depender de la radiación que le llega a los paneles y la potencia de pico instalada en este caso de 4 kWp, por ello se ha utilizado la plataforma online PVGIS para lograr una producción por hora que se acople lo mejor posible a el consumo medio de las tres viviendas durante el año.

Para la obtención de estos datos se han observado los datos horarios de la radiación adquiridos con una potencia de pico a instalar de 2kWp y 4kWp en 4 años diferentes, en los cuales, se ha realizado una media de la energía producida en cada una de las horas correspondientes a cada mes por cada uno de estos años para, posteriormente, obtener la media de producción horaria de los 4 años.

Finalmente, se compararán el consumo energético horario medio diario de las tres viviendas con la producción diaria media obtenida en ambos casos, en la [Tabla 1](#) y la gráfica de la [Ilustración 4](#) se puede observar que la mejor opción es realizar la instalación con 4kWp.

HORA	Consumo(kWh)	Producción con 2kWp instalados(kWh)	Producción con 4kWp instalados(kWh)
0	6,59	0,00	0,00
1	7,32	0,00	0,00
2	3,66	0,00	0,00
3	5,49	0,00	0,00
4	6,95	0,00	0,00
5	3,66	0,00	0,06
6	6,22	0,03	0,75
7	6,59	0,20	4,78
8	4,20	0,53	12,67
9	20,16	0,82	19,71
10	17,48	1,02	24,40
11	3,72	1,12	26,87
12	6,70	1,16	27,90
13	7,07	1,10	26,45
14	11,16	0,95	22,70
15	18,60	0,74	17,83
16	22,68	0,46	11,06
17	22,23	0,16	3,74
18	13,68	0,02	0,53
19	10,26	0,00	0,03
20	3,42	0,00	0,00
21	6,50	0,00	0,00
22	6,84	0,00	0,00
23	5,81	0,00	0,00

Tabla 1

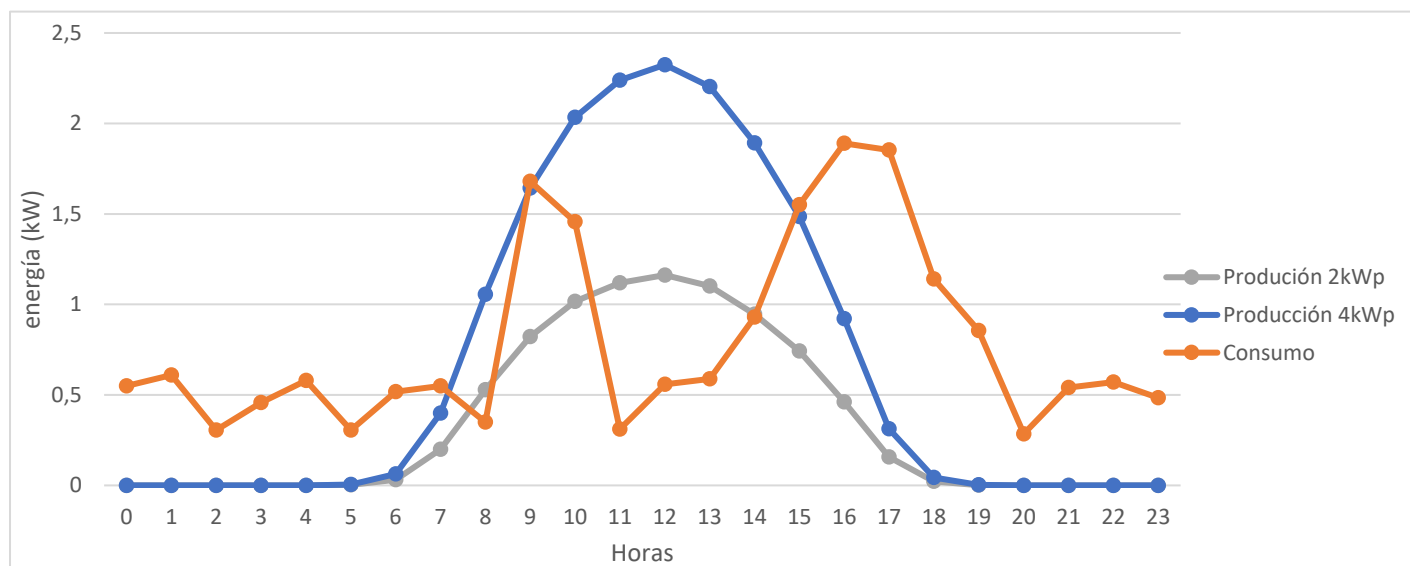


Ilustración 4: Gráfica producción y consumo

Se puede concluir que no se obtendrá la suficiente energía para abastecer las viviendas lo necesario todas las horas, cosa habitual en este tipo de instalaciones por ello se decide hacerla conectada a red y por consiguiente los propietarios de las viviendas acordaran utilizar, a ser posible, los aparatos eléctricos en las horas de mayor producción de energía para así poder aprovechar y reducir el consumo en las horas con muy poca producción para que la instalación les salga lo mas rentable posible. Aconsejando también el uso de la cocina eléctrica en el caso de que tengan gas para ello, ya que para hacer la comida de mediodía es cuando más se suele utilizar y es donde esta el pico de la producción en el cual se podría tener un rendimiento de la instalación muy bueno.

5. Equipos Utilizados

5.1. Paneles solares fotovoltaicos

En este proyecto se han elegido los paneles fotovoltaicos policristalinos SK6612P de la [Ilustración 5](#) con 340 W cada uno, de la marca Akome y una medida de largo x ancho x grueso de 1957 x 992 x 40 mm.



Ilustración 5: Panel solar AKOME SK6612P

Las características son las siguientes:

Marca	AKOME
Modelo	SK6612P
Potencia máxima ($P_{m\acute{a}x}$)	340 W
Tensión (V_{mp})	37,7 A
Intensidad de $P_{m\acute{a}x}$ (I_{mp})	9,02 A
Corriente de cortocircuito (I_{sc})	9,51 A
Tensión a circuito abierto (V_{oc})	46,4 V
Coeficiente de temperatura I_{sc}	0,055 %
Coeficiente de temperatura V_{oc}	-0,31 %
Coeficiente te de temperatura P_{mp}	-0,40 %
NOCT	45±2 °C
Máxima tensión del sistema	1000 V

Tabla 2

Con las características de estos paneles se calculan los necesarios para cumplir la potencia deseada, donde se obtiene:

Nº módulos fotovoltaicos en serie	6
Nº de series	2
Nº de módulos fotovoltaicos totales	12

Tabla 3

5.2. Estructura del soporte de módulos

El diseño de la estructura se desarrollará para el ángulo y la orientación adecuada para esta instalación y considerando la facilidad de montaje, desmontaje y la posible sustitución de elementos.

Dicha estructura de módulos se compondrá por perfilaría de aluminio para la sujeción de los paneles y se anclará por medio de tornillería de acero inoxidable en el lugar donde se situará la instalación fotovoltaica.

Los puntos de sujeción para los módulos deberán ser suficientes en número, considerando el área de apoyo y su posición relativa, a fin de que no se produzcan flexiones superiores a las aprobadas por el fabricante y los métodos homologadas para este modelo.

La estructura soporte y su sistema de fijación estarán contruidos y diseñados siguiendo las indicaciones del fabricante, para admitir las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir las cargas que puedan perjudicar la integridad de los módulos.

Por último, la estructura de soporte de módulos tiene que resistir las sobrecargas del viento y la nieve, con los módulos ya instalados, acorde a lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88 y Eurocódigos UNE-ENV 1991-2-4 de Mayo 1998.

5.3. Inversor

El inversor de la [Ilustración 6](#) el cual ha sido utilizado para esta instalación es de la marca ABB y ha sido elegido teniendo en cuenta los datos de los paneles con el fin de conseguir la potencia total de nuestra instalación que será de 4080 kW.



Ilustración 6: Inversor ABB UNO-DM-TL-PLUS-Q

Sus características son:

Marca	ABB
Modelo	UNO-DM-TL-PLUS-Q
Potencia máxima de CC	4250 W
Tensión máxima de CC	360 V
Rango de tensión fotovoltaica MMPT	130-530 V
Corriente máxima de entrada	32 A
Nº MPPT independientes	2

Tabla 4

5.4.CPM y CGP

La vivienda donde se hace la instalación ya contaba con una CGP de dos contadores esquema 10 con su CPM, utilizando solamente uno de los contadores, de modo que se le incorporará el contador apto para este tipo de instalaciones; sin necesidad de instalar una nueva CGP y su CPM adicional.

6.Tipo de conductores

El proyecto está dividido en dos tramos; el primer tramo es el que va de los paneles a el inversor y el segundo, que corresponde a corriente alterna, va desde el inversor hasta la CPM. Como resultado, cada uno de estos tramos tendrá una sección distinta la cual se calculará en función de los criterios de caída de tensión y capacidad térmica como se puede ver en el apartado de cálculos.

Para empezar, en el primer tramo se utiliza el cable RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT determinado por las corrientes que pasan por él; este cable enterrado será de 6 mm² de sección. Por otra parte, en el segundo tramo en donde pasa mayor corriente se empleará el cable ECOREVI RZ1-K 0,6/1kV (AS) enterrado, de sección 16 mm².

7.Zanjas

La zanja precisada para este proyecto contendrá un tubo corrugado que portará las líneas y el conductor desnudo de toma a tierra que se hallará enterrado en arena de río lavada bajo un relleno de áridos con la cinta de señalización de cables eléctrico y finalmente en la superficie se encontrará la zavorra, tal y como se puede ver en el plano de zanjas aportado al proyecto.

8.Arquetas

Con la intención de juntar los cables necesarios y poder realizar los cambios de dirección se requerirá una arqueta de hormigón.

9. Protecciones

9.1. Fusibles

El fusible situado en el inversor será de 29 A, los cálculos del calibre se encuentran en el apartado de cálculos de este proyecto.

9.2. Interruptor Automático (IAM)

El interruptor automático Magnético de esta instalación tendrá 16 A de calibre como se ve en el apartado cálculos y su poder de corte será de 20 kA.

9.3. Diferencial

El diferencial es de 300 mA ya que no se requiere una gran sensibilidad y el calibre será de 16 A, dado que debe ser igual que el automático por el sistema en cascada.

10. Puesta a tierra

Para empezar el esquema de puesta a tierra de esta instalación será el TT, tal como está indicado en el RD 842/2000 y la ITC-BT-8 para las instalaciones de baja tensión receptoras de la red pública. Asimismo, esta tiene que estar conectada a otra tierra independiente de la del neutro proporcionada por la empresa distribuidora.

En último lugar el inversor y todos los bastidores metálicos deben estar unidos a tierra mediante un conductor con sección mínima igual a la del conductor de fase.

11. Cálculos eléctricos

11.1. Paneles solares

Para empezar, se calculará la potencia de serie con 6 paneles para así, con ella y la potencia de diseño que se obtiene de esta primera expresión, adquirir el número de series preciso para lograr la potencia de pico requerida como se ve en la Tabla 5.

$$Potencia\ diseño(+10\%) = potencia\ inversor * 1,1 = 4,25\ kW \cdot 1,1 = 4,675\ kW$$

Además, para comprobar que estén en el rango de tensiones del inversor, se calcularán las tensiones máximas $V_{OCmáx}$ y $V_{máx}$, y la tensión mínima ($V_{mín}$) de los paneles en serie como se puede observar en estas expresiones:

$$V_{OCmax} = V_{OC} + (T_{C-10^{\circ}} - 25) \cdot \left(\frac{\alpha_{V_{OC}}}{100} \cdot V_{OC}\right) V$$

$$V_{min} = V_{max} + (T_{C70^{\circ}} - 25) \cdot \left(\frac{\alpha_{V_{OC}}}{100} \cdot V_{OC}\right) V$$

$$V_{OCmax}(serie) = V_{OCmax} \cdot 6 V$$

$$V_{min}(serie) = V_{OCmax} \cdot 6 V$$

$$V_{max}(serie) = V_{max}(panel) \cdot 6 V$$

$$Potencia\ serie = P_{panel} \cdot 6 V$$

$$N^{\circ}\ series = \frac{Potencia\ diseño(+10)}{Potencia\ serie} W$$

$V_{OCmáx}$	51,4344 V
$V_{mín}$	31,2272 V
Paneles en serie	6
$V_{OCmáx}$ (serie)	308,6064 V
$V_{máx}$ (serie)	226,2 V
$V_{mín}$ (serie)	187,3632 V
Potencia serie	2040 W
Nº series	2
Series entrada 1	2
Total series	2
Total paneles	12
Pot. Entrada 1	4080 W
POT. Total pico	4080 W

Tabla 5: Cálculos paneles

11.2. Conductores

En cuanto al cálculo de conductores se hará a partir de dos criterios, el criterio de caída de tensión y el de capacidad térmica; ya que los cables tendrán que cumplir ambos criterios.

Criterio caída de tensión

Para este criterio utilizaremos la expresión adecuada para obtener la sección en cada uno de los tramos como se puede ver en la [Tabla 6](#) y [Tabla 7](#).

Tramo 1:

$$S = \frac{200 \cdot P \cdot L}{\gamma_{90^{\circ}\text{C}} \cdot AV\% \cdot V^2} \text{ mm}^2$$

	P (W)	L (m)	AV%	$\gamma_{90^{\circ}\text{C}}$	V (V)	S (mm ²)
L1	2040	23,099	1	44	226,2	6
L2	2040	25,6544	1	44	226,2	6

Tabla 6

S(mm ²)	AV%
4,18615654	0,69769276
4,64926336	0,77487723

Tramo 2 CA:

	P (W)	L (m)	AV%	$\gamma_{90^{\circ}\text{C}}$	V (V)	S (mm ²)
L1	4080	17,4299	0,5	44	230	16

Tabla 7

S(mm ²)	AV%	$\Sigma V\% \text{ MAX}$
12,22	0,38	1,16

Criterio capacidad térmica

En este criterio calcularemos con las expresiones que se verán a continuación, la I_b de cada tramo para con la intención de localizar la sección propia de estas corrientes y sus I_z para comprobar que se cumpla tal criterio como se observa en la [Tabla 8](#). En el tramo de corriente alterna para el cálculo de esta I_b se pondrá un incremento del 25% para evitar interpretaciones parciales, aunque no haga falta en este tipo de instalaciones, ya que no contienen generadores rotativos.

$$I_{B1} = \frac{P}{V} A$$

$$I_{B2} = \frac{P \cdot 1,25}{\sqrt{3} \cdot V} A$$

$$I_{Z1} = I_{m\acute{a}x} \cdot \text{Factor de correcci\acute{o}n}_1 \text{ A}$$

$$I_{Z1} = I_{m\acute{a}x} \cdot \text{Factor de correcci\acute{o}n}_1 \text{ A}$$

	I_B (A)	S (mm²)	I_{máx} (A)/Modo instal	Factor de corrección	I_Z (A)	Condición: I_B < I_Z
I _{CC1}	9,018568	1,5	23	1	23	CUMPLE
I _{CC2}	12,80211	1,5	23	0,88	20,24	CUMPLE

Tabla 8

11.3.Fusible

Para el cálculo del calibre del fusible a utilizar se deberán cumplir las condiciones para sobrecargas y cortocircuitos siguientes:

Sobrecargas

En primer lugar, se elegirán los calibres por cada línea para ver si cumple la primera condición como se comprueba en la [Tabla 9](#).

	I_B (A)	I_N (A)	I_Z (A)	Condición: I_B<I_N<I_Z
Tramo 1	9,01856764	16	20	CUMPLE
Tramo 2	12,8021147	16	20	CUMPLE

Tabla 9

Por otra parte, para cumplir la segunda condición que se puede observar en la [Tabla 10](#), se calculará la I_F con la siguiente expresión:

$$I_F = 1,6 \cdot I_N$$

	I_F	≤	1,45·I_Z	Condición
Tramo 1	25,6	≤	29	CUMPLE
Tramo 2	25,6	≤	29	CUMPLE

Tabla 10

Cortocircuitos

Criterio de corrientes de fusión:

Para el criterio mostrado en la [Tabla 11](#), primero se ha de obtener la I_S con la expresión:

$$I_S = K \cdot \frac{S}{\sqrt{T_{fusión}}} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{5}} = 135 \cdot \frac{16}{\sqrt{5}} = 965,9813 \text{ A}$$

I _{Fusión} (5 seg)	I _S (5 seg)	Condición: I _{Fusión} (5 seg) ≤ I _S (5 seg)
90	965,981	CUMPLE

Tabla 11

Criterio de tiempos de fusión:

En este caso se necesita el tiempo de fusión del cable, para comprobar el criterio de la [Tabla 12](#), que se obtiene con estas expresiones:

$$t_{F \text{ cable}} = \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{CC \text{ mín}}^2} \text{ A}$$

$$I_{CC \text{ mín}} = \frac{V}{Z_T} \text{ A} \quad Z_T = \frac{Z_{eq}}{Z_{línea}} \Omega$$

$$Z_{eq} = \frac{V}{I_{CC \text{ máx red}}} = \frac{230}{12000} = 0,01916 \Omega$$

$$Z_{línea} = \frac{L_{CA}}{\gamma_{90^\circ} \cdot S} = \frac{17,4299}{44 \cdot 16} = 0,02476 \Omega$$

$$Z_T = \frac{0,01916}{0,02476} = 0,04392 \Omega$$

$$I_{CC \text{ mín}} = \frac{230}{0,04392} = 5236,1924 \text{ A}$$

$$t_{F \text{ cable}} = \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{CC \text{ mín}}^2} = \frac{135^2 \cdot 16^2}{5236,1924^2} = 0,1701 \text{ A}$$

$t_{F \text{ cable}(I_{ccmin})}$ (s)	$t_{F \text{ fusible}(I_{ccmin})}$ (s)	Condición: $t_{F \text{ cable}(I_{ccmin})} \leq t_{F \text{ fusible}(I_{ccmin})}$
0,17	0,01	CUMPLE

Tabla 12

Criterio de longitud máxima protegida por el fusible:

En este criterio se necesita la longitud máxima protegida calculada con la expresión que se muestra posteriormente para saber si se cumple como se comprueba en la [Tabla 13](#):

$$L_{m\acute{a}x} = \frac{0,8 \cdot V}{I_F \cdot \left(\frac{\rho_F}{S_F} + \frac{\rho_N}{S_N} \right)} = \frac{0,8 \cdot 230}{90 \cdot \left(\frac{0,023}{16} + \frac{0,023}{1,5} \right)} = 121,9048 \text{ m}$$

$L_{m\acute{a}x}$ (M)	$L_{\text{tramo 2 CA}}$ (M)	Condición: $L_{m\acute{a}x} > L_{\text{tramo 2 CA}}$
121,905	17,43	CUMPLE

Tabla 13

11.4. Interupor Automático(IAM)

En el cálculo del IAM se han de cumplir tres condiciones para cortocircuito, ya que para sobrecargas es la misma condición que la del IAM del cuadro de alterna.

Condición 1

Si hiciera falta una protección combinada con fusible se utilizaría por filiación de un IA de menor poder de corte.

I_{ccmax}	\leq	Poder de corte
P_{corte}	$>$	12 KA

Tabla 14

Condición 2

Dependiendo la curva de fusión en este caso conseguimos:

Tipo B: $I_{rm} = 5 \cdot 16 = 80 \text{ A}$

I_{rm} (A)	$I_{CCm\acute{i}n}$ (A)	$I_{rm} \leq I_{CCm\acute{i}n}$
80	5236,19242	CUMPLE

Tabla 15

Condición 3

En esta condición de la **Tabla 16** hay que tener en cuenta el tiempo de fusión del cable obtenido con la siguiente expresión y el tiempo de disparo del IAM siendo 0,01 s en este caso.

$$t = \frac{K^2 \cdot S^2}{I_{CC\text{ máx}}^2} = \frac{135^2 \cdot 16^2}{12000^2} = 0,0324 \text{ s}$$

t	Condición: 0,01 s ≤ t
0,0324	CUMPLE

Tabla 16

11.5.Diferencial

Como no se necesita una gran sensibilidad se eligen 300 mA.

$$R < \frac{V_S}{I_S} = \frac{50}{0,3} = 166,67 \Omega$$

12.Pliego de condiciones

12.1.Antecedentes

La presente memoria se redacta con el fin de explicar los aspectos generales y requerimientos mínimos a tener en cuenta para la realización de dicho proyecto (instalación fotovoltaica de autoconsumo compartido en vivienda unifamiliar con conexión a red). Dicha instalación se hará según las condiciones técnicas que deben tomarse en consideración en las instalaciones de energía solar fotovoltaica a la red eléctrica pública. Así pues, se deberían tener en cuenta todos los requerimientos expuestos en dicha ley, además de los anteriores que correspondan.

El ámbito de aplicación de dicha instalación definido por los artículos 6 y 9 de Ley 24/2013 de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. Además del debido cumplimiento de los requisitos técnicos contenidos en la normativa del sector eléctrico y el reglamento que dicho sector aplica a todas las instalaciones de este tipo. Que en particular serán los requeridos por el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre. Y el cumplimiento del Reglamento eléctrico de Baja Tensión, así como todas las instrucciones técnicas que correspondan.

12.2.Objeto

El objeto del presente documento es la aclaración y descripción de todos y cada uno de los aspectos técnicos y requerimientos materiales que engloban dicha instalación. Esto servirá para la realización del presupuesto, así como la ejecución de la instalación de acuerdo con lo que se establezca en el presente pliego de prescripciones técnicas y administrativas.

El presente pliego de condiciones tiene como objeto:

- Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a red que se realicen en el ámbito de actuación del IDAE (proyectos, líneas de apoyo,...). Asimismo, pretende servir como guía para instaladores y fabricantes, definiendo las especificaciones mínimas que ha de cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- Se valorará el estado de calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.
- El ámbito de aplicación de este PCT (Pliego de Condiciones Técnicas), se extiende a todos los sistemas ya sean mecánicos, eléctricos y electrónicos que conforman las instalaciones.

12.3.Diseño

Como principio general, se ha de asegurar un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico. Además, el funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar averías en la red, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad; se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

12.3.1.Sistemas generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

Adicionalmente, se deberá satisfacer la norma UNE-EN 61215 para módulos FV de silicio cristalino para uso terrestre o la norma UNE-EN 61646 para módulos FV de lámina delgada para aplicaciones terrestres.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios. Además, será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 10\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, o en caso de ser distinto modelos, el diseño debe garantizar la compatibilidad total entre ellos. La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las sobras sobre el mismo serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites mostrados en la [Tabla 17](#), en el cual se indican tres condiciones a cumplir: pérdidas por orientación e inclinación, pérdidas por sombreado y pérdidas totales inferiores a los límites estipulados respecto a los valores óptimos.

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

Tabla 17

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente de cada una de las ramas del resto del generador. Además, los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

12.3.2. Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación (CTE) respecto a seguridad.

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Documento Básico de Seguridad Estructural: Acciones en la Edificación, del CTE. Además, el diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos. Esta estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales.

La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura. La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, será de aplicación el Documento Básico de Seguridad Estructural: Acero, para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química. En caso de ser del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE-37-501 y UNE-37-508 y los espesores cumplirán con los mínimos exigibles de 80 micras con tal de eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar la vida útil.

12.3.3. Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (serán certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo. Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Pudiendo ser externo al inversor.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10% superior a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor para una potencia de salida en CA igual al 25% y 100% de la potencia nominal de salida, será como mínimo del 85% y del 88% respectivamente (incluyendo el transformador de salida en caso de que lo hubiese) para inversores de potencia inferior a 5 KW, y del 90% y del 92% para inversores mayores de 5 KW.
- El autoconsumo de los equipos en stand-by deberá ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95; entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10 % de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 85 % de humedad relativa.

12.3.4.Cableado

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %.

El cable, ya sea de CC como de CA, deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas. Además, todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

12.3.5.Conexión a red

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, y con el esquema unifilar que aparece en la Resolución del 31 de mayo de 2001.

12.3.6.Medidas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa en lo referido a medidas y facturación de instalaciones FV conectadas a la red de baja tensión.

12.3.7.Protecciones

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto la normativa sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

12.3.8.Puesta a tierra de la instalación

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión, en el presente caso un esquema TT.

Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realice mediante un transformador de aislamiento, se explicarán en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección de CC como de la de CA, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el RBT.

12.3.9.Armónicos y compatibilidad electromagnética

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la normativa vigente sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

12.4.Conexión a red

Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Nuestra instalación como se ha dicho anteriormente es una instalación fotovoltaica con conexión a la red. Dicha conexión no tiene otro objeto que asegurar un consumo continuo por parte de la vivienda en caso de no tener suficiente energía fotovoltaica ya sea instantánea o acumulado. Con esta instalación también pretendemos evitar el consumo de la red eléctrica.

12.5.Producción energética

Para saber la producción energética se ha hecho una estimación aproximada mediante el sistema de información geográfica de fotovoltaica (PVGIS) con las bases de datos climatológicos de la zona, y teniendo en cuenta la potencia instalada. Obtenemos que aproximadamente se conseguirá una potencia máxima de 2,32 kWh.

12.6.Recepción y pruebas

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

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

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

- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de 3 años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

12.7. Programa de mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.
- Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
 - La visita a la instalación en los plazos indicados semestralmente y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
 - El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
 - Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá, al menos, una visita (anual para el caso de instalaciones de potencia menor de 5 kWp y semestral para el resto) en la que se realizarán las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornes), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas, y registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

12.8.Garantías

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

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el procedimiento empleado en su montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía mínima será de 8 años.

Quedan expresamente incluidos todos los demás gastos, tales como tiempos de desplazamiento, medios de transporte y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante. Asimismo, se deben incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

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

El suministrador atenderá cualquier incidencia en el plazo máximo de una semana y la resolución de la avería se realizará en un tiempo máximo de 10 días, salvo causas de fuerza mayor debidamente justificadas. Además, realizará las reparaciones o reposiciones de piezas a la mayor brevedad posible, pero no se responsabilizará de los perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 10 días naturales.

12.9.Impacto ambiental de la instalación

Una instalación FV conectada a la red tiene un impacto ambiental prácticamente nulo. Cabe destacar que, si además se encontrara en el tejado o la azotea de un edificio situado en una zona residencial, dicho impacto sería casi inexistente.

Al analizar los diferentes factores que generan impacto ambiental (ruido, residuos tóxicos, impacto visual, destrucción de la flora y fauna, etc.), se obtiene que solamente se genera impacto ambiental en la fabricación de los componentes, pero no en su funcionamiento.

En la fabricación de los módulos FV, los inversores, el cableado, etc. son los procesos en los que las emisiones de gases y vertidos contaminantes generan un mayor impacto ambiental. Por esta razón, en los costes de fabricación hay que tener en cuenta los posibles residuos que pueden generarse ya sean aceites, metales, disolventes o envases; todos ellos están regulados para una correcta eliminación.

En lo que respecta a la energía que es consumida a lo largo del proceso de fabricación, se sabe que en un tiempo de aproximadamente 6 años los módulos devuelven la energía consumida en el proceso de fabricación.

12.10.Consideraciones finales

De acuerdo con la nueva ley, nuestra instalación no se verá obligada a registrarse en el registro administrativo de instalaciones de producción de energía eléctrica.

Los materiales y equipos proporcionado por cada uno de los suministradores deberán cumplir todos los aspectos técnicos y físicos señalados tanto en la ley vigente como en el anteproyecto presentado. Así mismo, todos los dispositivos que vayan a ser instalados deberán garantizar la integridad de cada uno de los componentes tanto en el transporte, manipulación y montaje de cada uno respectivamente.

Es por ello por lo que se verificará la presentación de la documentación necesaria pertinente que asegure todo lo citado anteriormente.

13.Seguridad y Salud

13.1.Introducción

Este Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de la presente instalación, las previsiones respecto a la prevención de riesgos de accidentes, enfermedades profesionales y los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento.

En aplicación del presente Estudio, el o los Contratistas elaborarán el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la instalación. Con este Estudio y con el Plan de Seguridad elaborado por el Contratista, se pretende dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre.

13.2.Designación coordinadores de seguridad y salud

En la instalación objeto de este Proyecto, el promotor designará un coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración de la misma. En este sentido, y en aplicación de lo dispuesto en el art. 3 del Real Decreto 1.627/1997, el Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la elaboración del Proyecto ha sido el Ingeniero que lo suscribe.

Si en la ejecución de la instalación interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor, antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará un coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la instalación.

La designación de los coordinadores en materia de seguridad y salud durante la elaboración del proyecto de instalación y durante su ejecución podrá recaer en la misma persona. La designación de los coordinadores no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

13.3.Principios generales aplicables a la instalación

En la redacción del presente Proyecto, y de conformidad con la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales", han sido tomados los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud previstos en el artículo 15, en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de la instalación y en particular:

- Al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultáneamente o sucesivamente.
- Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

Asimismo, y de conformidad con la "Ley de Prevención de Riesgos Laborales", los principios de la acción preventiva que se recogen en su artículo 15 se aplicarán durante la ejecución de la instalación y, en particular, en las siguientes tareas o actividades:

- El mantenimiento de la instalación en buen estado de orden y limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso, y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de los medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de la instalación, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas.
- La recogida de los materiales peligrosos utilizados.
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La cooperación entre los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.

13.4.Riesgos

Riesgos profesionales

En montaje de la estructura metálica:

- Caídas de altura.
- Deslizamientos.
- Manejo de grandes piezas.
- Propios de soldaduras eléctricas y cortes con soplete.
- Electrocuaciones.
- Golpes y atrapamiento.
- Intoxicaciones por humos, resinas y pinturas especiales.

- Chispas, cortes, punzamientos y demás accidentes propios del uso de sierras y taladros.
- Propios de grúas.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.

En colocación de los módulos fotovoltaicos:

- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Caída al mismo nivel.
- Heridas punzantes y/o cortantes en extremidades.
- Contactos eléctricos (directos y/o indirectos).
- Caídas de objetos (herramientas y materiales).

En colocación de los inversores, caja de protecciones y caja de protección y medida:

- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Deslizamientos.
- Caída al mismo nivel.
- Heridas punzantes y/o cortantes en extremidades.

En cableado y grapeado:

- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Caída al mismo nivel.
- Heridas punzantes y/o cortantes en extremidades.

Contactos eléctricos directos (contactos con parte de la instalación habitualmente en tensión):

- Manipulación de instalaciones, cuadros, equipos, etc. o Reparación de equipos bajo tensión.
- Contactos eléctricos indirectos (contactos con partes o elementos metálicos accidentalmente puestos en tensión)
- Defectos de aislamientos en máquinas cuyos sistemas de protección se encuentran mal calibrados o diseñados.
- Defectos de aislamiento en máquinas cuyos elementos de protección se encuentran puenteados.

Riesgos de terceros

Posibles riesgos derivados por razones del propio acceso de la maquinaria y transportes a la obra (las normales interferencias con respecto a la vía pública), así como la posibilidad de terceras personas en la zona de trabajo.

Otros riesgos

- Riesgos producidos por los agentes atmosféricos (condiciones climáticas adversas).
- Riesgos eléctricos (en general).
- Riesgos de incendio (en general).
- Derivados de deficiencias en maquinarias o instalaciones.

13.5. Planificación de la acción previa

13.5.1. Prevención de riesgos profesionales

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y repuesto al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en si mismo.

13.5.2. Prevención de riesgos individuales

Todo elemento de protección personal dispondrá de marca CE siempre que exista en el mercado. En aquellos casos en que no exista la citada marca CE, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

El encargado del Servicio de Prevención dispondrá en cada uno de los trabajos en obra la utilización de las prendas de protección adecuadas. El personal de obra deberá ser instruido sobre la utilización de cada una de las prendas de protección individual que se le proporcionen.

Protectores de la cabeza

- Cascos de protección: Cuando exista riesgo de golpe en la cabeza. Lo utilizarán todas las personas que participen en la instalación, incluidas las visitas.
- Protectores auditivos: Para trabajar con nivel de ruido elevado (cuando superen los 80 dBA).
- Gafas contra impactos y antipolvo: Para trabajos con proyecciones de partículas y/o polvo.
- Gafas pantalla de soldadura (cristales inactivos): Para trabajos de soldadura.
- Mascarillas y filtros recambiables: Para trabajos en ambientes contaminables (polvo, humo de soldadura, etc.).

Protectores del cuerpo

- Monos o buzos de trabajo: Para todo tipo de trabajos (se tendrán en cuenta las reposiciones que marca el convenio colectivo provincial del sector).
- Impermeables: Para trabajos en presencia de humedad.
- Mandil de cuero: Para trabajos de soldadura.
- Chalecos reflectantes: Ropa de alta visibilidad para uso de señalización y posibles trabajos en vías de circulación.

Protectores de piernas y pies

- Polainas de cuero: Para trabajos de soldadura.
- Calzado de seguridad (puntera y suela metálica): Para trabajos con riesgo de punzamiento y/o aplastamiento.
- Calzado de seguridad (puntera metálica): Para trabajos con riesgo de aplastamiento.
- Botas impermeables: Para trabajos en presencia de humedad.

Protectores de brazos y manos

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).
- Guantes de goma finos, para operarios que trabajen con hormigón.
- Guantes dieléctricos para B.T.
- Guantes de soldador.
- Muñequeras.
- Mango aislante de protección en las herramientas.

[13.5.3. Prevención de riesgos colectivos](#)

Señalización general

La señalización de Seguridad se ajustará a lo dispuesto en el RD 485/1997 de 14 de abril, y durante la ejecución del presente Proyecto, se dispondrán, al menos:

Obligatorio uso de cascos, cinturón de seguridad, gafas, mascarillas, protectores auditivos, botas y guantes, etc.

- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria en movimiento, cargas suspendidas.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcar.
- Señal informativa de localización de botiquín y extintor, cinta de balizamiento.

Instalación eléctrica

- Conductor de protección y picas puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 300 mA.

Estructura metálica

- Redes horizontales.
- Vallas de limitación y protección.
- Cables de sujeción de cinturones de seguridad.
- Ganchos para reparaciones, conservación y mantenimiento de cubiertas.

13.5.4. Normas generales para el personal

Normas generales para la prevención de accidentes

- Respetarán las consignas de Seguridad e Higiene.
- Seguirán las instrucciones dadas por los responsables.
- No utilizarán la maquinaria o herramientas ni harán ningún trabajo sin saberlo hacer correctamente (preguntarán siempre antes).
- Usarán las herramientas adecuadas en su trabajo, y cuando finalice las limpiarán y guardarán.
- Ayudarán a mantener el orden y limpieza en la obra.
- Advertirán inmediatamente a sus mandos superiores de cualquier peligro que observen en la obra.
- Observarán la señalización de obra y cumplirán su mensaje.
- No consumirán bebidas alcohólicas en su trabajo ni antes de incorporarse a él.
- No realizarán operaciones mecánicas ni eléctricas. Para ello avisarán a sus mandos para que envíen a las personas especializadas.
- Es obligatorio observar y mantener todos los medios colectivos de protección dispuestos en la obra. Si por necesidades de trabajo tienen que retirar una protección, antes de irse del lugar deberán ponerla de nuevo en su sitio. De igual manera se procederá en el caso de la señalización.
- Deben comprometerse a divulgar entre sus compañeros la importancia y trascendencia del fiel cumplimiento de estas normas con el único fin de contribuir a la continua mejora de las condiciones de seguridad.

Normas para el manejo de materiales

- Realizar el levantamiento de cargas a mano, flexionando las piernas sin doblar la columna vertebral.
- Para transportar pesos a mano es preferible ir equilibrado llevando dos (uno en cada mano de igual peso cada uno).
- No hacer giros bruscos cuando se está cargado.

- Al girar o descargar materiales o maquinaria por rampas, nadie debe situarse en la trayectoria de la carga.

13.5.5. Formación

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra, según lo dispuesto en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” y los Reales Decretos que la desarrollan.

13.5.6. Medicina preventiva y primeros auxilios

Botiquín

Se dispondrá de un botiquín conteniendo el material especificado en el RD 486/1997 de 14 de abril.

Asistencia de accidentados

Se deberá informar a los empleados del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

14.Presupuesto

14.1.Obra

El presupuesto para la obra es el que se muestra a continuación en la [Tabla 18](#):

MI	Línea compuesta, 6 mm² Cu ya instalado en zanja normalizada I.B., SA-		
48,75	MI Cable 6 mm ² Cu unifilar RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT GENERAL CABLE	9€	438,75€
0,0852	H Oficial 1ª Electricidad	12€	1,0241€
5%	de medios auxiliares	440€	21,989€
			461,76€
MI	Línea compuesta, 16 mm² Cu ya instalado en zanja normalizada I.B., SA-		
17,43	MI Cable 16 mm ² Cu unifilar ECOREVI RZ1-K 0,6/1kV (AS)	29€	502,855€
0,0852	H Oficial 1ª Electricidad	12€	1,0241€
5%	de medios auxiliares	504€	25,194€
			529,07€
* MI	Ud. Mts. de zanja, bajo acera de 90 x 60 cm, con lecho de arena, compactación, cinta de "atención al cable", reposición de pavimento y vertido de sobrantes, según normas IB, SA,		
0,09	H Retroexcavadora de neumáticos	30€	3€
0,09	H Camión hasta 10 Tm	36€	3€
0,24	M3 Arena fina de rio	18€	4€
0,09	H Peón albañil	10€	1€
4	MI de rasilla norma IB, S.A.	1€	4€
0,0946	H Oficial 1ª Electricidad	12€	1€
5%	de medios auxiliares	17€	1€
			17,95€
			Presupuesto Total
			1.008,79€

Tabla 18

14.2. Ejecución material

En la [Tabla 19](#) se plasma el presupuesto de la ejecución material de el presente proyecto.

Cantidad	Concepto	P.U.	P.T.
48,75	Línea compuesta, 1x4 mm ² Cu ya instalado en zanja normalizada I.B., SA-	9€	439€
48,75	Ud. Mts de zanja bajo acera de 90 x 60 cm, con compactación, lecho de arena de rio con un total de 40 cm de profundidad, rasilla para protección, cinta de "atención al cable", vertido de sobrantes, según normas IB, S.A., totalmente acabada.	9€	439€
1	Ud. de módulos de contadores de poliéster con doble aislamiento normalizados por la empresa suministradora con tablero con capacidad para contador de activa, reactiva, bases seccionables de corte omnipolar, ICP y reloj, ya instalado	90€	90€
1	Ud. de piquetas de 18 mm de diámetro, acero recubierto de cobre de 2 mts. de longitud y grillete para la conexión, ya instadas	12€	12€
Total Presupuesto			981€
Total de ejecución material			981€
Presupuesto de ejecución material			981€
13% G.G. (dirección de obra 377.916.-)			128€
6% Beneficio industrial			59€
Total			1.168€
16% I.V.A.			187€
PRESUPUESTO TOTAL			1.354€

Tabla 19

14.3. Equipos y documentación

Los equipos y documentación tienen otro presupuesto como se puede ver en la [Tabla 20](#).

Uds	Concepto	Precio/Ud	Precio
12	Panel solar Fotovoltaico AKOME SK6612P 340 W	155,39 €	1.864,68 €
1	Inversor ABB UNO-DM-TL-PLUS.Q	826,09 €	826,09 €
12	Estructura de Perfilería de Aluminio, para sujeción de módulos, dientes de cierra horizontal, con fijación sobre rastrales.	1.500,00 €	18.000,00 €
1	Interconexión de componentes: -Acometidas DC en Cobre hasta Inversores(más 35m). -Cuadro de protecciones eléctricas CC y AC. -Acometidas AC en Al hasta conexión en cuadro BT red interior (máx 150m). -Cuadro para unidades de medida (Clase II). -Red de Tierras. -Pequeño Material. -Puesta en Marcha.	1.000,00 €	1.000,00 €
1	Proyecto en relación con la Generación	544,50 €	544,50 €
1	Certificado Previo y Posterior	368,26 €	368,26 €
	Suma		22.603,53 €
	6% GG		1.356,21 €
	13% BI		2.938,46 €
	SUBTOTAL		26.898,20 €
	IVA (21%)		5.648,62 €
	TOTAL		32.546,82 €

Tabla 20

15. Planos

En el documento correspondiente de este proyecto se adjuntan cuantos planos se han estimado necesarios con los detalles suficientes de la instalación:

- Plano 1 - Localización
- Plano 2 - Emplazamiento
- Plano 3 - Distribución de la instalación
- Plano 4 - Zanja
- Plano 5 - Esquema unifilar

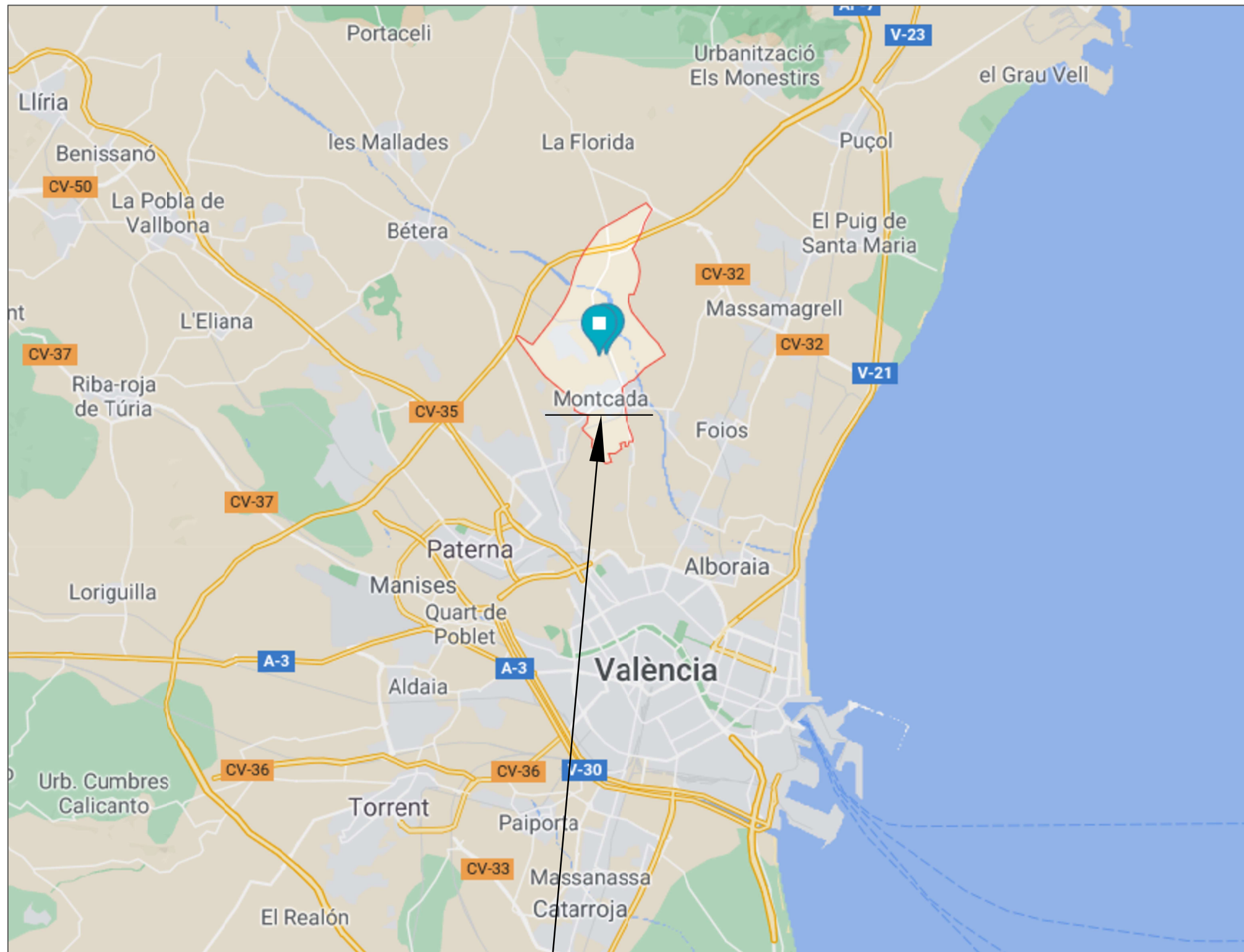
16. Anexos

Se adjuntan en este documento los anexos siguientes necesarios para la instalación de este proyecto:

- Anexo 1 - Ficha técnica paneles
- Anexo 2 - Ficha técnica inversor
- Anexo 3 - Características conductor 6 mm²
- Anexo 4 - Ficha técnica conductor 16 mm²

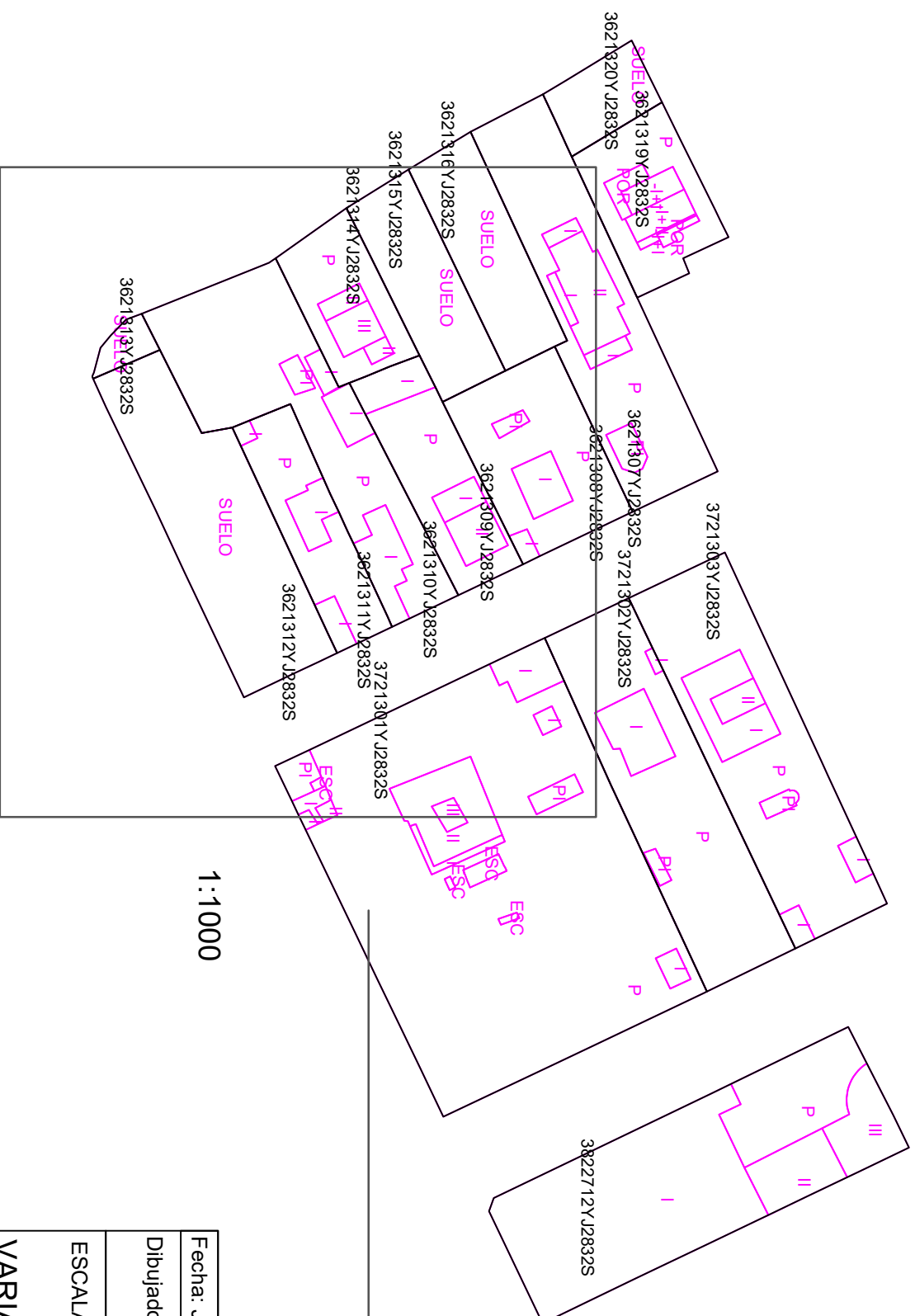
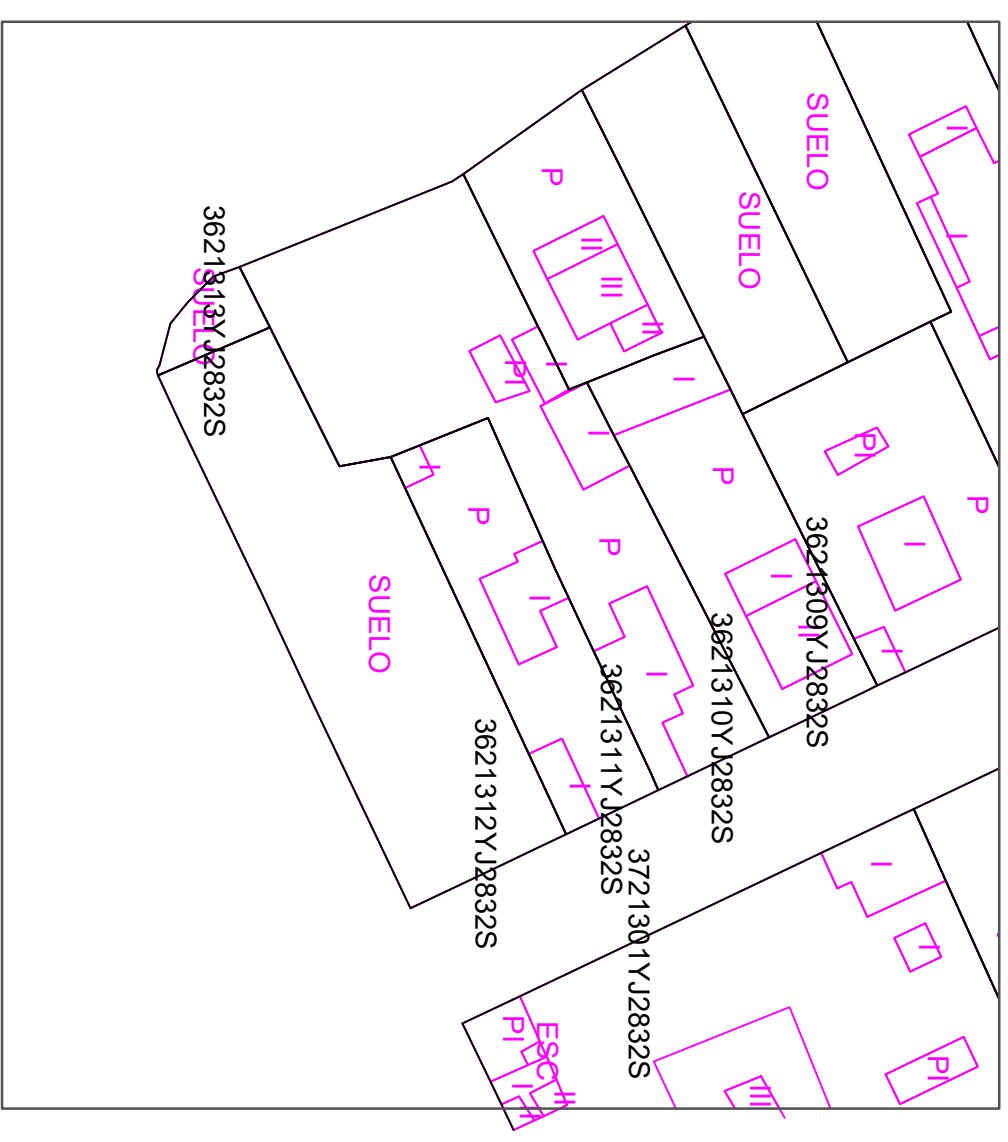
Bibliografía

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Guía IDEA 021: Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo (edición v 3.0).
- Boletín del Estado por lo que concierne a la normativa vigente.
- Plataforma PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System).
- Catálogo AutoSolar
- Ficha técnica inversores ABB
- Ficha técnica paneles solares AKOME



PROYECTO

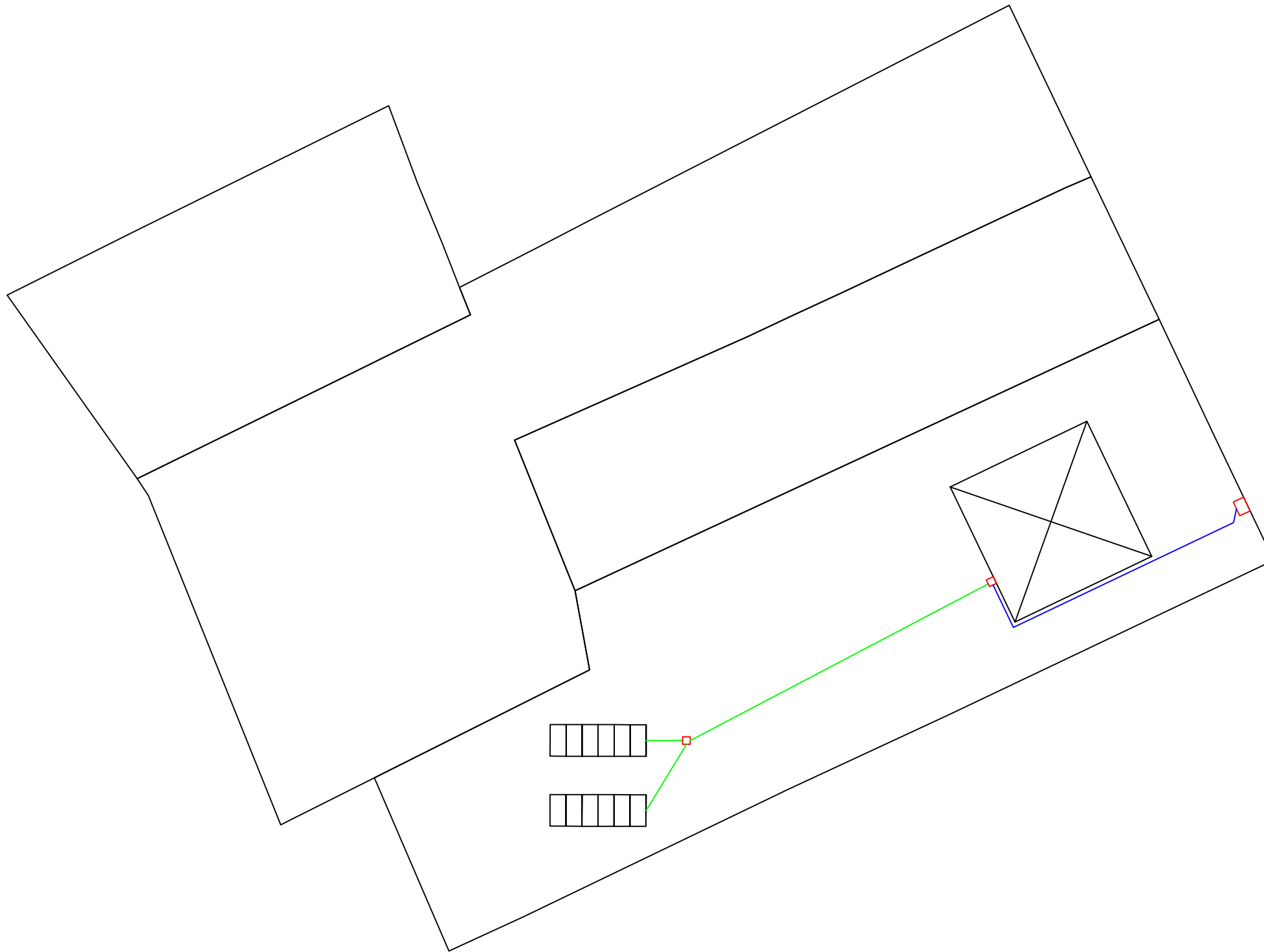
Fecha: Julio-2021	UNIDADES:	U.P.V
Dibujado: Ainhoa Colechá Sarrió	m	Grado en Ingeniería Eléctrica
ESCALA:	LOCALIZACIÓN	PLANO Nº:
SE	Instalación fotovoltaica para autoconsumo compartido a través de red	1



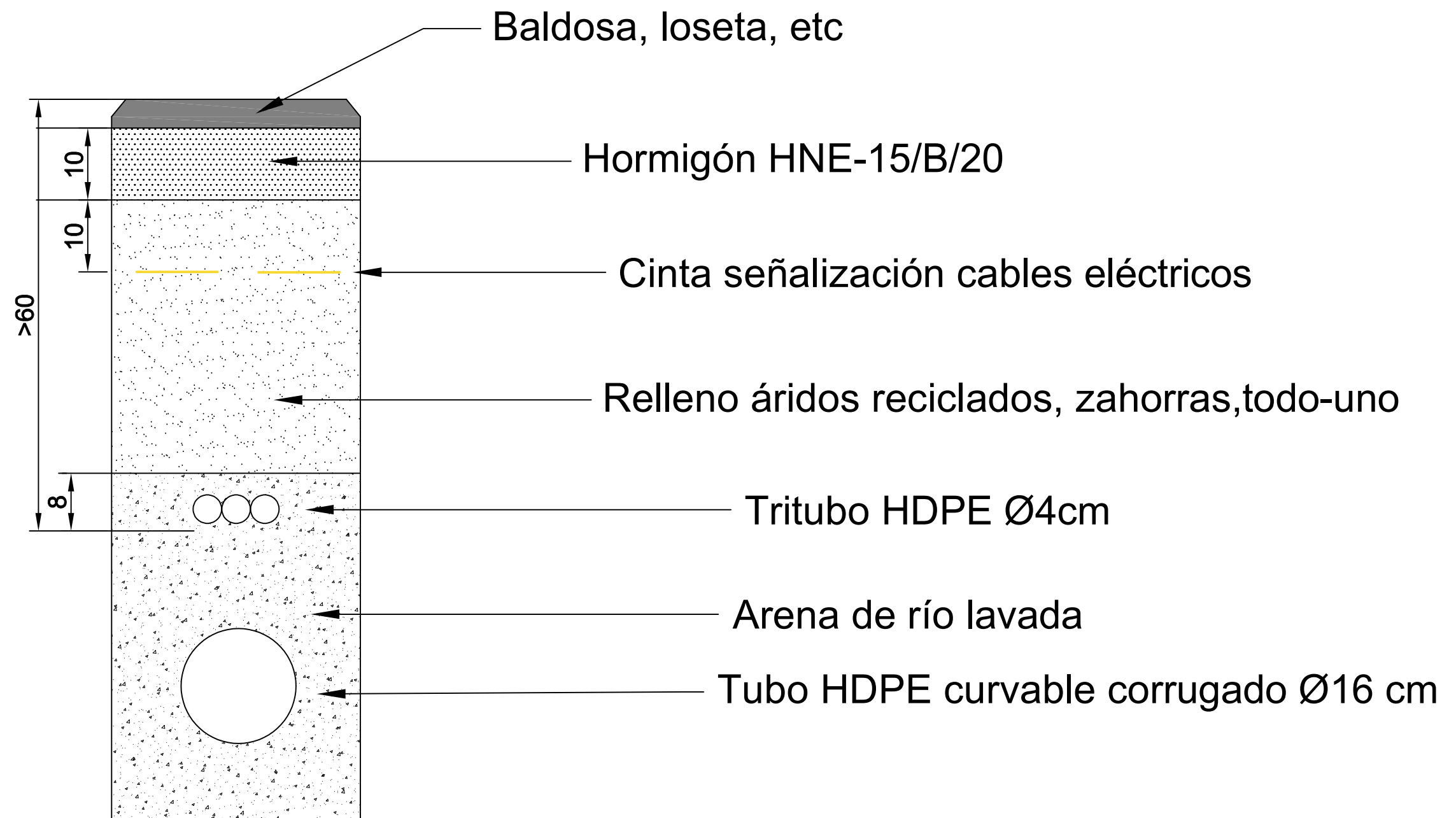
1:700

1:1000

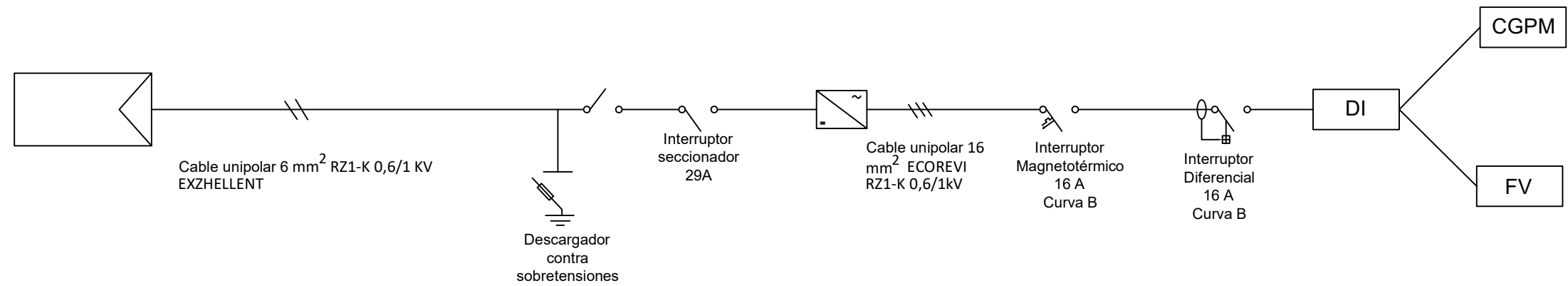
Fecha: Julio-2021		UNIDADES:		U.P.V	
Dibujado: Ainhoa Colechá Sarrío		m			
ESCALA:		EMPLAZAMIENTO		PLANO N.º:	
VARIAS				Instalación fotovoltaica para autoconsumo compartido a través de red	



Fecha: Julio-2021	UNIDADES: m	U.P.V	
Dibujado: Ainhoa Colechá Sarrió		Grado en Ingeniería Eléctrica	
ESCALA:	DISTRIBUCIÓN DE LA INSTALACIÓN		PLANO N°:
1:300			Instalación fotovoltaica para autoconsumo compartido a través de red



Fecha: Julio-2021	UNIDADES:	U.P.V
Dibujado: Ainhoa Colechá Sarrió	cm	Grado en Ingeniería Eléctrica
ESCALA:	ZANJA	
ACOTADA	Instalación fotovoltaica para autoconsumo compartido a través de red	PLANO Nº: 5



SIMBOLOGÍA	DESCRIPCIÓN
	Paneles
	Descargador contra sobretensiones
	Interruptor seccionador
	Inversor
	Interruptor magnetotérmico
	Interruptor diferencial

Fecha: Julio-2021	UNIDADES:	U.P.V Grado en Ingeniería Eléctrica
Dibujado: Ainhoa Colechá Sarrió	-	
ESCALA:	ESQUEMA UNIFILAR Instalación fotovoltaica para autoconsumo compartido a través de red	
1:300		

SK6612P

330/335/340W

72 CELLS

POLY 5BB MODULE



PRODUCT FEATURES



High Efficiency

Output efficiency up to 17.5%
0~3% positive power tolerance
5-busbar has better collected current capability



Excellent Low-Irradiance

Well generation capacity and temperature stability especially in faint lighting conditions



Anti-PID Design

Products satisfy IEC62804 tests by anti-PID cell and module technology



Harsh Environment Adaptability

Salt mist resistance
Ammonia resistance
Dust and sand resistance



Robust Mechanical Durability

Strong mechanical durability of 5400Pa snow load, 2400Pa wind load



COMPANY PROFILE

Akcome Optronics is a leading manufacturer and service provider of professional photovoltaic cells and modules that can be widely utilized in residence, commerce and ground photovoltaic plant. Founded in 2010, and became wholly-owned subsidiary of Jiangsu Akcome Science & Technology Co., Ltd. (002610).

Akcome Optronics provides PV products with exceptional power output and reliability by integrating rigorous design, advanced production technology and fully automatic production equipment. Strict quality control and test standards confirm its pursuit of zero-defect output.

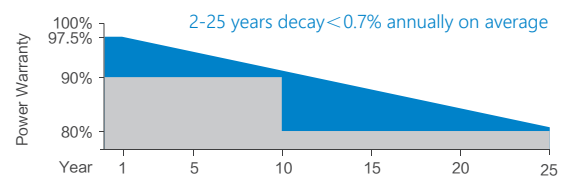
LINEAR PERFORMANCE WARRANTY



Product warranty on materials and workmanship



Linear power output warranty



CERTIFICATES

IEC 61215 / IEC 61730

ISO 9001: 2015

Quality Management System

ISO 14001: 2015

Environmental Management System

OHSAS 18001: 2007

Occupational Health & Safety Management System

*Certification requirements vary in different markets, please consult with Akcome Optronics sales team for appropriate certification.



SK6612P 330/335/340W

ELECTRICAL PARAMETERS @ STC

Parameter	330	335	340
Max. Power Output Pmax (W)	330	335	340
Power Tolerance	0~+3%	0~+3%	0~+3%
Max. Power Voltage Vmp (V)	37.1	37.3	37.7
Max. Power Current Imp (A)	8.89	8.98	9.02
Open Circuit Voltage Voc (V)	45.7	46.2	46.4
Short Circuit Current Isc (A)	9.38	9.47	9.51
Module Efficiency (%)	17.0	17.3	17.5

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5

ELECTRICAL PARAMETERS @ NOCT

Parameter	243.5	247.4	251.1
Max. Power Output Pmax (W)	243.5	247.4	251.1
Max. Power Voltage Vmp (V)	34.35	34.60	34.89
Max. Power Current Imp (A)	7.09	7.15	7.20
Open Circuit Voltage Voc (V)	42.39	42.67	42.84
Short Circuit Current Isc (A)	7.61	7.66	7.69

*NOCT(Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s

TEMPERATURE COEFFICIENTS

Temperature Coefficients of Pmp	-0.40%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.31%/°C
Temperature Coefficients of Isc	+0.055%/°C

MECHANICAL PARAMETERS

Cell Type	Poly 156.75x156.75mm
Number of Cells	72pcs(6x12)
Dimensions (L*W*H)	1957x992x40mm
Weight	22.5kg
Frame	Anodised Aluminum
Junction Box	IP67, 3 bypass diodes
Cable, Length	4.0mm ² , 900mm

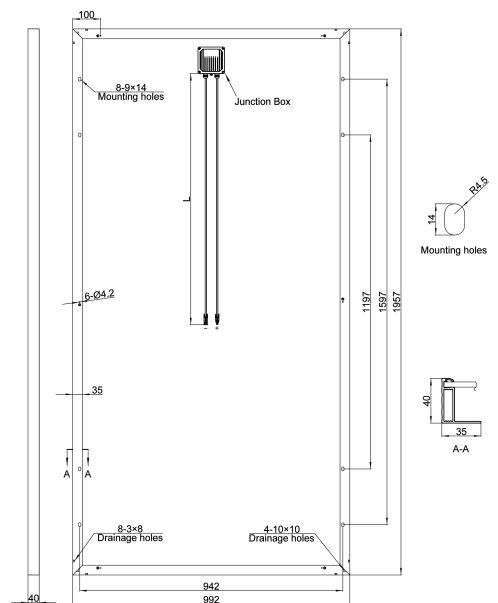
OPERATING CONDITION

Maximum System Voltage(V)	1000(DC)
Operating Temperature(C)	-40~+85
Max. Wind Load / Snow Load(pa)	2400/5400
Max. Over Current(A)	15
Application Class	Class A
Fire Rating	Class C
NOCT(°C)	45±2

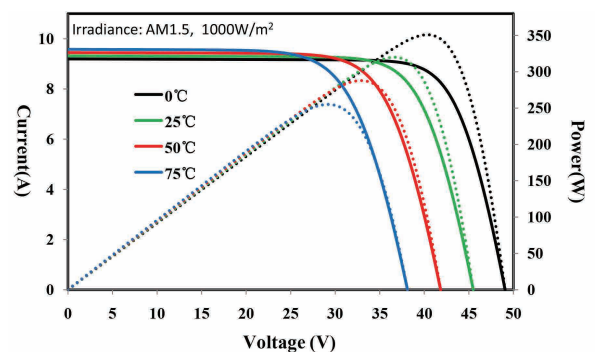
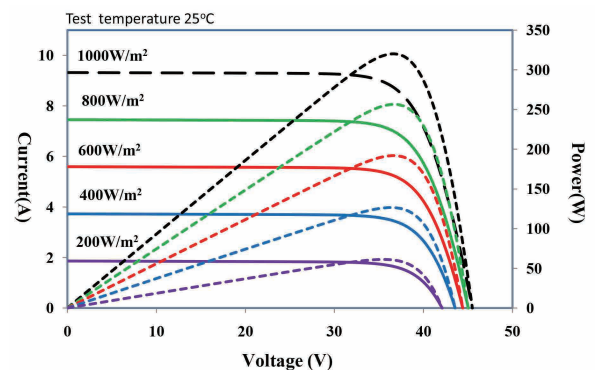
PACKAGE INFORMATION

Truck 9.6m / 13m / 17.5m	459 / 612/ 1257pcs
Container 20'GP / 40'GP / 40'HQ	260 / 624 / 672pcs
Quantity / Pallet	24(Truck)/26(CTNR)pcs

ASSEMBLY DRAWING (Unit:mm)



I-V CURVES / SK6612P-325



AKCOME OPTRONICS SCIENCE & TECHNOLOGY CO.,LTD.

Add: No. 110 Jintang Road, Zhangjiagang economic and Technological Development Area, Jiangsu P.R. China

Tel: 400-101-7000

Email: modulesales@akcome.com

www.akoptronics.com



SOLAR INVERTERS

ABB string inverters

UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS-Q

3.3 to 5.0 kW



— UNO-DM-TL-PLUS-Q outdoor string inverter

One size fits all

The design wraps ABB's quality and engineering into a lightweight and compact package thanks to technological choices optimized for installations with different orientation.

All power ratings share the same overall volume, allowing higher performance in a minimum space, and feature dual Maximum Power Point Trackers.

Easy to install, fast to commission

The presence of Plug and Play connectors, both on the DC and AC side, as well as the wireless communication, enable a simple, fast and safe installation without the need of opening the front cover of the inverter.

The featured easy commissioning routine removes the need for a long configuration process, resulting in lower installation time and costs.

Improved user experience thanks to the build in User Interface (UI) or the Installer for Solar Inverters app which enable access to features such as advanced inverter configuration settings, dynamic feed-in control and load manager, from any WLAN enabled device (smartphone, tablet or PC).

Smart capabilities

The embedded logging capabilities and direct transferring of the data to Internet (via Ethernet or WLAN) allow customers to enjoy the whole Aurora Vision® remote monitoring experience.

The UNO-DM-TL-PLUS-Q single-phase inverter family, with power ratings from 3.3 to 5.0 kW, is the optimal solution for residential installations.

The advanced communication interfaces (WLAN, Ethernet, RS485) combined with an efficient Modbus (RTU/TCP) communication protocol, Sunspec compliant, allow the inverter to be easily integrated within any smart environment and with third party monitoring and control systems. A complete set of control functions with the embedded efficient algorithm, enabling dynamic control of the feed-in (i.e. zero injection), make the inverter suitable for worldwide applications in compliance with regulatory norms and needs of the utilities.

ABB Ability™ Energy Viewer for solar plants

This new tool allows residential customers to remotely monitor the performance of their own solar plant and provides all information necessary to increase energy self-reliance and self-sufficiency.

Highlights

- Wireless access to the embedded Web User Interface
- Easy commissioning capability
- Future-proof with embedded connectivity for smart building and smart grid integration
- Dynamic feed-in control (for instance “zero injection”)
- Remote firmware upgrade for inverter and components
- Modbus TCP/RTU Sunspec compliant
- Lifetime free of charge access to Aurora Vision

ABB string inverters

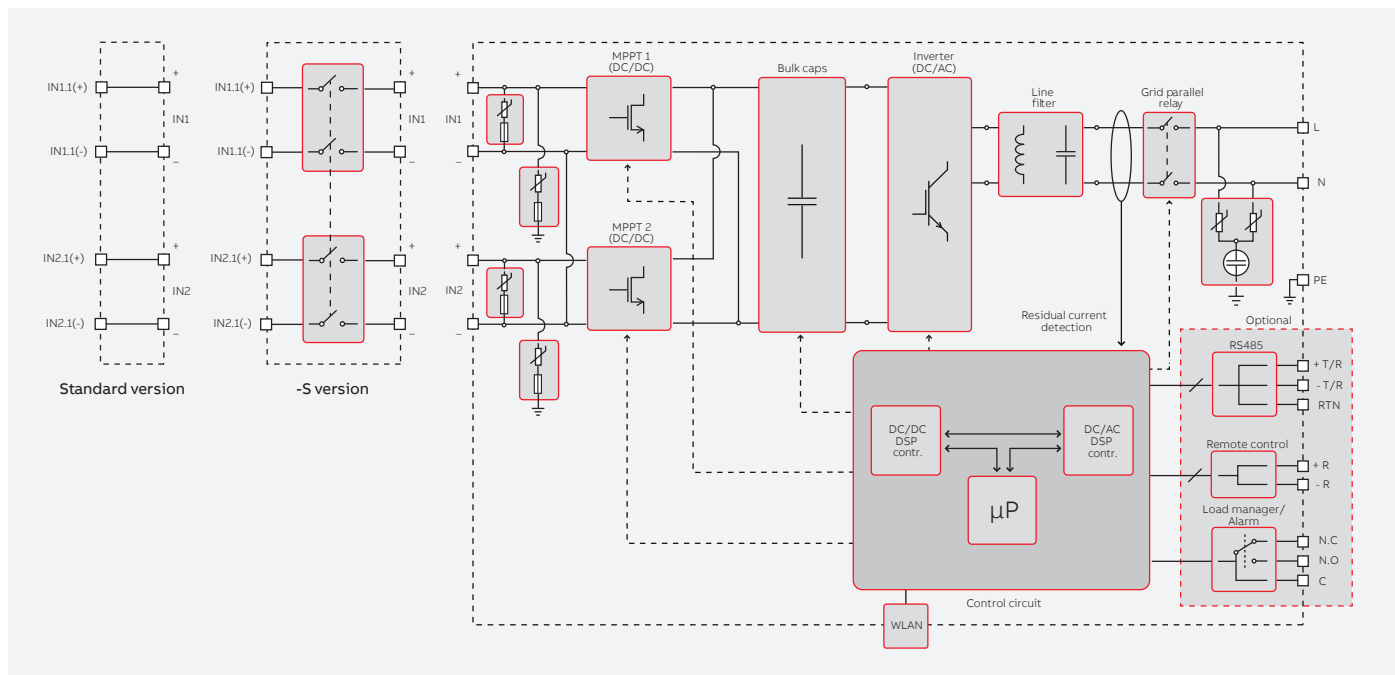
UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS-Q 3.3 to 5.0 kW



Technical data and types

Type code	UNO-DM-3.3-TL-PLUS-Q	UNO-DM-4.0-TL-PLUS-Q	UNO-DM-4.6-TL-PLUS-Q	UNO-DM-5.0-TL-PLUS-Q
Input side				
Absolute maximum DC input voltage ($V_{max,abs}$)	600 V			
Start-up DC input voltage (V_{start})	200 V (adj. 120...350 V)			
Operating DC input voltage range ($V_{dcr,min}...V_{dcr,max}$)	0.7 x $V_{start}...580$ V (min 90 V)			
Rated DC input voltage (V_{dcr})	360 V			
Rated DC input power (P_{dcr})	3500 W	4250 W	4750 W	5150 W
Number of independent MPPT	2			
Maximum DC input power for each MPPT ($P_{MPPT,max}$)	2000 W	3000 W	3000 W	3500 W
DC input voltage range with parallel configuration of MPPT at P_{acr}	170...530 V	130...530 V	150...530 V	170...480 V
DC power limitation with parallel configuration of MPPT P_{acr}	Linear derating from Max to Null [$530V \leq V_{MPPT} \leq 580V$]	Linear derating from Max to Null [$530V \leq V_{MPPT} \leq 580V$]	Linear derating from Max to Null [$530V \leq V_{MPPT} \leq 580V$]	Linear derating from Max to Null [$480V \leq V_{MPPT} \leq 580V$]
DC power limitation for each MPPT with independent configuration of MPPT at P_{acr} , max unbalance example	2000 W [$200 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dcr} - 2000$ W [$112 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$]	3000 W [$190 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dcr} - 3000$ W [$90 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$]	3000 W [$190 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$] the other channel: $P_{dcr} - 3000$ W [$90 V \leq V_{MPPT} \leq 530 V$]	On MPPT 1: 3500 W [$185 V \leq V_{MPPT} \leq 480 V$] On MPPT 2: $P_{dcr} - 3500$ W [$145 V \leq V_{MPPT} \leq 480 V$] or 3500 W ($305 V \leq V_{MPPT} \leq 480 V$) with no power on MPPT1
Maximum DC input current ($I_{dcr,max}$) / for each MPPT ($I_{MPPT,max}$)	20.0/10.0 A	32.0/16.0 A	32.0/16.0 A	30.5/19-11.5 (MPPT 1 - MPPT 2)
Maximum input short circuit current for each MPPT	12.5 A	20.0 A	20.0 A	22.0 A
Number of DC input pairs for each MPPT	1			
DC connection type ¹⁾	Quick Fit PV Connector			
Input protection				
Reverse polarity protection	Yes, from limited current source			
Input over voltage protection for each MPPT-varistor	Yes			
Photovoltaic array isolation control	According to local standard			
DC switch rating for each MPPT (version with DC switch)	25 A / 600 V			
Output side				
AC grid connection type	Single-phase			
Rated AC power ($P_{acr}@cos\phi=1$)	3300 W	4000 W	4600 W	5000 W
Maximum AC output power ($P_{ac,max}@cos\phi=1$)	3300 W	4000 W ²⁾	4600 W	5000 W
Maximum apparent power (S_{max})	3300 VA	4000 VA ²⁾	4600 VA	5000 VA
Rated AC grid voltage ($V_{ac,r}$)	230 V			
AC voltage range ³⁾	180...264 V			
Maximum AC output current ($I_{ac,max}$)	14.5 A	17.2 A	20.0 A	22.0 A
Contributory fault current	16.0 A	19.0 A	22.0 A	24.0 A
Rated output frequency (f_r) ⁴⁾	50/60 Hz			
Output frequency range ($f_{min}...f_{max}$) ⁴⁾	47...53/57...63 Hz			
Nominal power factor and adjustable range	> 0.995, adj. $\pm 0.1 - 1$ (over/under excited)			
Total current harmonic distortion	< 3.5			
AC connection type	Female connector from panel			
Output protection				
Anti-islanding protection	According to local standard			
Maximum external AC overcurrent protection	20.0 A	25.0 A	25.0 A	32.0 A
Output overvoltage protection - varistor	2 (L - N / L - PE)			

ABB UNO-DM-3.3/4.0/4.6/5.0-TL-PLUS string inverter block diagram



Technical data and types

Type code	UNO-DM-3.3-TL-PLUS-Q	UNO-DM-4.0-TL-PLUS-Q	UNO-DM-4.6-TL-PLUS-Q	UNO-DM-5.0-TL-PLUS-Q
Operating performance				
Maximum efficiency (η_{max})	97.0%	97.0%	97.0%	97.4%
Weighted efficiency (EURO/CEC)	96.5% / -	96.5% / -	96.5% / -	97.0% / -
Feed in power threshold	8 W			
Night consumption	<0.4 W			
Embedded communication				
Embedded communication interface ⁵⁾	Wireless			
Embedded communication protocol	ModBus TCP (SunSpec)			
Commissioning tool	Web User Interface, Aurora Manager Lite			
Monitoring	Plant Portfolio Manager, Plant Viewer, Plant Viewer for Mobile, ABB Ability™ Energy Viewer for solar plants			
Optional board UNO-DM-COM kit				
Optional communication interface	RS485 (use with meter for dynamic feed-in control), Alarm/Load manager relay, Remote ON/OFF			
Optional communication protocol	ModBus RTU (SunSpec), Aurora Protocol			
Optional board UNO-DM-PLUS Ethernet COM kit				
Optional communication interface	Ethernet, RS485 (use with meter for dynamic feed-in control), Alarm/Load manager relay, Remote ON/OFF			
Optional communication protocol	ModBus TCP (SunSpec), ModBus RTU (SunSpec), Aurora Protocol			
Environmental				
Ambient temperature range	25...+60°C /-13...140°F with derating above 50°C/122°F	-25...+60°C /-13...140°F with derating above 50°C/122°F	-25...+60°C /-13...140°F with derating above 45°C/113°F ⁶⁾	-25...+60°C /-13...140°F with derating above 45°C/113°F
Relative humidity	0...100 % condensing			
Maximum operating altitude without derating	2000 m / 6560 ft			
Physical				
Environmental protection rating	IP 65			
Cooling	Natural			
Dimension (H x W x D)	553 x 418 x 175 mm / 21.8" x 16.5" x 6.9"			
Weight	15 kg / 33 lbs			
Mounting system	Wall bracket			
Safety				
Isolation level	Transformerless			
Marking	CE , RCM			
Safety and EMC standard	IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, AS/NZS 4777.2, EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12			
Grid standard (check your sales channel for availability) ⁷⁾	CEI 0-21, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G83/2, G59/3, RD 413, ITC-BT-40, AS/NZS 4777.2, C10/11, IEC 61727, IEC 62116			
Available products variants				
Standard	UNO-DM-3.3-TL-PLUS-B-Q	UNO-DM-4.0-TL-PLUS-B-Q	UNO-DM-4.6-TL-PLUS-B-Q	UNO-DM-5.0-TL-PLUS-B-Q
With DC switch	UNO-DM-3.3-TL-PLUS-SB-Q	UNO-DM-4.0-TL-PLUS-SB-Q	UNO-DM-4.6-TL-PLUS-SB-Q	UNO-DM-5.0-TL-PLUS-SB-Q

¹⁾ "Refer to the document "String inverter – Product Manual appendix" available at www.abb.com/solarinverters to know the brand and the model of the quick fit connector"

²⁾ For UK G83/2 setting, maximum output current limited to 16 A up to a maximum output Pacr of 3600 W and a maximum apparent power of 3600 VA

³⁾ The AC voltage range may vary depending on specific country grid standard

⁴⁾ The Frequency range may vary depending on specific country grid standard;

CE is valid for 50Hz only

⁵⁾ As per IEEE 802.11 b/g/n standard

⁶⁾ Pacr = 4200 W @ 45°C/113°F

⁷⁾ Further grid standard will be added, please refer to ABB Solar page for further details
Remark. Features not specifically listed in the present data sheet are not included in the product

For more information please contact
your local ABB representative or visit:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

We reserve the right to make technical
changes or modify the contents of this
document without prior notice. With
regard to purchase orders, the agreed
particulars shall prevail. ABB AG does not
accept any responsibility whatsoever for
potential errors or possible lack of
information in this document.

We reserve all rights in this document and
in the subject matter and illustrations
contained therein. Any reproduction,
disclosure to third parties or utilization of
its contents – in whole or in parts – is
forbidden without prior written consent of
ABB AG. Copyright© 2018 ABB
All rights reserved





Información del Producto

Precio por metro lineal al corte, cantidad mínima 1 metro.

Cable flexible L.H. de 6 mm² RZ1-K de General Cable (o similar en primeras marcas).

Descripción del Producto

Cable flexible de General Cable RZ1-K 0,6/1Kv con cubierta exterior de Poliefina termoplástica libre de halógenos y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)

Normativa

- UNE 21123-4
- IEC 60502-1
- UNE-EN 60332-1-2
- UNE-EN 50267
- UNE 61034

Características

Referencia:	RZ1-K 1X6 mm ²
Aislamiento	0,6/1Kv
Material	Cobre
Sección	6 mm ²
Tipo de cable	CPR Libre Halógenos
Cumple Normativa Marcado CE :	Sí

Ve a Configuración para activar Windows.



Cables unipolares y multipolares con conductor flexible, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina.

Aplicaciones

Adecuados para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas protegida o no. Adecuado para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes, al aire, en tubos o enterrados. Especialmente adecuados para instalaciones en locales donde se requiera una baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio, por ejemplo en locales de pública concurrencia.

Características

Aislamiento	Polietileno reticulado Tipo DIX 3 según UNE-HD 603-1	Identificación unipolar	Colores
Colores	Verde	Norma	UNE 21123-4
Comportamiento fuego	No propagador de la llama según UNE-EN 60332-1-2, No propagador del incendio de acuerdo con EN 60332-3-24, Baja opacidad de humos según EN 61034-2, Libre de halógenos según UNE-EN 50525-1 Anexo B	Secciones	1x 1.5 a 300mm², 2, 3, 4, 5 x 1.5 a 50mm², 7, 10 y 12, 14, 16, 19, 24, 27, 30, 37, 44, 52 y 61 x 1.5 y 2.5 mm², 7, 10 y 12 x 4mm² x 4 mm
Conductor	Cobre clase 5 según UNE-EN 60228	Temperatura	90°C
Cubierta	Poliolefina ignifugada de acuerdo con UNE 21123-4	Tensión de ensayo	3500V
Embalaje	Rollos de 100 m plastificados ó bobinas	Tensión nominal	0.6/1kV

Datos técnicos

Seccion mm2	Espesor aislamiento mm	Diametro mm	Resistencia a 20 °C Ohm/km
1,5	0,7	5,7	13,3
2,5	0,7	6,2	7,98
4	0,7	6,5	4,95
6	0,7	7,6	3,3
10	0,7	8,6	1,91
16	0,7	9,6	1,21
25	0,9	11,4	0,78
35	0,9	12,5	0,554
50	1	14,5	0,386
70	1,1	16,4	0,272
95	1,1	18,5	0,206
120	1,2	20,7	0,161
150	1,4	22,5	0,129
185	1,6	25,2	0,106
240	1,7	28,3	0,0801
300	1,8	30,9	0,0641
2x1,5	0,7	8,9	13,3
2x2,5	0,7	9,9	7,98
2x4	0,7	10,4	4,95
2x6	0,7	12,2	3,3
2x10	0,7	14	1,91
2x16	0,7	16,3	1,21
3G1,5	0,7	9,7	13,3
3G2,5	0,7	10,5	7,98
3G4	0,7	11,7	4,95
3G6	0,7	12,8	3,3
3G10	0,7	15	1,91
3G16	0,7	17,4	1,21
3G25	0,9	20,3	0,78
3G35	0,9	22,9	0,554
3G50	1	26,1	0,386
3G70	1,1	32,6	0,272
3G95	1,1	36,3	0,206
4G1,5	0,7	10,3	13,3
4G2,5	0,7	11,5	7,98
4G4	0,7	12,7	4,95
4G6	0,7	14,2	3,3
4G10	0,7	16,4	1,91
4G16	0,7	19,2	1,21
4G25	0,9	23,2	0,78
4G35	0,9	26,5	0,554
4G50	1	32,5	0,386
5G1,5	0,7	11,8	13,3
5G2,5	0,7	12,5	7,98
5G4	0,7	14,3	4,95
5G6	0,7	15,5	3,3
5G10	0,7	18	1,91
5G16	0,7	21,1	1,21
5G25	0,9	25,5	0,78

7G1,5	0,7	12	13,3
7G2,5	0,7	13,2	7,98
7G4	0,7	15	4,95
10G1,5	0,7	15	13,3
10G2,5	0,7	16,6	7,98
10G4	0,7	19,1	4,95
12G1,5	0,7	15,5	13,3
12G2,5	0,7	17,2	7,98
12G4	0,7	19,7	4,95
14G1,5	0,7	16,3	13,3
14G2,5	0,7	18,1	7,98
16G1,5	0,7	17,2	13,3
16G2,5	0,7	19,2	7,98
19G1,5	0,7	18,1	13,3
19G2,5	0,7	20,1	7,98
24G1,5	0,7	21,1	13,3
24G2,5	0,7	23,5	7,98
27G1,5	0,7	21,6	13,3
27G2,5	0,7	24,2	7,98
30G1,5	0,7	22,4	13,3
30G2,5	0,7	25	7,98
37G1,5	0,7	24,2	13,3
37G2,5	0,7	27	7,98
44G1,5	0,7	27,2	13,3
44G2,5	0,7	30,6	7,98
52G1,5	0,7	28,7	13,3
52G2,5	0,7	32,2	7,98
61G1,5	0,7	30,5	13,3
61G2,5	0,7	34,3	7,98