



PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA DE 41,86 kWp PARA AUTOCONSUMO
COLECTIVO EN LA CUBIERTA DE LA IKASTOLA DE
CAMPEZO

AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO

Calle Plaza Samuel Picaza, 1

01110 CAMPEZO (ÁLAVA)

Xabier Loyarte Garmendia

NAFARKOOP ENERGIA GIZARTE EKIMENeko KOOP. S.

GOIENER TALDEA

<proiektuak@nafarkoop.eus>

Nº. de teléfono: 948 504 135 / 621 202 448

ÍNDICE DOCUMENTO

1	DOCUMENTO: MEMORIA.....	3
2	DOCUMENTO: CÁLCULOS.....	32
3	DOCUMENTO: PLANOS.....	48
4	DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	54
5	DOCUMENTO: PRESUPUESTO.....	79
6	DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	84
7	DOCUMENTO: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	128
8	DOCUMENTO: ESTIMACIÓN DE LA EMISIONES	146
9	DOCUMENTO: CONCLUSIÓN	149
10	DOCUMENTO: ANEXOS	151

1 DOCUMENTO: MEMORIA

ÍNDICE DOCUMENTO: MEMORIA

1	DOCUMENTO: MEMORIA.....	3
1.1	ANTECEDENTES.....	5
1.2	OBJETO	5
1.3	ALCANCE	7
1.4	ENCARGO Y PROPIEDAD	7
1.5	LOCALIZACIÓN	7
1.6	DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO EXISTENTE:.....	9
1.7	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO.....	13
1.7.1	Generador fotovoltaico.....	13
1.7.2	Campo fotovoltaico	13
1.7.3	Estructura de aluminio.....	14
1.7.4	Inversor de conexión a red.....	15
1.7.5	Conexión del inversor	15
1.7.5.1	Configuración del inversor de conexión a red	16
1.7.6	Sistema anti-vertido	17
1.7.7	Monitorización de la instalación FV.....	17
1.7.8	Protecciones de la instalación FV	17
1.7.9	Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.....	19
1.7.10	Conexión en red interior de Baja Tensión	20
1.7.10.1	Planteamiento de conexión eléctrica	21
1.7.11	Requisitos de medida según RD 244/2019	22
1.8	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA LEGAL:	23
1.9	SOMBRAS Y DISTANCIAS MÍNIMAS.....	24
1.10	PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN FV.....	25
1.10.1	Riesgos eléctricos en una instalación FV	25
1.10.2	Protecciones de personas	26
1.10.3	Sistemas de seguridad adoptados.....	28
1.11	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	29
1.12	INVERSIÓN NECESARIA.....	31
1.13	CONCLUSIÓN.....	31

1.1 ANTECEDENTES

El **ayuntamiento de Campezo** con NIF **P0106100A** y propietaria de la instalación, se pone en contacto con **Nafarkoop Energía Sociedad Cooperativa de Iniciativa Social** para la ejecución de una instalación solar fotovoltaica para autoconsumo colectivo.

Se redacta el presente documento con el fin de cumplir con lo dispuesto en el REBT según el RD 842/2002 en lo referido a la puesta en marcha de este tipo de instalaciones, y lo dispuesto en el RD 244/2019.

Dicho documento es redactado por Xabier Loyarte Garmendia, Ingeniero Técnico Industrial, Colegiado N°3.084 por el Colegio de Graduados en Ingeniería e Ingenieros Técnicos Industriales de Navarra, en nombre de **Nafarkoop Energía Sociedad Cooperativa de Iniciativa Social** y domicilio social en Kale Berria 111, 31001 Iruñea / Pamplona.

1.2 OBJETO

El objetivo del presente proyecto es el diseño y realización de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes para el autoconsumo instantáneo de la energía eléctrica generada.

La instalación solar fotovoltaica de autoconsumo conectada a red que se pretende construir tendrá una potencia en módulos instalada total de 41,86 kWp y una potencia nominal de 36 kWn.

La modalidad de autoconsumo establecida por el RD 244/2019¹ para la presente instalación, será un **autoconsumo colectivo con excedentes acogida a compensación**.

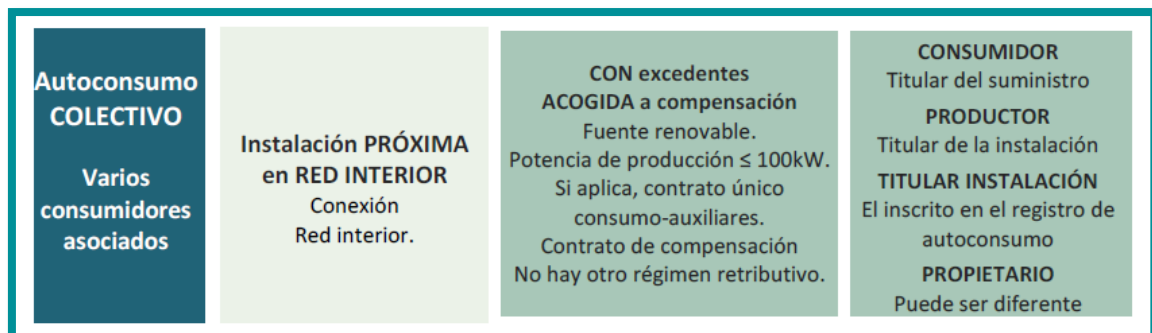


Ilustración 1: Modalidad de autoconsumo según el RD 244/2019

En este caso, el titular de la instalación fotovoltaica de autoconsumo colectivo (Productor), va a ser uno de los consumidores asociados a la instalación fotovoltaica (aportando 10 suministros eléctricos), además de otros 2 consumidores asociados que va a autoconsumir la energía generada (Consumidores):

- **Productor:** AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO (P0106100A)
- **Consumidores:** 12 suministros ubicados en el municipio de CAMPEZO

¹ RD 244/2019

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089

Se van a describir las principales partes de la instalación fotovoltaica de autoconsumo que cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

En el caso del presente proyecto, la instalación fotovoltaica pertenecerá a la modalidad de suministro con autoconsumo colectivo con excedentes acogida a compensación. Todos los consumidores que componen la instalación de autoconsumo deberán estar de acuerdo con las condiciones especificadas en el RD 244/2019.

Por un lado, se cumplirá con las condiciones especificadas en el apartado g) del artículo 3 del RD 244/2019 y en concreto:

- iii. Que tanto la instalación de generación como los consumidores asociados se encuentren conectados en baja tensión y a una distancia entre los equipos de medida inferior a 2.000 metros. Para ello se tomará la distancia entre los aparatos de medida en la proyección ortogonal en planta.

Por el otro lado, se cumplirá con las condiciones especificadas en el apartado 2.a) del artículo 4 del RD 244/2019 y en concreto:

- i. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.
- ii. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW
- iv. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del RD 244/2019
- v. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.

Las instalaciones colectivas con excedentes a través de red, para poder acogerse a la compensación, deberán asegurar que al menos uno de los consumidores asociados está conectado a la instalación en red interior. Además, en el autoconsumo colectivo todos los consumidores asociados deberán pertenecer a la misma modalidad de autoconsumo.

El generador fotovoltaico irá ubicado sobre la cubierta orientada al sureste de la ikastola de Campezo, apoyada mediante una estructura fijada a ésta especialmente diseñada para uso fotovoltaico en intemperie.

Con este Proyecto se persigue la máxima tasa de autoconsumo de los suministros eléctricos asociados a la instalación fotovoltaica de autoconsumo, obteniendo así importantes ahorros en su factura de consumo eléctrico y logrando una actividad más sostenible cuidando del Medio Ambiente.

Los excedentes que se produzcan se incorporarán a la red distribuidora compensándose al precio acordado con la comercializadora, tal y como se establece en el Real Decreto 244/2019. A tal efecto, deberá suscribirse un contrato de compensación entre las partes.

1.3 ALCANCE

El Proyecto se ajustará en todo momento a lo expuesto en el mencionado Real Decreto 244/2019, al Real Decreto 1699/2011², de 18 de Noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, RD 413/2014³, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, el manual técnico de distribución de Iberdrola MT 3.53.01⁴ correspondiente a las condiciones técnicas de producción eléctrica conectada a la red de Iberdrola Distribución (Edición 5 – Marzo 2016) y el REBT así como las ITC correspondientes.

1.4 ENCARGO Y PROPIEDAD

El encargo y propiedad del presente proyecto corresponde al **AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO**, con CIF **P0106100A** y domicilio social en la Calle Plaza Samuel Picaza, 1, 01110 Campezo, Álava.

1.5 LOCALIZACIÓN

La instalación de producción es una instalación solar fotovoltaica de 41,86 kWp de autoconsumo colectivo con excedentes en red interior de la ikastola del municipio Campezo, ubicado en:

- Calle Arrabal, 99, Bajo 1, 01110 CAMPEZO, Álava.
- Parcela catastral: Ikastola de Campezo; Polígono: 1; Parcela: 960; Ref. Catastral: 170109600000010001IQ
- Coordenadas: Latitud: 42.67239°; Longitud: -2.34689°;
- Coordenadas UTM(ETRS89): HUSO: 30; X: 553516,0; Y: 4724642,1

Los 91 módulos fotovoltaicos se instalarán en la cubierta inclinada y orientada al sureste de la ikastola de Campezo. Dicha cubierta no tiene obstáculos en sus inmediaciones que puedan arrojar sombras parciales a los módulos fotovoltaicos, siendo una superficie óptima para albergar el generador fotovoltaico.

² RD 1699/2011

<https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-19242>

³ RD 413/2014

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-6123&tn=2>

⁴ MT 3.53.01

https://www.i-de.es/socdis/gc/prod/es_ES/contenidos/docs/MT_3_53_01.pdf



Ilustración 2: Situación de la ikastola de Campezo (Álava)

1.6 DESCRIPCIÓN DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO EXISTENTE:

Los datos de los suministros eléctricos asociados a esta instalación solar-fotovoltaica de autoconsumo en la ikastola del municipio de Campezo son los siguientes:

	IDENTIFICACIÓN	CUPS	POTENCIA CONTRATADA (kW)	TARIFA
1	PISCINAS MUNICIPALES	ES0021000000015180VC	33 – 33 – 33 – 33 – 33 – 33	3.0TD
2	ALBERGUE	ES0021000000015140QA	20 – 20 – 20 – 20 – 20 – 20	3.0TD
3	IKASTOLA	ES0021000000015146QD	41,5 – 41,5 – 41,5 – 41,5 – 41,5 – 41,5	3.0TD
4	GIMNASIO	ES00210000011800772VK	9,9 – 9,9	2.0TD
5	AYUNTAMIENTO	ES0021000000015401GB	20,785 – 20,785 – 20,785 – 20,785 – 20,785 – 20,785	3.0TD
6	FRONTÓN	ES0021000000015603JY	7,6 – 7,6	2.0TD
7	MUSIKA ESKOLA	ES0021000000015416MA	7,2 – 7,2 – 7,2 – 7,2 – 7,2 – 15,2	3.0TD
8	KULTUR ETXEA	ES0021000000015692VA	19,8 – 19,8 – 19,8 – 19,8 – 19,8 – 19,8	3.0TD
9	PISO ALQUILER 1	ES0021000000015026BG	3,3 – 3,3	2.0TD
10	PISO ALQUILER 2	ES0021000000015021XE	3,3 – 3,3	2.0TD
11	EUSKALTEGI	ES0021000021904310WG	4,6 – 4,6	2.0TD
12	ETXEBIZITZA KOMUNITARIOA	ES0021000013168293CP	15,001 – 15,001 – 15,001 – 15,001 – 15,001 – 15,001	3.0TD

Taula 1: Resumen de los suministros eléctricos asociados al autoconsumo colectivo

A continuación, se detalla, por una parte, el consumo energético total de las curvas de carga seleccionadas. Por otro lado, se define la curva de consumo media horaria conjunta de todos los suministros:

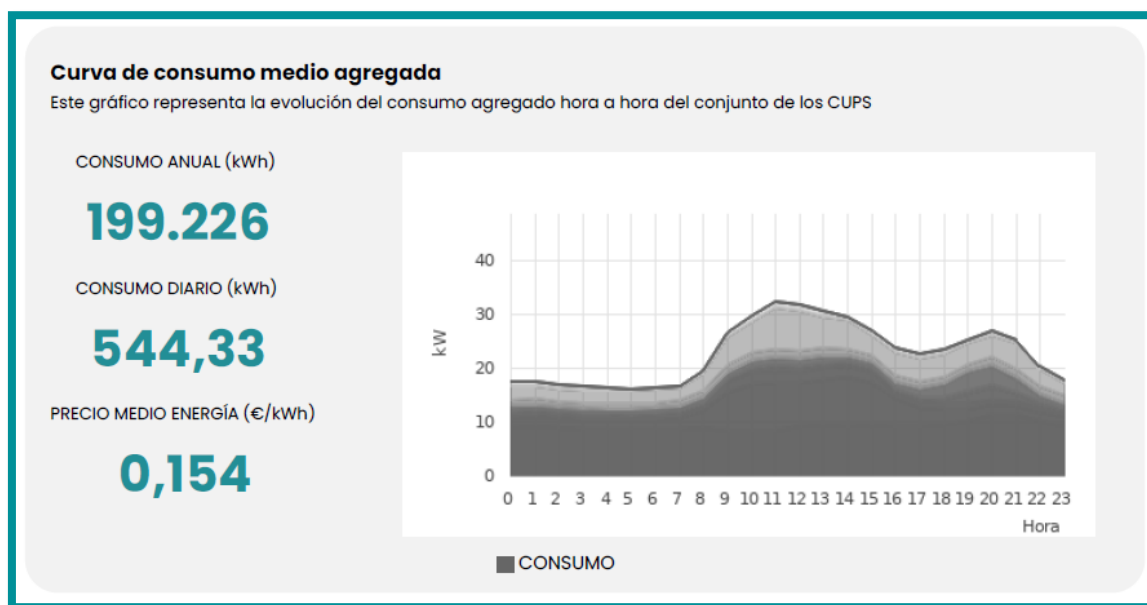


Ilustración 3: Consumo anual agregado del conjunto de suministros

Consumo Energía Anual previsto: 199.226 kWh

Tras estudiar las curvas de carga horaria del consumo eléctrico del último año, obtenemos los siguientes valores de referencia mensuales:

BALANCE ENERGÉTICO (kWh)	Demanda energética (kWh)
Enero	16.339
Febrero	12.967
Marzo	14.390
Abril	11.388
Mayo	14.689
Junio	24.835
Julio	20.194
Agosto	24.341
Septiembre	15.747
Octubre	12.876
Noviembre	14.602
Diciembre	16.857
TOTAL	199.226

Ilustración 4: El consumo eléctrico agregado mensual sin tener en cuenta la producción de la instalación fotovoltaica

En el consumo eléctrico agregado se observa regularidad a lo largo del año, excepto en los meses de junio, julio y agosto, donde el consumo eléctrico agregado se incrementa respecto a los otros meses. Gran parte de la energía generada con la instalación fotovoltaica podrá autoconsumirse inmediatamente, incorporándose los excedentes a la red distribuidora de baja tensión, adaptándose al mecanismo de compensación establecido en el Real Decreto 244/2019.

En todo momento se ha buscado un punto adecuado que satisfaga las necesidades de los suministros eléctricos estudiados del municipio de Campezo.

En este sentido, de toda la energía generada por la instalación solar fotovoltaica, 51.176,48 kWh/año (ver Apartado 2.2.2 Cálculo energía útil producida), 96,09% se autoconsumiría instantáneamente por los doce suministros eléctricos municipales estudiados. Los excedentes energéticos, 2.003 kWh al año, se compensarían en su totalidad mediante el mecanismo de compensación simplificado definido por el RD244/2019. Por último, la energía autoconsumida, 49.174 kWh al año, representa el 24,68% del consumo eléctrico total anual de los doce suministros eléctricos estudiados.

Período	demanda energía (kWh)	generación (kWh)	autoconsumo (kWh)	excedentes (kWh)	excedentes compensados (kWh)
Enero	16.339	1.758	1.758	0	0
Febrero	12.967	2.610	2.543	67	67
Marzo	14.390	4.096	3.985	111	111
Abril	11.388	5.078	4.450	628	628
Mayo	14.689	6.085	5.565	520	520
Junio	24.835	6.522	6.522	0	0
Julio	20.194	7.075	6.668	407	407
Agosto	24.341	6.420	6.420	0	0
Septiembre	15.747	4.820	4.683	136	136
Octubre	12.876	3.299	3.166	133	133
Noviembre	14.602	1.879	1.879	0	0
Diciembre	16.857	1.535	1.535	0	0
TOTAL	199.226	51.176	49.174	2.003	2.003

Ilustración 4: resumen de la energía consumida, generada, autoconsumida y excedentaria por meses

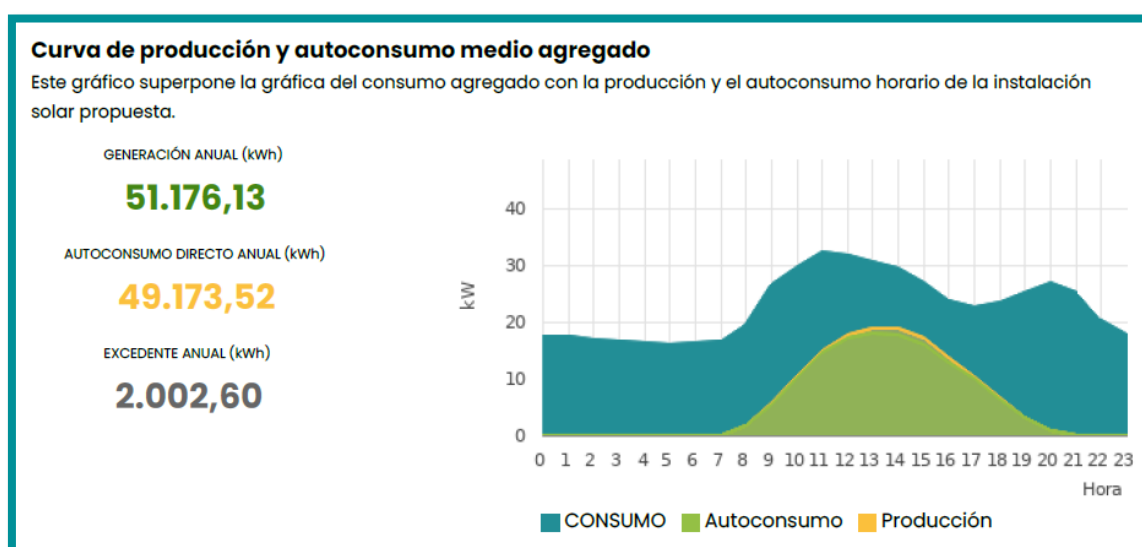


Ilustración 5: curva de producción y autoconsumo medio agregado



Ilustración 6: resumen de los conceptos clave respecto al autoconsumo

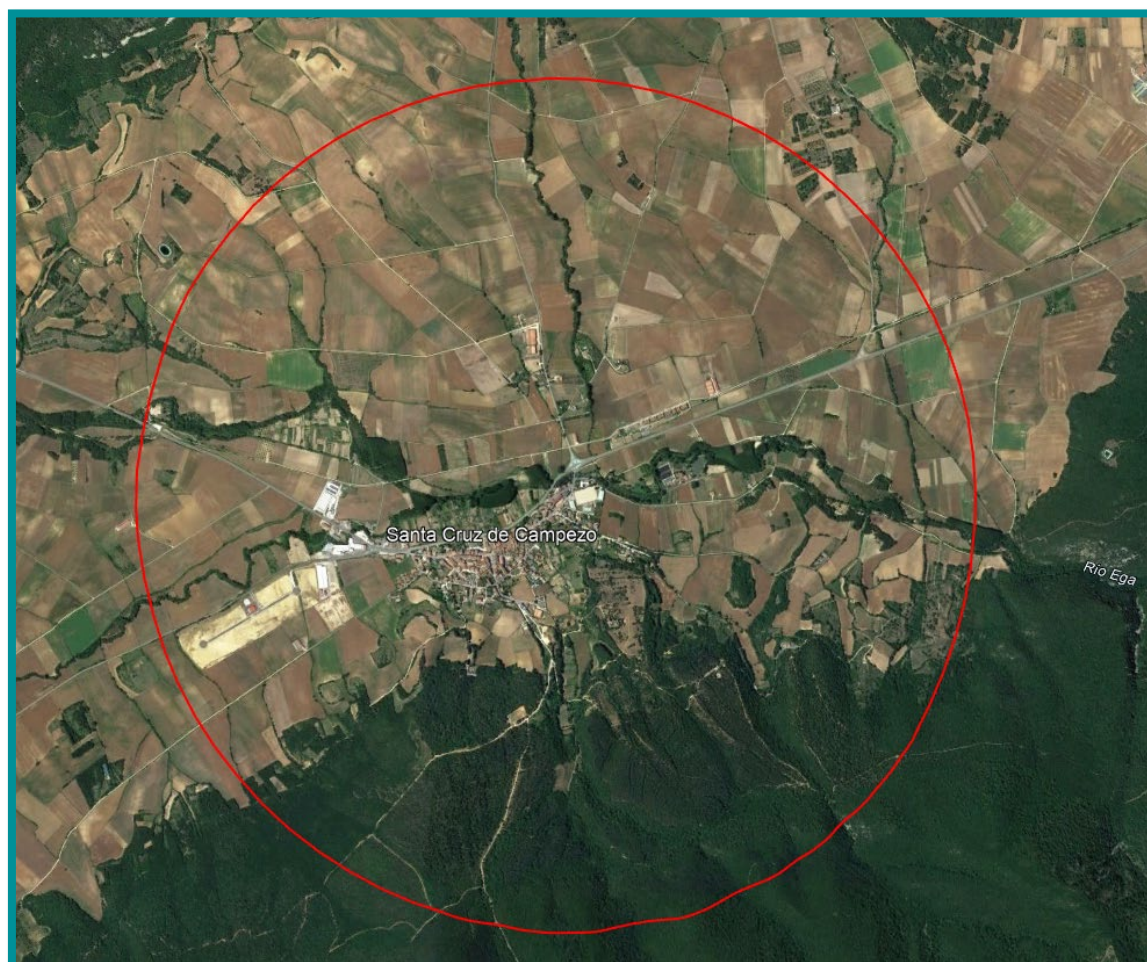


Ilustración 7: Radio de 2.000 metros en proyección ortogonal en planta desde la cubierta de la ikastola de Campezo

1.7 DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO

1.7.1 Generador fotovoltaico

El generador fotovoltaico va a estar constituido por la asociación serie-paralelo de los módulos fotovoltaicos. Estará formado por varias series o “strings” de módulos fotovoltaicos.

La ikastola de Campezo donde se instalará el generador fotovoltaico dispone de una cubierta de chapa a dos aguas. Todos los módulos fotovoltaicos se instalarán en el agua orientado al sureste, al ser el agua con menor desviación respecto al sur. Esta cubierta se encuentra libre de obstáculos externos que puedan arrojar sombras parciales sobre las placas fotovoltaicas. Se obtendrá la siguiente orientación: 47° al sureste (acimut = - 47°).

Estos módulos van a ir montados sobre la cubierta apoyados sobre una estructura soporte de aluminio especialmente diseñada para uso fotovoltaico y tratada químicamente para resistir los efectos de la intemperie.

Los módulos se dispondrán verticalmente **de manera coplanar a la cubierta de chapa metálica inclinada y orientada al sureste de la ikastola.**

El módulo fotovoltaico empleado en la presente instalación será el JA SOLAR de 460 Wp de potencia máxima.

Detalles en Documento 10. ANEXOS

1.7.2 Campo fotovoltaico

El campo fotovoltaico se instalará de la siguiente manera:

- 91 módulos fotovoltaicos dispuestos verticalmente e instalados de manera coplanar aprovechando la cubierta de chapa metálica inclinada y orientada al sureste de la ikastola, la cual está libre de obstáculos que puedan arrojar sombras parciales a los módulos fotovoltaicos.

Consiguiendo así, una buena captación de la radiación solar incidente, y respetando la carga soportable de la misma.

Para el cálculo de la configuración de las series o “strings” de los módulos fotovoltaicos, se han considerado los efectos de la temperatura en las células fotovoltaicas para un rango de -10°C a 70°C, temperatura que pueden alcanzar las células. Este rango se ha sobredimensionado con el fin de que no se sobrepasen estos límites a lo largo del año en función de las condiciones climatológicas del municipio de Campezo.

El generador fotovoltaico va a estar constituido por la asociación serie-paralelo de 91 módulos de 460 Wp. De esta manera, la potencia instalada del generador fotovoltaico va a ser de 41,86 kWp, conectados a un inversor de conexión a red de 36 KWn (SUN2000-36KTL-M3 de Huawei).

Los 91 módulos fotovoltaicos del generador fotovoltaico se conectarán en el inversor SUN2000-36KTL-M3 organizados de la siguiente manera: en la entrada MPPT#1 del inversor se conectarán dos series formadas por 15 módulos fotovoltaicos conectados en serie; en la

entrada MPPT#2 del inversor se conectarán dos series formadas por 15 módulos fotovoltaicos conectados en serie; en la entrada MPPT#3 del inversor se conectará una serie formada por 15 módulos fotovoltaicos conectados en serie; en la entrada MPPT#4 del inversor se conectará una serie formada por 16 módulos fotovoltaicos conectados en serie. De esta manera, garantizamos el correcto funcionamiento del inversor al mantener los niveles de tensión e intensidad dentro del rango permitido por los mismos a lo largo de todo el año al tener en cuenta el efecto de la temperatura sobre los módulos fotovoltaicos.

Los módulos se conectarán entre sí en serie mediante manguera de cobre con doble aislamiento PV H1Z2Z2-K 1,5/1,5 (1,8) kV DC, aislamiento de 1.800 Vcc, según norma UNE 21123.

Las series se conducirán a lo largo de la estructura de aluminio sobre la que se apoyan y serán conducidas hasta el lugar de situación del inversor fotovoltaico utilizando una bandeja construida en material termoplástico técnico aislante perforada, bandeja con tapa (canal aislante) s/EN 50085-1:1997 de Color Ral 7035 Ref. o técnicamente equivalente aprobada por la dirección facultativa.

1.7.3 Estructura de aluminio

La estructura de apoyo de los módulos consta básicamente en unos perfiles de aluminio, fijaciones para chapa metálica con anclaje a panel sándwich y una serie de grapas de aluminio. Los perfiles de aluminio se fijan en la cubierta de la ikastola mediante fijaciones para paneles sándwich con anclaje a su chapa metálica. Las placas se unen a esta estructura de aluminio mediante una serie de tornillos de acero inoxidable.

Las estructuras soporte se calculan para resistir, junto con los módulos, las sobrecargas de nieve y fundamentalmente de viento, de acuerdo con lo indicado en el "Código Técnico de la Edificación".

El diseño de la estructura y el sistema de fijación de los módulos fotovoltaicos, se realiza de manera que permita las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir esfuerzos a los módulos.

Todo el material para la estructura soporte se encuentra tratada para su uso en intemperie (anticorrosión) y ha sido probada estáticamente mediante ciertos ensayos, para garantizar su resistencia.

La estructura soporte, va a estar constituida por lo siguiente:

- ☀ Fijaciones para chapa metálica para anclaje a panel sándwich
- ☀ Perfiles de aluminio para guía de módulos fotovoltaicos
- ☀ Fijaciones y uniones para fijación de los módulos

La estructura soporte se conectará a tierra para evitar posibles faltas, en caso de pérdida de aislamiento por parte de los módulos fotovoltaicos.

Detalles en Documento 10. ANEXOS

1.7.4 Inversor de conexión a red

Una vez descrita la configuración del generador fotovoltaico, el siguiente paso es la conversión de la corriente eléctrica producida por los módulos en continua a corriente eléctrica en alterna. El equipo encargado de la conversión CC/CA es el inversor de conexión a red.

Para la presente instalación fotovoltaica de autoconsumo se empleará un equipo trifásico Huawei SUN2000-36KTL-M3 de 36 kWn de potencia nominal.

Este inversor de conexión a red es un equipo multi-string y dispone de 4 rastreadores MPPT independientes, mejorando la eficiencia del sistema.

Las características técnicas del inversor de conexión a red son las siguientes:

Características	HUAWEI SUN2000-36KTL-M3
Potencia Nominal AC	36 kW
Rango Tensión MPPT	200 – 1.000 V
Max. Corriente de Entrada	40 A
Seguimiento MPPT	4
Tensión-Frecuencia Nominal	50 Hz – 60 Hz
Máx. Corriente de Salida	58 A
Máxima Eficiencia	98,70 %
Eficiencia Europea	99,40 %
Dimensiones (mm)	640 x 530 x 270
Peso	43 Kg

Tabla 2: Características técnicas del inversor de conexión a red

El inversor de conexión a red empleado dispone de todas las protecciones eléctricas de seguridad exigidas tanto en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, como en el RD 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 y demás normativa vigente:

- ☀ Polarizaciones inversas
- ☀ Contra sobretensiones transitorias en la Entrada y Salida (Tipo II)
- ☀ Contra sobrecargas en la salida
- ☀ Fallos de aislamiento en CC
- ☀ Protección Anti-Isla con desconexión automática

Detalles en Documento 10. ANEXOS

1.7.5 Conexión del inversor

En este apartado se va a describir brevemente cómo se va a realizar la conexión del inversor tanto al campo fotovoltaico o generador, como al circuito de alterna para la posterior conexión a la red interna de baja tensión.

- ✓ Circuito Continua CC:

El generador fotovoltaico consta de una potencia total instalada de 41,86 kWp distribuida de la siguiente forma:

- 2 series de 15 módulos fotovoltaicos conectados a la entrada MPPT#1.
- 2 series de 15 módulos fotovoltaicos conectados a la entrada MPPT#2.
- 1 serie de 15 módulos fotovoltaicos conectado a la entrada MPPT#3.
- 1 serie de 16 módulos fotovoltaicos conectado a la entrada MPPT#4.

En consecuencia, por cada serie tendremos 2 mangueras PV H1Z2Z2-K 1,5/1,5 (1,8) kV DC, positivo y negativo.

El inversor incorpora descargadores de sobretensión CC y seccionador de corte en carga CC.

✓ Circuito Alterna AC:

La salida del inversor de conexión a red de 36 kWn, será trifásica, conformando un sistema trifásico equilibrado, el cual irá protegido con un interruptor automático y diferencial para el inversor en el cuadro general de protecciones.

Anterior al punto de conexión con la red de distribución de baja tensión se dispondrá de una CPM con seccionador y fusibles, necesaria en las instalaciones de autoconsumo colectivas, el cual nos permitirá tener otro punto de corte general de la instalación fotovoltaica. En esta CPM la distribuidora instalará un contador de generación neta.

1.7.5.1 Configuración del inversor de conexión a red

Los módulos fotovoltaicos estarán distribuidos en seis series que se conectarán en el inversor de conexión a red de la siguiente manera:

- 2 series de 15 módulos fotovoltaicos conectados a la entrada MPPT#1.
- 2 series de 15 módulos fotovoltaicos conectados a la entrada MPPT#2.
- 1 serie de 15 módulos fotovoltaicos conectado a la entrada MPPT#3.
- 1 serie de 16 módulos fotovoltaicos conectado a la entrada MPPT#4.

Por lo tanto, se realizará el seguimiento del punto de máxima potencia por cada dos series en las dos primeras entradas MPPT y por cada serie en las dos últimas entradas MPPT.

Modelo de inversor  1 x SUN2000-36KTL-M3		1. Campo FV	2.	3.		
		91/91	MPPT A : 2x15 MPPT B : 2x15 MPPT C : 1x15			
Información detallada		Total de potencia de entrada: 41,8600 kWp				DC/AC: 1,16
	Potencia máxima de CC	Tensión de arranque	PV Tensión normal	Voltaje de CC máx	Corriente de CC máx	
MPPT A	13,80 kWp	200,00 V 	631,95 V	844,01 V 	21,84 A 	
MPPT B	13,80 kWp	200,00 V 	631,95 V	844,01 V 	21,84 A 	
MPPT C	6,90 kWp	200,00 V 	631,95 V	844,01 V 	10,92 A 	
MPPT D	7,36 kWp	200,00 V 	674,08 V	900,28 V 	10,92 A 	
Inversor		200 V		1100 V	26 A	

Ilustración 8: Validación de la distribución de strings en el software SmartDesign de HUAWEI

1.7.6 Sistema anti-vertido

No aplica.

1.7.7 Monitorización de la instalación FV

La instalación de autoconsumo fotovoltaico dispondrá de un sistema de monitorización remota para poder comprobar el correcto funcionamiento de los distintos equipos que la conforman. Para ello, se instalará el accesorio de comunicación inteligente Smart Dongle 4G para dotar de conexión 4G al inversor. De esta manera, se enviará la información registrada en el inversor al portal de monitorización online Fusion Solar del fabricante Huawei.

La finalidad de este sistema de monitorización remota será la de facilitar las labores de mantenimiento y tratar de obtener el máximo rendimiento de la instalación detectando lo antes posible cualquier incidencia. Asimismo, tendremos información en tiempo real de la generación fotovoltaica.

La APP Fusion Solar de Huawei (Huawei AppGallery) permitirá monitorizar y gestionar todo el sistema de forma remota desde cualquier dispositivo móvil.

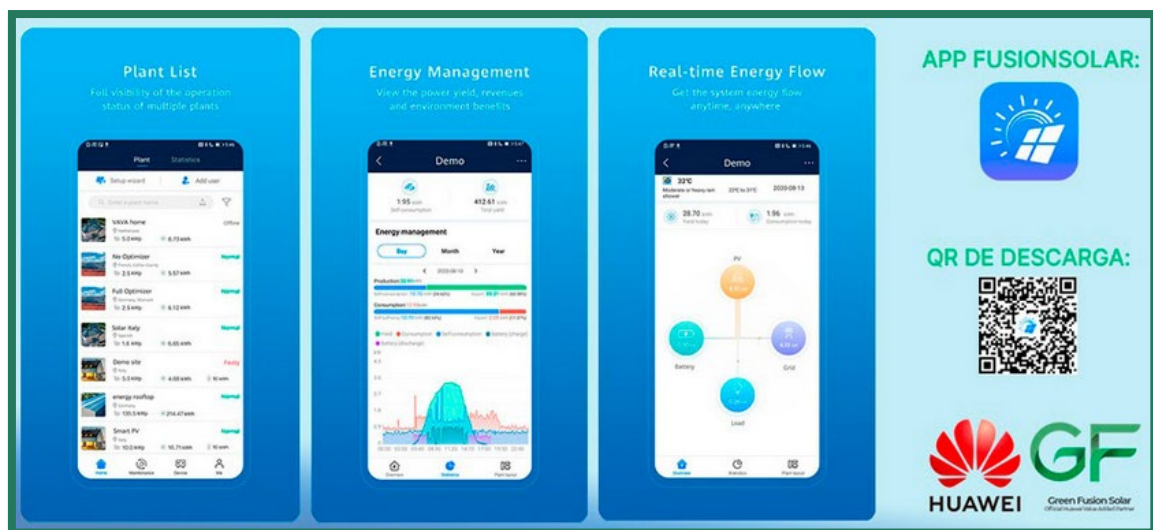


Ilustración 9: App Fusion Solar de Huawei

1.7.8 Protecciones de la instalación FV

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), indica las protecciones que debe presentar una instalación solar fotovoltaica, tanto para proteger a las personas ante posibles faltas, como para proteger a los equipos que conforman la instalación.

Las protecciones que incluye cada instalación fotovoltaica, son fundamentalmente protecciones para sobretensiones (externas e internas), sobreintensidades y para la protección de las personas por cualquier tipo de contacto (bien sea directo o bien indirecto).

Por supuesto que el inversor dispone de protecciones para la variación de tensión y de frecuencia de la red eléctrica (relés de enclavamiento), aislamiento galvánico o equivalente (nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión

de instalaciones generadoras en Baja del MITYC), protección frente efecto isla y emisión incorrecta de armónicos. También dispone de un vigilante de aislamiento para el circuito CC y AC, que dispara la instalación en cuanto detecta un fallo de aislamiento y así proteger a las personas.

Aunque más adelante se explica más detalladamente el sistema de protección global empleado para la instalación general fotovoltaica, se expone ahora los elementos de protección empleados:

Contactos Directos:

- Aislamiento de las partes activas
- Protección mediante barreras envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Separación por distancia
- Utilización de sistemas diferenciales

Contactos Indirectos:

- Protección por corte automático de alimentación.
- Protección por separación eléctrica de circuitos.
- Aislamiento por empleo de materiales de clase II.
- Protección de puesta a tierra o conexiones equipotenciales.

Sobreintensidades:

- Elección de la sección adecuada para los conductores eléctricos.

Sobretensiones:

- Puesta a tierra de la estructura-módulos fotovoltaicos.
- Puesta a tierra de los inversores.
- Descargadores atmosféricos y varistores.
- Interruptor magnetotérmico de corte.
- Interruptor manual de corte tetrapolar.
- Fusibles seccionadores.

A continuación, se muestran los elementos activos de protección empleados en la instalación fotovoltaica propuesta:

✓ **Circuito de Corriente Continua (CC):**

- Fusibles CC:

Protección de cada string mediante fusibles específicos para generación fotovoltaica de 1.000 Vdc y 25 Adc. Se instalarán en el cuadro de protecciones.

- Seccionador CC:

Cada inversor trifásico dispondrá de seccionador de corte manual en carga para poder desconectarlo del generador fotovoltaico.

- Descargador de Sobretensiones CC:

El inversor trifásico dispondrá de protección contra sobretensiones en continua mediante descargadores tipo II. Sin embargo, aguas arriba del inversor, se instalará protección contra sobretensiones en continua mediante descargadores tipo II para cada serie.

✓ **Circuito de Corriente Alterna (AC):**

Todo ello ubicado en un cuadro de protecciones debidamente dimensionado.

- Interruptor Magnetotérmico General para proteger la línea de evacuación del inversor trifásico:

Interruptor magnetotérmico trifásico, 4 polos, de 80 A, código de curva C.

- Interruptor Diferencial General TIPO A de reconexión automática para proteger la línea de evacuación del inversor trifásico:

Bloque diferencial trifásico, 4 polos, 80 A – 300 mA.

1.7.9 Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica

1.7.9.1 Introducción

La puesta a tierra se establece principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que suponga una avería en los materiales eléctricos utilizados.

1.7.9.2 Consideraciones a tener en cuenta

Son varias las consideraciones que hay que tener en cuenta a la hora de realizar la instalación de la puesta a tierra en el sistema fotovoltaico:

- El esquema de distribución de la instalación fotovoltaica será el Esquema TT (ITC-BT-40 "Instalaciones Generadoras de Baja Tensión").

Esquemas TT.

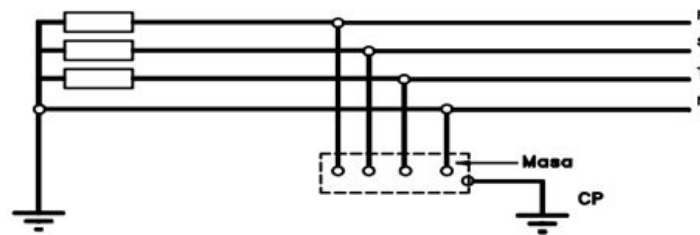


Ilustración 10: Esquema TT de conexión a tierra

- Las masas de la instalación FV estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la red de la empresa distribuidora (ITC-BT-40, RD 1663/2000).
- La instalación de puesta a tierra se diseñará de tal forma que la resistencia a tierra de cualquier masa no pueda dar a tensiones de contacto superiores a 24 V (ITC-BT-18 "Instalaciones de Puesta a Tierra").

1.7.9.3 Puesta a tierra del generador fotovoltaico e inversor

Se va a colocar la estructura que sustenta a los módulos fotovoltaicos a tierra con la finalidad de garantizar la seguridad de las personas frente a algún tipo de contacto indirecto.

Como se ha indicado la tensión de contacto tiene que ser inferior a 24 V. La máxima corriente que puede circular por serie es la intensidad de cortocircuito del módulo que es muy próxima a la intensidad de máxima potencia.

Conectaremos la estructura y los marcos metálicos de los módulos fotovoltaicos a la propia tierra de la ikastola o si es preciso se creará una independiente.

La puesta a tierra del inversor se hará de igual manera.

En cuanto a los conductores de protección, la sección mínima a utilizar será de 6 mm² para las equipotenciales y adecuadas a la sección del conductor de fase para el inversor y cuadro de protecciones.

1.7.10 Conexión en red interior de Baja Tensión

El punto de conexión en Baja Tensión se realizará aguas arriba del contador de consumo de la ikastola (por ser consumidor adscrito del autoconsumo colectivo), y, por lo tanto, la configuración de medida será PC+PG.

Es decir, el generador se conecta a la red interior de un consumidor mientras que el resto de los consumidores se asocian a través de la red de distribución (cumpliendo las condiciones necesarias para instalaciones a través de red especificadas en el artículo 3g del RD 244/2019).

Ver 1.7.10 Requisitos de medida según RD 244/2019.

En caso de no haber espacio suficiente para la instalación de los elementos necesarios en el armario existente, se instalará un nuevo armario junto al CPM de consumo existente.

El armario cumplirá con las siguientes especificaciones técnicas, cumpliendo con la normativa IEC y UL:

- ☀ Envolventes en Poliéster reforzado con Fibra de Vidrio IP66 / IK10 para garantizar una vida útil al conjunto de aparamenta de hasta 30 años.
- ☀ La intensidad del interruptor seccionador acorde a la tensión de la instalación y a la intensidad del fusible.

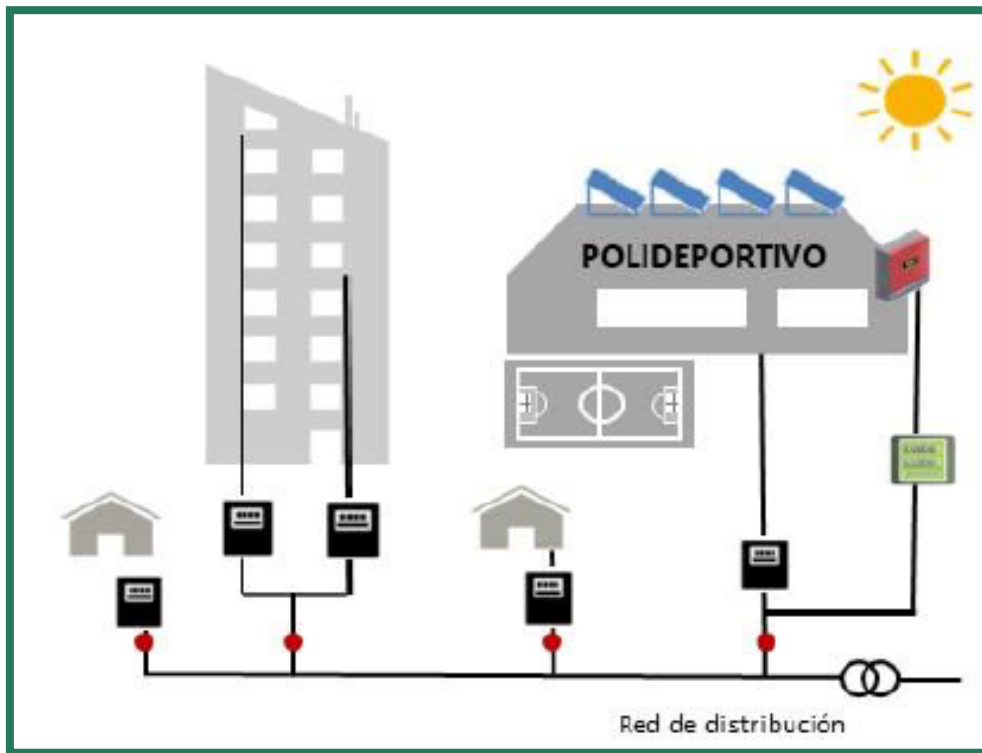


Ilustración 11: Configuración de medida en PC+PG

1.7.10.1 Planteamiento de conexión eléctrica

Una vez definida la distribución de los paneles en función de la tensión e intensidad de entrada permitida por el citado inversor, a la entrada de éste llegarán 6 strings (+,-). Para ello se propone el siguiente planteamiento:

El cableado de corriente continua se bajará desde la cubierta de la ikastola hasta el inversor. El inversor se ubicará sobre pared, a ser posible, dentro de un cuarto técnico de la ikastola y cerca de la Caja de Protección y Medida (CPM) de consumo, donde se realizará la conexión de la instalación fotovoltaica en red interior de la ikastola. Se guiará el cableado por las canalizaciones adecuadas para tal fin, pudiendo usarse tubo o bandeja de PVC tal y como se define en este proyecto.

En otro cuadro estanco que se ubicará al lado del inversor se instalarán también las protecciones de la línea de evacuación de la instalación fotovoltaica. Por último, antes de la conexión en la CPM de consumo, se instalarán la CPM de generación donde se colocará el equipo de medida que registrará la generación neta horaria de la instalación fotovoltaica.

1.7.11 Requisitos de medida según RD 244/2019

Según se establece en el artículo 10 del RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, los sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo dispondrán de los equipos de medida necesarios para la correcta facturación de los precios, tarifas, cargos, peajes de acceso y otros costes y servicios del sistema que les resulten de aplicación.

Con carácter general, los consumidores acogidos a cualquier modalidad de autoconsumo deberán disponer de un equipo de medida bidireccional en el punto frontera o, en su caso, un equipo de medida en cada uno de los puntos frontera.

Tal y como se menciona en el punto 3 del artículo 10, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

- ☀ Autoconsumo colectivo
- ☀ Proximidad a la red de generación (a través de red).

De acuerdo a la **MT 3.53.01** se implementará el siguiente esquema de medida:

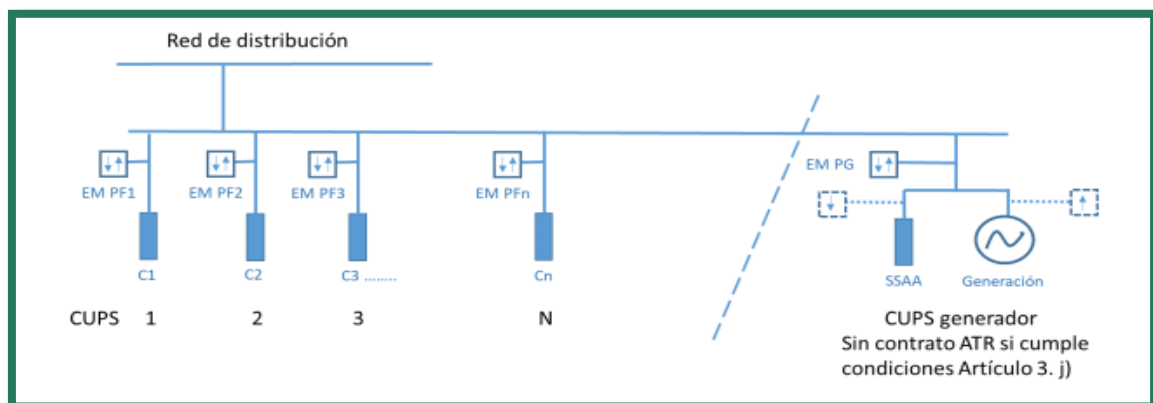


Ilustración 12: Esquema de medida según el Manual Técnico de Distribución de la empresa distribuidora

El punto frontera será el marcado por la empresa distribuidora local en las correspondientes condiciones de acceso y conexión.

En este caso, de acuerdo con el artículo 10 del Real Decreto 244/2019, se trata de una instalación de autoconsumo colectivo con excedentes conectada a la red de distribución. El contador de generación se situará en paralelo con el de consumo, siendo la configuración de medida la siguiente:

- PC+PG (Generación en red interior de un consumidor, con otros consumidores adscritos en proximidad a través de red), siendo:

PC: Punto de medida para el consumo

PG: Punto de medida para la generación.

Para el contador de generación neta se instalará una caja de medida directa.

1.8 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA LEGAL:

En este apartado se incluye toda la normativa y reglamentación vigente empleada para la realización del proyecto de una instalación solar fotovoltaica conectada a la red interior:

- ✿ Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- ✿ Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- ✿ Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- ✿ Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- ✿ Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- ✿ Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- ✿ Instrucciones Técnicas Complementarias de Baja Tensión (Instrucciones ITC- BT).
- ✿ Guía Técnica de Aplicación del REBT (Edición Sep. 2013).
- ✿ 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.
- ✿ Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- ✿ Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- ✿ Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- ✿ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- ✿ Real Decreto 2018/1997, de 26 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsito de Energía Eléctrica.
- ✿ Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- ✿ Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (Edición 2009)

- ☀ Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre, sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- ☀ Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (ITC-MIE-RAT).
- ☀ Normativa Particular de Iberdrola, normas NI y MT.
- ☀ Manual Técnico de Distribución MT 3.53.01 – Edición 5 – marzo 2016, sobre Condiciones Técnicas de la Instalación de Producción de Energía Eléctrica Conectada a la Red de Distribución de Iberdrola Distribución Eléctrica S.A.U.
- ☀ Normas IEC, IEC 61215
- ☀ Normas UNE
- ☀ Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, y el texto refundido con modificaciones del RD 1371/2007, de 19 de octubre, y corrección de errores del BOE de 25 de enero de 2008”.
- ☀ Real Decreto 1370/1988, de 25 de julio, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación “NBE-AE-88. Acciones en la Edificación”.
- ☀ Real Decreto 1829/1995, de 10 de noviembre, por el que se aprueba la Norma Básica de la Edificación “NBE-EA-95. Estructuras de Acero en la Edificación”.
- ☀ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- ☀ Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

1.9 SOMBRAS Y DISTANCIAS MÍNIMAS

Es de vital importancia que no existan sombras en los módulos fotovoltaicos. Al estar todas las células de un módulo conectadas en serie, basta que una se encuentre sombreada para que la potencia cedida por el módulo fotovoltaico disminuya de manera considerable.

Se realiza el cálculo del posible sombreado del generador fotovoltaico desde dos puntos de vista:

- ☀ Sombras proyectadas por obstáculos situados en las cercanías de la instalación fotovoltaica.
- ☀ Sombras producidas entre filas de módulos

La determinación de las sombras proyectadas sobre los módulos por parte de obstáculos próximos se efectúa en la práctica observando el entorno desde el punto medio de la arista inferior del módulo, tomando como referencia la línea Norte-Sur. Haciendo un barrido a ambos lados de la línea N-S, no han de verse obstáculos frente a los módulos fotovoltaicos.

En el caso del presente proyecto, no existen obstáculos alrededor de la cubierta de la ikastola. De todos modos, se realiza un estudio de pérdidas por sombreado y orientación con el programa PVGIS⁵.

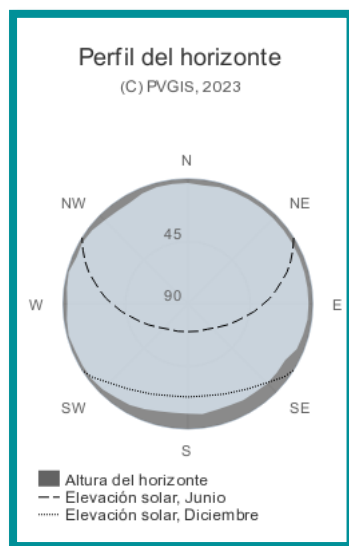


Ilustración 13: Perfil del horizonte según PVGIS en el agua sureste de la cubierta de la ikastola de Campezo

En cuanto a las distancias mínimas a respetar para evitar el sombreado entre módulos fotovoltaicos, no procede dicho cálculo al instalarse los módulos fotovoltaicos de manera coplanar a la cubierta de la ikastola.

1.10 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN FV

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) y el Real Decreto 1699/2011 sobre Conexión de Instalaciones de Producción de Energía Eléctrica de Pequeña Potencia, indican las protecciones que debe presentar una instalación solar fotovoltaica, tanto para proteger a las personas ante posibles faltas, como para proteger a los equipos que conforman la instalación.

1.10.1 Riesgos eléctricos en una instalación FV

Los riesgos que se presentan en una instalación FV que pueden afectar y dañar los equipos que las constituyen, provienen fundamentalmente de: sobretensiones, sobreintensidades y puntos calientes. Otros riesgos más importantes a tener en cuenta ya que afectan a la seguridad de las personas, son debidos a posibles contactos directos o indirectos con la instalación.

- ☀ Sobretensiones:

⁵ https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#PVP

Las sobretensiones constituyen el riesgo más importante en un sistema FV. Podemos clasificar estas sobretensiones desde el punto de vista de las causas que la producen, en sobretensiones de origen externo e interno.

Dentro del primer bloque, fundamentalmente están las producidas por descargas de rayos en las proximidades de la instalación, para instalaciones conectadas a red, pueden provenir de sobretensiones transitorias de la propia red y transmitidas al interior de la instalación FV.

En el segundo bloque están las sobretensiones que se originan en el transitorio de las conexiones y desconexiones del propio sistema.

Las sobretensiones de origen atmosférico son las más importantes desde el punto de vista de los niveles de tensión que pueden aparecer. Se caracterizan por pulsos de crecimiento rápido, corta duración y que pueden alcanzar varios kV en descargas muy próximas a la instalación.

☀ Sobreintensidades:

La característica I-V de un generador FV permite asimilar su comportamiento al de una fuente de tensión. Esto significa que la corriente de cortocircuito, al contrario de lo que ocurre en la red tradicional, sólo es un 20% superior a la corriente nominal, intensidad que por tanto podemos considerar como sobrecarga.

En el diseño de los conductores, desde el punto de vista de la eficiencia energética, conviene dimensionar éstos de forma que la caída de tensión sea inferior al 1% de la tensión de generación. De esta forma, el conductor está sobradamente dimensionado para soportar estas sobreintensidades. No será, por tanto, necesario el uso de limitadores de corriente atendiendo a este criterio.

☀ Puntos Calientes:

Un posible riesgo de fallo por deterioro de los paneles FV, lo constituye la elevación de la temperatura que experimenta cuando éstos pasan de ser generadores a cargas. Estos fenómenos, denominados "puntos calientes", aparecen cuando existe un sombreado parcial de las células o en faltas a tierra en la rama en que se encuentra el panel. Actualmente la instalación de diodos de paso y bloqueo respectivamente para cada uno de los efectos anteriores, protege de este riesgo.

☀ Pérdida de Aislamiento:

Una degradación progresiva del nivel de aislamiento original, está ocasionada por las condiciones medioambientales como temperatura, humedad, polución, etc., a las cuales está sujeta ésta durante un largo periodo de tiempo.

1.10.2 Protecciones de personas

Las personas estarán sometidas a un riesgo eléctrico cuando exista un contacto directo o indirecto con la instalación.

Para la protección contra contactos directos o indirectos, sirven los mismos criterios de protección señalados en la norma UNE 22460:

☀ Contactos Directos:

- Aislamiento de las partes activas
- Protección mediante barreras envolventes
- Protección por medio de obstáculos
- Separación por distancia
- Utilización de sistemas diferenciales

☀ Contactos Indirectos:

- Protección por corte automático de alimentación
- Protección por separación eléctrica de circuitos
- Aislamiento por empleo de materiales de clase II
- Protección de puesta a tierra o conexiones equipotenciales

Para minimizar el riesgo de choque eléctrico a personas, una buena protección debe limitar el parámetro intensidad-tiempo al que puedan estar sometidas éstas ante contactos directos, así como la tensión de contacto máxima aplicada en el caso de contactos indirectos.

La norma UNE 20572 determina los efectos que ocasiona la corriente eléctrica en el cuerpo humano, estableciendo zonas con distintos grados de riesgo. En la norma UNE 20460 para corriente alterna, establece para contactos indirectos, la curva de tensión máxima en función del tiempo, pudiendo mantenerse una tensión inferior a 50 V durante un tiempo infinito. De igual forma, establece como medida de protección complementaria para contactos directos, dispositivos de corte diferencial de valor inferior a 30 mA.

Para el caso de corriente continua, dicha norma no establece para los parámetros anteriores ningún tipo de prescripción, aunque se toma como tensión de contacto máxima, según la ITC-BT-40, “Instalaciones generadoras de baja tensión”, para locales húmedos como es nuestro caso, de 24 V.

Se puede establecer un límite de intensidad permanente de 10 mA sin ocasionar efectos peligrosos para las personas.

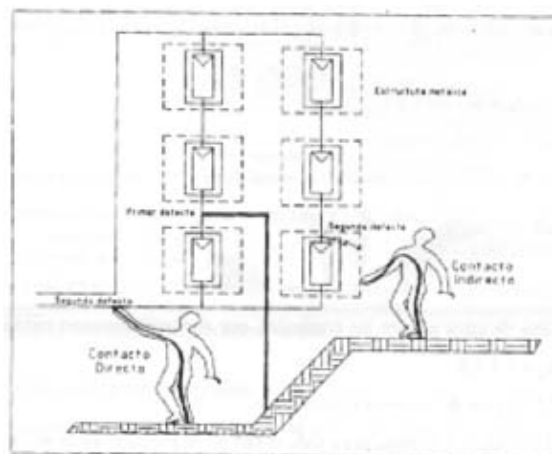


Ilustración 14: Riesgo eléctrico en un generador fotovoltaico

1.10.3 Sistemas de seguridad adoptados

La protección se ha estructurado en varios niveles de seguridad, unos que llamaremos pasivos, los cuales radican en el propio diseño y elección de materiales y otros activos con dispositivos de control. En total se han definido 3 niveles de seguridad, dos pasivos y uno activo.

1º Primer nivel de Seguridad:

Este nivel de seguridad se constituye como un sistema de protección pasivo, mediante el uso de barreras.

- ☀ **Protección por aislamiento:** todos los elementos que constituyen la zona de corriente continua de la instalación (conductores, módulos, cuadros, armarios, inversores...) se han definido con un aislamiento reforzado **Clase II**.
- ☀ **Protección por separación eléctrica:** se ha adoptado una protección consistente en separar el circuito de alterna del de continua mediante el uso de un inversor con sistema de seguridad equivalente al aislamiento galvánico (Nota Técnica del MITYC).
- ☀ **Protección por separación de conductores:** los terminales + y - se encuentran separados por una barrera (aislante del conductor RVK), para disminuir el riesgo de cortocircuito.

2º Segundo nivel de Seguridad:

Este es el nivel de seguridad activo de la instalación. Se encuentra formado por distintas protecciones, que vienen dictadas por el RD 1699/2011. Las protecciones que debe presentar una instalación FV son:

- ☀ **Interruptor general manual:** interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión. La capacidad de desconexión de este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de poder realizar la desconexión manual.
- ☀ **Interruptor automático diferencial:** como protección contra derivaciones en la parte de alterna de la instalación, Tipo II y de reconexión automática.
- ☀ **Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico equivalente y protección frente a funcionamiento en isla, incluidas en el inversor.**
- ☀ **Puesta a tierra del marco de los módulos y de la estructura** mediante cable de cobre desnudo y pica de tierra, siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones, es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
- ☀ **Puesta a tierra de la carcasa del inversor**
- ☀ **Aislamiento clase II** en todos los componentes de la instalación.

- ☀ **Varistores o descargadores** contra sobretensiones para proteger los equipos sobre descargas en la red eléctrica.

- ☀ **Fusibles** en cada polo del generador FV, con función seccionadora.

3º Tercer nivel de Seguridad:

Este nivel constituye la puesta a tierra de la instalación. Podemos diferenciar 4 tipos de instalaciones de puesta a tierra:

1. Puesta a tierra de protección de los módulos fotovoltaicos y de la estructura en la parte de continua
2. Puesta a tierra del inversor en la parte de alterna
3. Puesta a tierra de servicio para el neutro de la red de baja tensión
4. Puesta a tierra de protección de la red de baja tensión

El presente proyecto ha sido realizado siguiendo todas las normativas técnicas y de normativa de seguridad en vigor.

1.11 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN

A continuación, se adjunta el cronograma de ejecución de la instalación fotovoltaica propuesta. El cronograma sirve como referencia temporal para cada fase de la obra en función de la potencia de la instalación fotovoltaica. La ejecución real podrá sufrir variaciones en función de la disponibilidad de materiales, medios humanos y técnicos de la empresa instaladora y el volumen de trabajo de las entidades públicas y privadas implicadas.

[illegible]

1.12 INVERSIÓN NECESARIA

Se detalla el presupuesto necesario en el apartado 5. Presupuesto, siendo el total de la inversión el siguiente:

CAPÍTULO 1: MODULOS FOTOVOLTAICOS	14.459,00 €
CAPÍTULO 2: INVERSORES	2.663,83 €
CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA SOPORTE	3.060,84 €
CAPÍTULO 4: PANTALLA DIVULGATIVA	968,30 €
CAPÍTULO 5: INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN	2.424,09 €
CAPÍTULO 6: CUADRO MEDIDA (CPM)	1.155,00 €
CAPÍTULO 7: RECURSOS ADICIONALES	1.620,43 €
CAPÍTULO 8: MANO DE OBRA	8.679,30 €
CAPÍTULO 9: LEGALIZACIÓN Y TRÁMITES	350,00 €
CAPÍTULO 10: SEGURIDAD Y SALUD	650,00 €
CAPÍTULO 11: GESTIÓN DE RESIDUOS	168,00 €
CAPÍTULO 12: INGENIERÍA	3.800,00 €
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC):	39.999,24 €
IVA (21% SOBRE PEC):	8.399,84 €
PRESUPUESTO DEL PROYECTO	48.399,08 €

1.13 CONCLUSIÓN

Así pues, en la confianza de haber descrito y resumido convenientemente las obras necesarias para llevar a cabo el presente Proyecto de Ejecución, por expreso encargo de la Propiedad y Promotora y para que surtan los efectos oportunos firmo la presente memoria.

Pamplona, a 28 de agosto de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 3.084



D. Xabier Loyarte Garmendia

2 DOCUMENTO: CÁLCULOS

ÍNDICE DOCUMENTO CÁLCULOS

2	DOCUMENTO: CÁLCULOS.....	32
2.2	ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	34
2.2.1	Estimación de la radiación solar incidente.....	34
2.2.2	Cálculo energía útil producida	35
2.3	CÁLCULO DE LAS SOMBRAS Y DISTANCIA:.....	39
2.3.1	Cálculo de sombras por obstáculos.....	39
2.3.2	Distancia mínima entre filas de módulos.....	40
2.3.3	Peso Propio de la instalación	40
2.4	CÁLCULO DE LA SECCIÓN E LOS CONDUCTORES:	41
2.4.1	Circuito de continua CC	41
2.4.2	Circuitos de alterna AC.....	45

2.2 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

2.2.1 Estimación de la radiación solar incidente

Para el cálculo de la radiación solar incidente sobre la cubierta de la ikastola del municipio de Campezo, se han utilizado los datos horarios de irradiancia solar sobre el plano inclinado de la cubierta facilitados por el SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA FOTOVOLTAICA (PVGIS)⁶.

Se han tomado como referencia los datos proporcionados por dicha aplicación por disponer de una base de datos de 15 años de datos satelitales para estimar la radiación solar que llega a la superficie terrestre. Este método utiliza datos de satélites meteorológicos geoestacionarios.

Los datos de radiación solar global media diaria incidente disponibles, abarcan desde el año 2005 hasta el año 2020.

La radiación solar global media mensual incidente sobre la superficie inclinada de la cubierta de la ikastola del **municipio de Campezo**, para cada mes, es la siguiente:

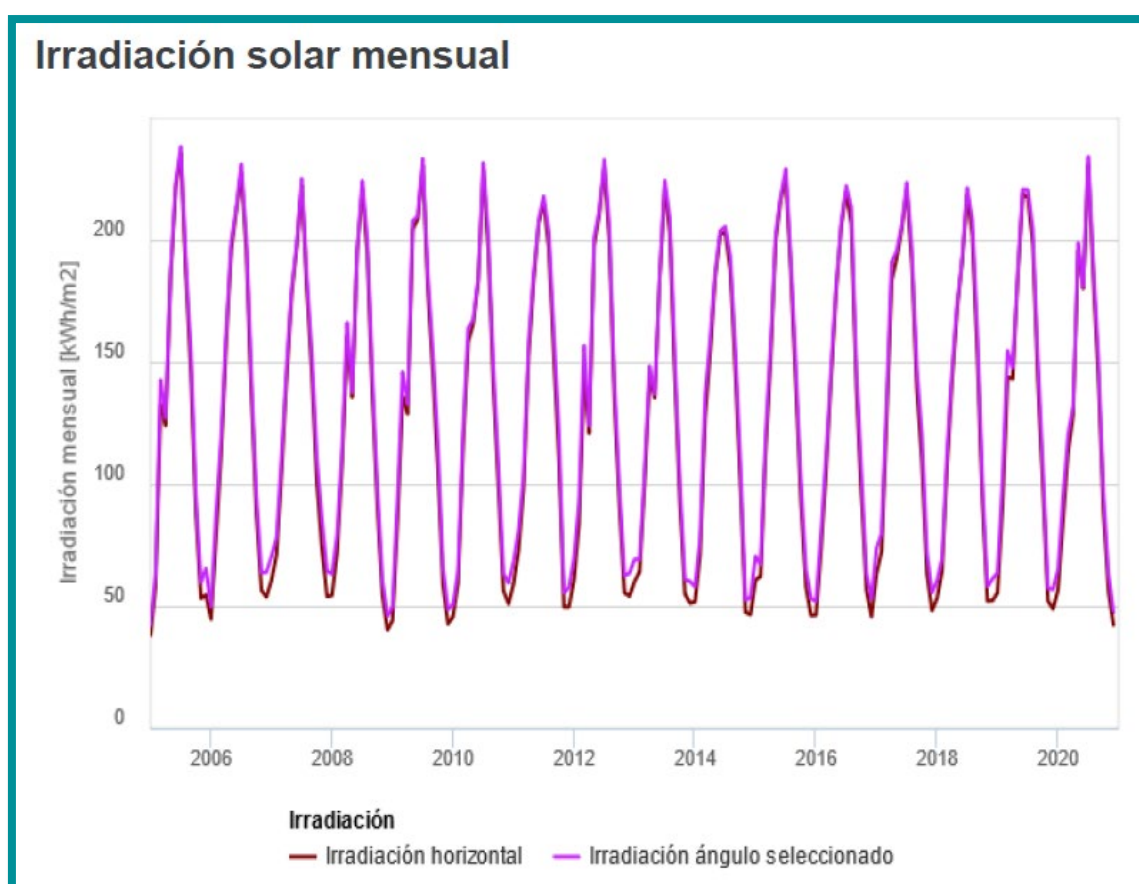


Ilustración 15: Radiación media mensual sobre la cubierta de la ikastola del municipio de Campezo en kWh/m²

⁶ https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#PVP

Irradiación global horizontal																
Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Enero	38.06	44.68	60.64	54.36	44.08	45.7	59.03	60.74	60.05	51.76	60.69	46.3	63.21	53.06	55.45	56.56
Febrero	57.79	78.2	70.97	71.53	84.93	59.37	72.82	83.7	63.94	70.75	62.11	72.95	72.26	64.31	91.03	84.96
Marzo	132.53	112.21	105.04	108.46	135.8	115.3	98.09	145.67	100.18	126.85	113.07	105.86	125.92	107.6	143.68	113.35
Abril	123.87	157.32	143.72	160.5	128.62	158.15	153.1	120.69	143.8	153.7	151.52	143.8	183.27	142.72	143.09	128.29
Mayo	185.44	195.99	177.81	135.58	204.32	165.58	183.49	197.92	135.23	184.61	199.62	178.98	192.42	171.78	184.2	195.62
Junio	221.53	211.53	197.06	195.16	208.38	182.94	206.9	210.23	184.89	202.23	216.4	205.74	204.3	191.43	218.71	180.07
Julio	235.57	227.72	222.32	221.25	230.36	228.67	215.41	229.7	221.36	203.12	225.92	219.59	220.52	218.66	217.45	230.92
Agosto	186.66	195.59	179.99	194.23	180.26	195.3	196.66	199.63	202.59	187.87	186.84	206.49	190.8	201.9	198.47	184.21
Septiembre	145.65	136.91	145.13	136.83	145.54	140.48	152.33	134.81	143.64	146.46	140.49	139.91	139.44	152.59	142.88	144.02
Octubre	87.98	87.77	100.28	90.5	105.87	98.8	110.37	91.14	92.49	99.66	92.99	95.56	109.05	92.79	98.63	88.99
Noviembre	53.19	56.44	73.71	54.25	58.77	56.29	49.66	55.43	54.96	47.51	57.89	56.61	63.17	52.07	52.12	56.06
Diciembre	54.58	53.76	54	40.18	42.66	50.98	49.63	54.07	51.19	46.48	46.17	45.6	48.19	52.22	48.88	42.24

Tabla 3: Valores mensuales totales o promedio de las variables seleccionadas, para cada mes desde el año inicial al año final elegidos. Los valores de irradiación se expresan en kWh/m².

A continuación se muestran los resultados proporcionados por la simulación hecha en PVGIS para la radiación solar anual que incide en el plano del agua sureste de la cubierta de la ikastola en la que se instalarán los módulos fotovoltaicos:

$$G(6^{\circ}, -47^{\circ})_{\text{anual}} = 1.577,53 \text{ kWh/m}^2$$

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 42.672,-2.347
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH2
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 41.86 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 6 °
 Ángulo de azimut: -47 °
 Producción anual FV: 51176.48 kWh
 Irradiación anual: 1577.53 kWh/m²
 Variación interanual: 1516.05 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -3.62 %
 Efectos espectrales: 0.96 %
 Temperatura y baja irradiancia: -7.38 %
 Pérdidas totales: -22.5 %

Ilustración 16: Resultados de la simulación dada por PVGIS en el agua sureste de la cubierta de la ikastola

2.2.2 Cálculo energía útil producida

Como ya sabemos por la experiencia, ningún medio de conversión de energía es perfecto, y la energía solar fotovoltaica no está exenta de irreversibilidades.

Varias son las pérdidas que hay que tener en cuenta en la conversión fotovoltaica. Aunque, básicamente, las podemos clasificar en dos tipos: pérdidas inherentes a la naturaleza de la conversión fotovoltaica y pérdidas eléctricas de los equipos.

- ✓ PÉRDIDAS NATURALEZA FV:

- ☀ **Rendimiento Fotovoltaico:** las células fotovoltaicas de Silicio, tienen una eficiencia de entorno al 20%.
- ☀ **Pérdidas fabricación:** los métodos de fabricación están sujetos a errores y cierto es que no se pueden producir 2 objetos iguales del todo. Los módulos solares, se fabrican con unas tolerancias y, aunque cada vez se tiende a disminuirlas, siempre existen. Los módulos que van a formar la instalación, tienen una tolerancia de 0% / +5%.
- ☀ **Efecto Temperatura:** este es uno de los factores que más influye en el rendimiento de las células. Un aumento de la temperatura, conlleva una disminución en la tensión de la célula y, por lo tanto, una menor potencia.

La temperatura de los módulos varía en función de la radiación incidente, de la temperatura ambiente y de su coeficiente convectivo de transferencia de calor, que depende del encapsulado del módulo, de cómo esté instalado y de la velocidad del viento.

En el presente proyecto, utilizamos módulos solares JA SOLAR JAM72S20-460/MR de 144 medias células monocristalinas PERC y 460 Wp de potencia unitaria.

El fabricante nos proporciona los siguientes coeficientes de temperatura para corriente de cortocircuito y tensión en circuito abierto, respectivamente (ver ficha técnica en el Documento: ANEXOS):

$$\gamma P_{max} = -0,35\%/^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha I_{sc} = +0,044\%/^{\circ}\text{C}$$

$$\beta V_{oc} = -0,272\%/^{\circ}\text{C}$$

Estos valores informan de cuánto varían estos valores al variar la temperatura de las células.

✓ PÉRDIDAS EQUIPOS ELÉCTRICOS:

- ☀ **Pérdidas conexiones eléctricas:** los módulos fotovoltaicos están conectados eléctricamente entre sí, en serie o paralelo. Como es lógico existen ciertas pérdidas eléctricas en las diferentes conexiones, aunque estas pérdidas no son importantes debido a los conectores actuales.
- ☀ **Pérdidas rendimiento del inversor:** el inversor fotovoltaico tiene ciertas pérdidas al transformar y modular la corriente continua procedente de los módulos en corriente alterna apta para verterla a la red eléctrica. Las pérdidas se producen en la conversión CC/AC y en la circuitería electrónica del inversor. Hay que indicar que los inversores cada vez son más eficientes. El inversor Huawei SUN2000-36KTL-M3 tiene una Eficiencia máxima del 98,7% o una Euroeficiencia del 98,40%, (ver ficha técnica Documento: ANEXOS).
- ☀ **Pérdidas eléctricas en los conductores:** los conductores eléctricos poseen cierta resistividad (Cu y Al), por lo que se producen ciertas pérdidas durante el

transporte de la energía eléctrica. Pero estas pérdidas son muy pequeñas ya que éstas se acotan dentro de ciertos valores al dimensionar la sección de los conductores.

En definitiva, teniendo en cuenta todas las pérdidas comentadas se puede definir un Coeficiente Global de Pérdidas o más conocido como **Performance Ratio** o **PR**. Este PR es el producto de todas las pérdidas del sistema anteriormente citadas, y según la experiencia, suele estar comprendido entre 0,65 y 0,8.

La ecuación que da la energía anual que produce la instalación se puede escribir como:

$$E_{Gen} = \frac{G_{Anual}(\alpha, \beta) \times P_{mp} \times PR}{G_{CEM}}$$

donde:

- P_{mp} : potencia pico del generador
- G_{CEM} : 1 kW/m²

Tal y como se ha comentado a lo largo del presente proyecto, la colocación de los módulos fotovoltaicos se realizará aprovechando el agua sureste de la cubierta de la ikastola del **municipio de Campezo**, obteniendo una orientación de 47° al sureste y una inclinación de 6° respecto a la horizontal. A continuación, se va a calcular la producción energética anual de la instalación como resultado de la orientación e inclinación descrita anteriormente.

Agua sureste de la cubierta de la ikastola

La colocación de los 91 módulos fotovoltaicos se realizará sobre el agua sureste de la cubierta de la ikastola del municipio de Campezo, inclinadas a la inclinación del tejado (6°) y orientadas 47° al sureste.

- Radiación Global Anual Incidente:

$$G_{Anual}(6^\circ, -47^\circ) = 1.577,53 \text{ kWh/m}^2$$

- Potencia Total del Generador Fotovoltaico: P_{mp}

Nº Total de Módulos: 91 módulos de 460 Wp

Potencia Pico; $P_{mp} = 41,86 \text{ kWp}$

- Coeficiente Global de Pérdidas o PR, que incluye las pérdidas por aumento de temperatura de las células, pérdidas por dispersión de parámetros (tolerancias de fabricación), pérdidas eléctricas, eficiencia del inversor, etc. cuantificadas en un 22,50% (dado por PVGIS) es:

$$PR = 0,775$$

Así, se estima que la **energía útil anual producida por el campo fotovoltaico** es:

$$E_{Gen} = 51.176,48 \text{ kWh/año}$$

A continuación, se observa la estimación de la producción mes a mes del sistema fotovoltaico:

PRODUCCIÓN TOTAL DEL CAMPO FOTOVOLTAICO		
MES	Egen [kWh/día]	Egen [kWh/mes]
ENERO	62,49	1.937,30
FEBRERO	93,80	2.626,30
MARZO	134,00	4.153,90
ABRIL	164,39	4.931,60
MAYO	192,32	5.961,80
JUNIO	215,49	6.464,80
JULIO	228,38	7.079,80
AGOSTO	199,58	6.186,90
SEPTIEMBRE	157,89	4.736,70
OCTUBRE	107,34	3.327,58
NOVIEMBRE	66,43	1.993,00
DICIEMBRE	57,32	1.776,80
		51.176,48

Tabla 4: Estimación de la producción de energía mensual y diaria del campo FV instalado en el agua sureste de la cubierta de la ikastola

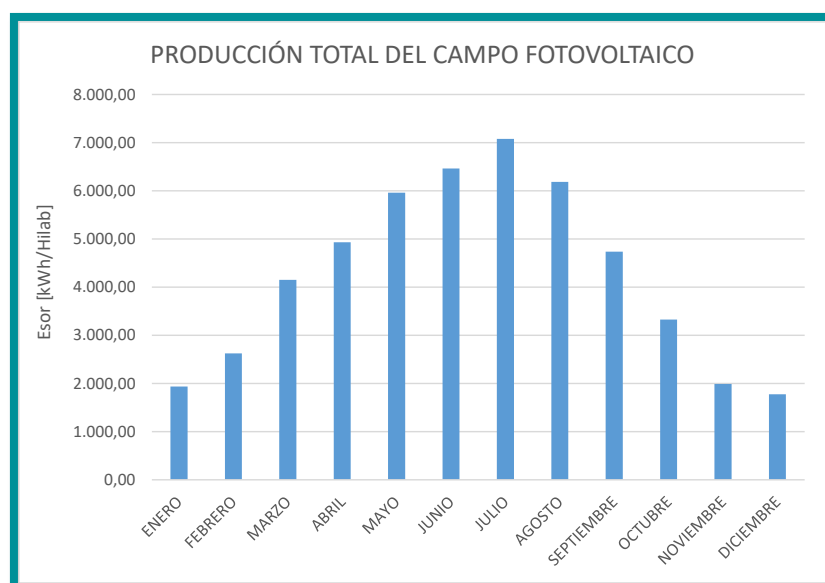


Ilustración 17: Producción de energía mensual del campo fotovoltaico

2.3 CÁLCULO DE LAS SOMBRAS Y DISTANCIA:

Es de vital importancia que no existan sombras en los módulos fotovoltaicos. Al estar las células de un módulo conectadas en varias series, basta que una se encuentre sombreada para que la potencia cedida por el módulo fotovoltaico disminuya de manera considerable.

Se realiza el cálculo del posible sombreado del generador fotovoltaico desde dos puntos de vista:

- ☀ Sombras proyectadas por obstáculos situados en las cercanías de la instalación FV.
- ☀ Sombras producidas entre filas de módulos

2.3.1 Cálculo de sombras por obstáculos

La determinación de las sombras proyectadas sobre los módulos por parte de obstáculos próximos se efectúa en la práctica observando el entorno desde el punto medio de la arista inferior del módulo, tomando como referencia la línea Norte-Sur. Haciendo un barrido a ambos lados de la línea N-S, no han de verse obstáculos frente a los módulos. De esta manera obtenemos el “perfil de obstáculos”.

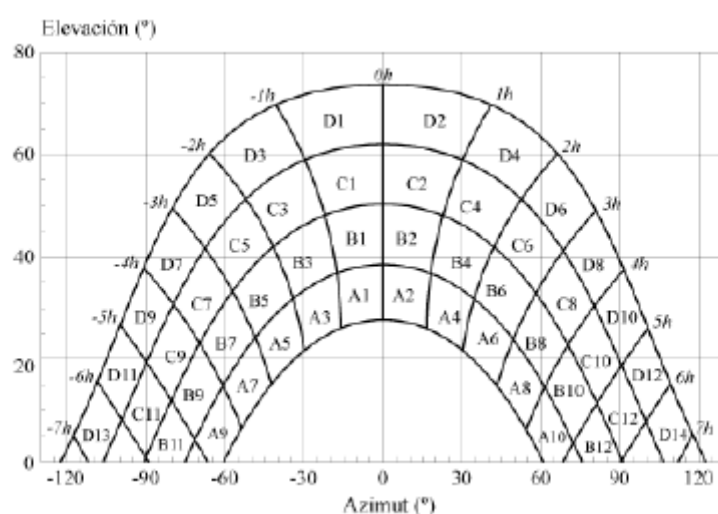


Ilustración 18: Diagrama de la trayectoria del sol

A continuación, representamos el “perfil de obstáculos” obtenido en el Diagrama de Trayectorias del Sol, el cual representa la banda de trayectorias del Sol a lo largo del año. Dicha banda se encuentra dividida en porciones, delimitadas por las horas solares.

En el caso de la cubierta de la ikastola que nos ocupa, no existen elementos que podrían producir sombras al Campo Solar.

2.3.2 Distancia mínima entre filas de módulos

Para evitar las posibles sombras que puedan aparecer entre filas de módulos, tendremos que situarlos a una distancia mínima que nos asegure la imposibilidad de proyección de sombras entre estas. La separación mínima entre módulos, se establece de tal forma que al mediodía solar del día más desfavorable (altura solar mínima), la sombra de la arista superior de una fila ha de proyectarse, como máximo, sobre la arista inferior de la fila siguiente.

En el proyecto que nos compete, **la fila anterior no ejercerá sombra a la fila posterior al ser instaladas de manera coplanar. Por lo que no hace falta determinar la distancia mínima a respetar entre las filas de módulos.**

2.3.3 Peso Propio de la instalación

A continuación, se calcula el peso propio por unidad de superficie de la instalación solar fotovoltaica, que estará proporcionada por un módulo fotovoltaico, raíles, tornillos y clips.

La carga mecánica de la instalación hace referencia a la estructura del módulo fotovoltaico y soporte.

En este caso concreto, se tendrán en cuenta las siguientes cargas:

- Los paneles fotovoltaicos de JA SOLAR de 460 Wp pesan por unidad de 24,7 kg según su ficha técnica.
- La estructura definida es el sistema KC-PSA de INCEX. Los paneles se fijan mediante 4 grapas a 4 micros de aluminio. Su peso total es de 0,6692 kg/módulo ($4 \times 0,1148\text{kg/u} + 4 \times 0,0525 \text{ kg/u}$).

Por lo tanto, la carga total de cada panel es la siguiente:

$$\alpha = 24,7 + 0,6692 = 25,3692 \text{ kg/mod}$$

Teniendo en cuenta la superficie de cada panel ($2.112 \times 1.052 \text{ mm}$), se obtiene un peso propio de 11,42 kg/m², es decir, 0,112 kN/m².

Debido al planteamiento de la instalación, la disposición de los paneles de forma coplanar con la cubierta de la ikastola hace que la acción del viento o la carga de nieve sean despreciables.

En efecto, dado que los módulos mantendrán la misma inclinación y orientación que la cubierta, la disposición del generador no afectará a la envolvente de la ikastola, manteniendo las condiciones iniciales en cuanto al impacto del viento y/o nieve.

2.4 CÁLCULO DE LA SECCIÓN E LOS CONDUCTORES:

Para calcular la sección de los conductores, se divide la instalación fotovoltaica en dos partes bien diferenciadas: el **Circuito de Continua (CC)** y el **Circuito de Alterna (AC)**.

Para calcular la sección de los conductores eléctricos, lo haremos según las condiciones expuestas en el **Pliego de Condiciones Técnicas de IDAE** y el **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión**:

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

☀ *Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento*

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable.

☀ *Criterio de caída de tensión*

La circulación de corriente a través de los conductores, ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Ésta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el Reglamento en cada parte de la instalación, con el objeto de garantizar el funcionamiento de los receptores alimentados por el cable.

Para instalaciones solares fotovoltaicas, el "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red" del IDAE indica lo siguiente para el Criterio de Caída de Tensión:

"La sección de los conductores será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores al 1,5% de la tensión de trabajo en la parte de CC e inferior al 2% en la parte de AC".

☀ *Criterio de la intensidad de cortocircuito*

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de 5 segundos) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

2.4.1 Circuito de continua CC

Para la conexión de las series de los módulos en el generador fotovoltaico, emplearemos conductores de cobre según indicación de la ITC-BT-14 y recomendaciones para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red:

"Todos los conductores serán de cobre (según UNE 21022/IEC 228). Éstos irán aislados con polietileno reticulado con aislamiento RVK 0,6/1 kV, normalizado según norma UNE 21123.

La red de distribución estará formada por el conjunto de conductores -agrupación de ternos, conductores de cobre aislados tipo RV-K 0.6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90, de tensión nominal no inferior a 1000V, sección según cálculos adjuntos, elementos de sujeción, etc... La red de distribución AC desde el inversor hasta los contadores (formada por los ternos conductores de cobre aislados tipo RV-K 0.6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90, de tensión nominal no inferior a 1000V."

Al emplearse conductores con aislamiento termoestable, la temperatura máxima admisible del conductor en servicio continuo será de 90°C.

Cálculo de la Sección:

Tramo A: Módulos FV – Inversor Fotovoltaico

La instalación fotovoltaica de 41,86 kWp está formada por un inversor de conexión a red de 36 kWn, conformando un sistema trifásico equilibrado.

Como ya se ha comentado, el inversor de conexión a red de 36 kWn estará conexionado con el campo fotovoltaico de la siguiente forma:

- 2 series de 15 módulos fotovoltaicos conectadas a la entrada MPPT#1.
- 2 series de 15 módulos fotovoltaicos conectadas a la entrada MPPT#2.
- 1 serie de 15 módulos fotovoltaicos conectada a la entrada MPPT#3.
- 1 serie de 16 módulos fotovoltaicos conectada a la entrada MPPT#4.

Todas las series estarán protegidas con fusibles de CC y descargadores de sobretensión de tipo II. El inversor de conexión a red dispone de dos entradas (+,-) por cada seguidor del punto de máxima potencia MPPT.

Para calcular la sección de los conductores que conforman las series hasta su correspondiente inversor fotovoltaico, hay que tener en cuenta que va a haber series con mayor longitud que otras. Por ello, conocida la ubicación del inversor, se emplea la longitud de la serie más larga para el cálculo de la sección de los conductores. El inversor se ubicará sobre pared lo más cerca posible del CPM de consumo existente.

En condiciones óptimas de funcionamiento, los módulos trabajan en el punto de máxima potencia (MPP), lo cual desde el punto de vista del cálculo de la sección supone el caso más desfavorable. Además, tendremos en cuenta los valores máximos y mínimos de tensión e intensidad en función de la temperatura para dimensionar correctamente la sección de los conductores en los casos más desfavorables.

Para calcular la sección de los conductores de la parte de continua (CC), se empleará la expresión:

$$S = \frac{2 \times I \times L \times \cos\varphi}{k_{CU} \times e}$$

ó:

$$S = \frac{2 \times P \times L}{k_{CU} \times e \times U}$$

donde:

I: intensidad en Amperios

P: potencia en Watios

U: tensión en Voltios

$\cos\varphi$: factor de potencia

L: longitud promedio en Metros

S: sección en mm²

k_{Cu} : conductividad del cobre en $\frac{m}{\Omega \times mm^2} = 56$

e: caída de tensión máxima admitida en la línea (1,5% U)

Así tenemos lo siguiente:

Tensión Serie Máxima (16 módulos) = 674,08 V_{mp}

Intensidad Serie Máxima = 10,92 A_{dc}

Longitud Máxima: 35 m (estimada)

Caída de tensión máxima determinada por la ingeniería (1,5%)= 10,11 V_{dc}

$\cos\Phi=1$

$k_{Cu}= 56 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$

Con estos valores obtenemos:

TRAMO A - Circuitos de CC - Desde módulos fotovoltaicos hasta el inversor de 36 kW																
Zirkuitua	Tentsioa (V)	Korrontea (A)	Potentzia (kW)	Eroaleraren luzera (m)	Korrontea maximoaren dimentsionamendua ITC-BT-40-aren arabera (A)	ΔV (%)	ΔV (V)	Eroalea	ΔV maximoaren araberako sekozia (mm2)	Aukeraturako sekozia (mm2)	Sekzioaren intentsitate maximoa ITC-BT-19 (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	Potentzia galera (W)	Potentziaren galera portzentuala (%)	Fusiblea (A)
L1	674.08	10.92	7.4	35	13.65	1.50%	10.111	Cu	1.35	4	38	3.41	0.51%	37.265	0.51%	25

Tabla 5: Tabla de cálculo de sección del conductor del Tramo A desde los módulos hasta el inversor fotovoltaico

Para el tramo de continua entre los módulos fotovoltaicos y el inversor fotovoltaico se utilizará manguera PV H1Z2Z2-K (AS) 1,8 kV DC de 1 x 4 mm² de sección. Hay que llevar por cada serie el positivo y negativo.

Para esta sección del conductor, se cumple lo establecido en la ITC-BT 40 y en la ITC-BT 19 Intensidades admisibles (A) al aire 40°C nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento XLPE.

Se debe comprobar que la intensidad de cálculo es menor que la intensidad máxima admitida por el conductor (Tabla 1 ITC-BT-19) con un factor de corrección por temperatura (Tabla 7 ITC-BT-06).

$$I_{m\acute{a}x} \times k \geq I_{c\acute{a}lc}$$

En condiciones normales la intensidad de cada cadena será próxima a la de cortocircuito= 11,45 A, luego la intensidad de servicio para el circuito de cada entrada (con paralelo) es:

$$I_{c\acute{A}LC} = 1,25 \times I_{SC} = 1,25 \times 11,45 = 14,31 \text{ A}$$

Siendo I_{SC} la intensidad de cortocircuito del módulo en condiciones estándar con un incremento del 25% según ITC-BT-40. Se analiza la corriente máxima admisible para cable de 4 mm² para un único string.

Así, para cables unipolares por canal protector, la instalación sería del tipo B1 de dicha ITC-BT-19 con lo que para una sección instalada de 4 mm² con cable con aislamiento termófilo de polietileno de cadena cruzada (2xXLPE), y su intensidad máxima admisible sería de 38 A.

Según Tabla 7 de ITC-BT-06, para cables aislados con polietileno reticulado se tendría un factor de corrección de 0,9 a una temperatura de 50 °C, por lo que la intensidad máxima admisible del conductor instalado sería de 38 x 0,9= **34,20 A**, superior a la intensidad de servicio de la línea definida en 14,31 A.

Tabla C.52.1 bis – Corrientes admisibles en amperios – Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de referencia de la tabla B.52.1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																	
	A1	PVC3	PVC2				XLPE 3	XLPE 2										
A2	PVC3	PVC2			XLPE 3		XLPE 2											
B1				PVC3	PVC2					XLPE 3					XLPE 2			
B2			PVC3	PVC2				XLPE 3	XLPE 2									
C					PVC3			PVC2				XLPE 3			XLPE 2			
E							PVC3			PVC2			XLPE 3		XLPE 2			
F								PVC3				PVC2		XLPE 3		XLPE 2		
1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13
Sección mm ² Cobre																		
1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	20	21	23	–
2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	–
4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	–
6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	–
10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	–
16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	–
25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
35	–	–	–	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
50	–	–	–	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
70	–	–	–	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
95	–	–	–	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
120	–	–	–	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
150	–	–	–	–	–	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
185	–	–	–	–	–	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	–	–	–	–	–	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617

Tabla 6: Corrientes máximas admisibles en amperios en función de la sección del cableado

2.4.2 Circuitos de alterna AC

Estos circuitos discurren desde la salida del inversor fotovoltaico trifásico, hasta el punto de conexión en red interior de Baja Tensión, en el CPM de consumo existente de la ikastola.

Para calcular la sección de los conductores eléctricos, lo haremos según las condiciones expuestas en el **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (ITC-BT- 07.)** y en la norma **UNE-HD_60364-5-52:2011**.

Tramo B: Inversor SUN2000-36KTL-M3 – Cuadro de protecciones AC

Este circuito de alterna es trifásico. Del inversor Huawei SUN2000-36KTL-M3 saldrán 5 conductores (3 fases + neutro + tierra) protegidos con un interruptor automático magnetotérmico y con un interruptor automático diferencial.

Para el cálculo de las secciones de los conductores en AC, se han seguido los siguientes pasos:

- La potencia máxima que puede entregar el inversor fotovoltaico es su potencia nominal.
- Se calcula la intensidad del circuito mediante la siguiente ecuación para sistemas trifásicos (seleccionamos el equipo de mayor potencia):

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{36.000}{\sqrt{3} \times 400 \times 1} = 51,96 \text{ A}$$

Donde:

I: intensidad en Amperios

P: potencia máxima del Inversor en Watios = 36.000 W

U: tensión en Voltios = 400 V

$\cos \varphi$: factor de potencia = 1, en condiciones MPPT

Los conductores a la salida del inversor se conducirán al armario de protecciones de la instalación fotovoltaica. Una vez conocida la intensidad del circuito en amperios, atendiendo a la norma recogida en la Instrucción ITC-BT-07, sobre conductores en redes subterráneas para distribución en baja tensión, obtenemos los parámetros necesarios para definir el conductor de sección mínima requerida.

El cuadro general de protecciones irá ubicado junto al inversor fotovoltaico.

- Se considerará un máximo del 2% de caída de tensión en todo el circuito de alterna, hasta la conexión con la red interior del cliente.
- De acuerdo con la intensidad máxima admisible y teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión, comprobamos la sección mínima necesaria:

$$S = \frac{\sqrt{3} \times I \times L \times \cos \varphi}{k_{cu} \times e}$$

ó:

$$S = \frac{P \times L}{k_{CU} \times e \times U}$$

Donde:

Tensión: 400 V

Potencia máxima a transportar: 36 kW

Longitud trifásica: 10 m

Caída de tensión determinada por la ingeniería (1,5%): 6 V

$\cos\varphi = 1$

$k_{CU}=56$

Con estos valores obtenemos:

TRAMO B - Circuito de AC - Desde el inversor de 36 kW hasta el cuadro de protecciones de AC																	
Zirkuitua	Tentsioa (V)	Korrontea (A)	Potentzia (kW)	Cos φ	Eroaleraren luzera (m)	Korrontea maximoaren dimentsionamendua ITC-BT-40-aren arabera (A)	ΔV (%)	ΔV (V)	Eroalea	ΔV maximoaren araberako sekzioa (mm2)	Aukeraturitako sekzioa (mm2)	Sekzioaren intentsitate maximoa ITC-BT-19 (A)	ΔV (V)	ΔV (%)	Potentzia galera (W)	Potentziaren galera portzentuala (%)	Babesen intentsitate nominala (A)
L1	400	51,96	36	1	10	64,95	1,5%	6	Cu	2,68	25	91	0,643	0,16%	57,86	0,16%	80

Tabla 7: Sección del conductor del tramo B, desde el inversor hasta el cuadro de protecciones AC

Así, desde la salida del inversor de conexión a red hasta el armario de protecciones se empleará, según valores normalizados, conductores de sección 25 mm².

En este caso, el cuadro de protecciones de AC y la CPM de consumo se encontrarán uno al lado del otro, por lo que la sección a utilizar será la misma en ambos tramos.

Los conductores a instalar serán tipo RZ1-K (AS) 0,6/1kV, libre de halógenos de sección 5x25 mm². En este caso no se aplican factores de corrección.

Pamplona, a 28 de agosto de 2023

El Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado nº 3.084

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized 'X' followed by a horizontal line.

D. Xabier Loyarte Garmendia

3 DOCUMENTO: PLANOS



**Santa Cruz de
Campezo /
Santikurutze
Kanpezu**

MUNICIPIO: 01110 CAMPEZO
TERRITORIO HISTORICO: ALAVA
COORDENADAS UTM: 30T ; X: 553516,0; Y: 4724642,1
COORDENADAS: Latitud 42.67239°; Longitud -2.34689°

	INGENIEROS / INGENIEROAK: XABIER LOYARTE GARMENDIA		PROYECTO / EGITASMOA: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 41,86 kWp PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO EN CAMPEZO	SITUACION / KOKAPENA: Calle Arrabal, 99, Bajo 1, 01110 Campezo (Álava)		PLANO / PLANUA: KOKAPEN-PLANOA / PLANO DE SITUACIÓN		
	ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI			CLIENTE / BEZERO: AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA		ULTIMA REVISION: 2023/08/25		
	EXPTE / ESPTA: 23AUT_309			FECHA / DATA: 2023/08/25		ESCALA / ESKALA: S/E		
	NAFARKOOP ENERGIA S.COOP KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA) TLF. 948 504 135 E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/			Nº PLANO / PLANU ZKIA: n001				

MUNICIPIO: 01110 CAMPEZO
TERRITORIO HISTORICO: ALAVA
COORDENADAS UTM: 30T ; X: 553516,0; Y: 4724642,1
COORDENADAS: Latitud 42.67239°; Longitud -2.34689°

Santa Cruz de Campezo



NAFARKOOP ENERGIA S.COOP

KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)

TLF. 948 504 135

E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus <https://nafarkoop.eus/>

INGENIEROS / INGENIEROAK:

XABIER LOYARTE GARMENDIA



ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

PROYECTO / EGITASMOA:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 41,86 kWp
PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO EN CAMPEZO

EXPT /
ESPTEA: 23AUT_309

FECHA
/ DATA: 2023/08/25

SITUACION / KOKAPENA:

Calle Arrabal, 99, Bajo 1, 01110 Campezo (Álava)

CLIENTE /

BEZERO: AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA

PLANO / PLANUA:

KOKAPEN-PLANO (2) / PLANO DE SITUACIÓN (2)

ULTIMA
REVISION: 2023/08/25

ESCALA /
ESKALA:

S/E

Nº PLANO /
PLANU ZKIA: n002



$91 \text{ mod.} \times 0,46 \text{ kW}_p = 41,86 \text{ kW}_p$

	NAFARKOOP ENERGIA S.COOP KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA) TLF. 948 504 135 E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/	 INGENIEROS / INGENIEROAK: XABIER LOYARTE GARMENDIA ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI	PROYECTO / EGITASMOA: INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 41,86 kWp PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO EN CAMPEZO		SITUACION / KOKAPENA: Calle Arrabal, 99, Bajo 1, 01110 Campezo (Álava)		PLANO / PLANUA: DISTRIBUIZIO - PLANOA / PLANO DE DISTRIBUCIÓN	
			EXPT / ESPTEA: 23AUT_309	FECHA / DATA: 2023/08/25	CLIENTE / BEZERO: AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA	ULTIMA REVISION: 2023/08/25	ESCALA / ESKALA: S/E	Nº PLANO / PLANU ZKIA: 003

INVERSOR HUAWEI SUN2000-36KTL-M3					
SEGUIDOR MPPT	ENTRADA FV	n° String	n° módulos en serie	Color del string	Orientación
MPPT 1	PV1	1	15		Sureste
	PV2	2	15		Sureste
MPPT 2	PV3	3	15		Sureste
	PV4	4	15		Sureste
MPPT 3	PV5	5	15		Sureste
	PV6	-	-	-	-
MPPT 4	PV7	6	16		Sureste
	PV8	-	-	-	-

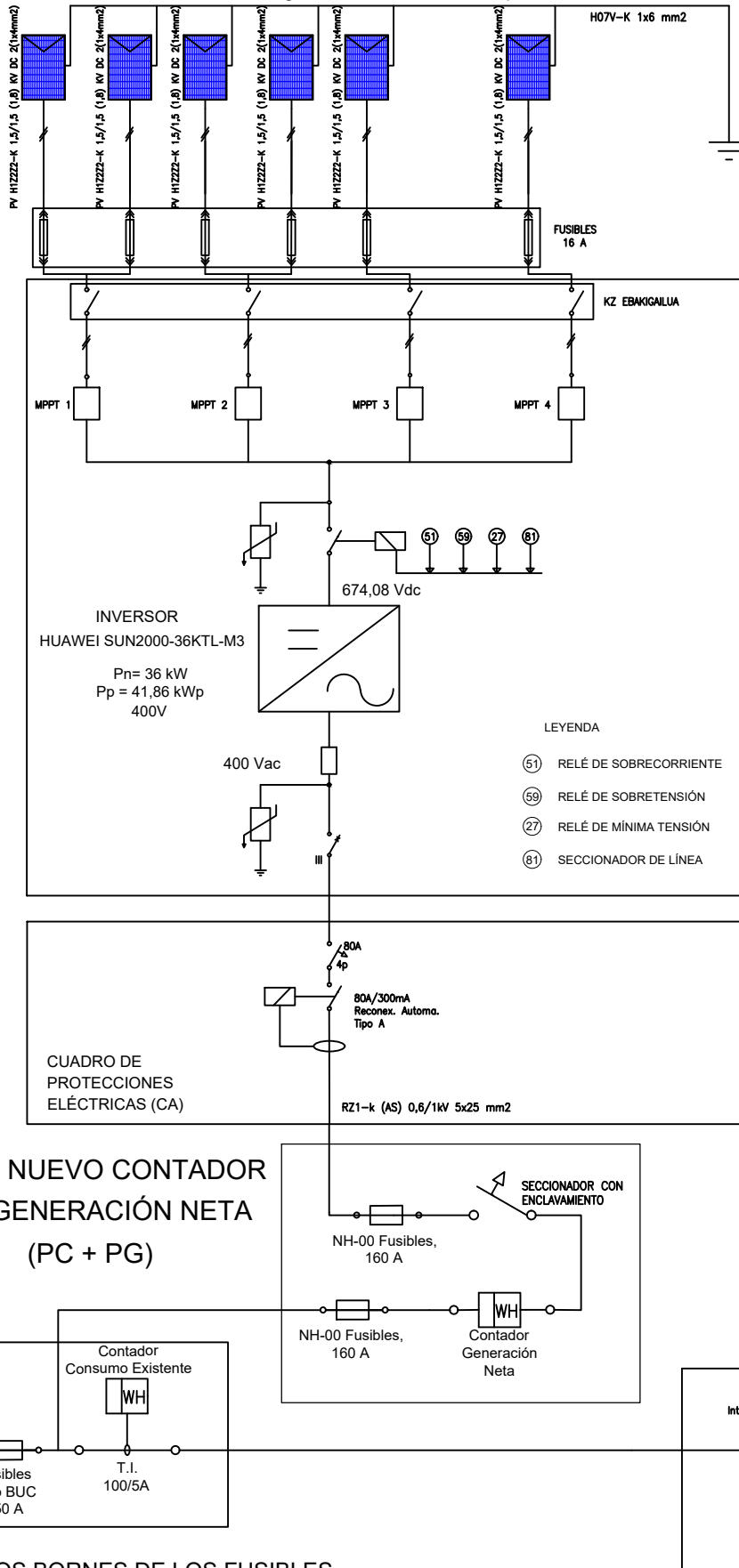


$91 \text{ mod.} \times 0,46 \text{ kW}_p = 41,86 \text{ kW}_p$

EGUZKI EREMUA 41,86 kWp

5 string x 15 modulu FV x 460 Wp

1 string x 16 modulu FV x 460 Wp



LEYENDA

- (51) RELÉ DE SOBRECORRIENTE
- (59) RELÉ DE SOBRETENSIÓN
- (27) RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN
- (81) SECCIONADOR DE LÍNEA

CPM - NUEVO CONTADOR DE GENERACIÓN NETA (PC + PG)

CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN

CONEXIÓN EN LOS BORNES DE LOS FUSIBLES
(AGUAS ARRIBA DEL CONTADOR DE CONSUMO),
EN EL CUADRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA DE LA IKASTOLA

NAFARKOOP ENERGIA S.COOP

KALE BERRIA 111, IRUÑA (NAFARROA)

TLF: 948 504 135

E-MAIL: proiektuak@nafarkoop.eus https://nafarkoop.eus/

INGENIEROS / INGENIEROAK:

XABIER LOYARTE GARMENDIA

ARITZ URIBE ETXEBERRIA JAUREGI

[Signature]



PROYECTO / EGITASMOA:

INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 41,86 kWp
PARA AUTOCONSUMO COLECTIVO EN CAMPEZO

EXPT/ESPTA: 23AUT_309

FECHA / DATA: 2023/08/25

SITUACION / KOKAPENA:

Calle Arrabal, 99, Bajo 1, 01110 Campezo (Álava)

CLIENTE / BEZERO: AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA

PLANO / PLANUA:

ESKEMA UNIFILARRA / ESQUEMA UNIFILAR

ULTIMA REVISION: 2023/08/25

ESCALA / ESKALA:

S/E

Nº PLANO / PLANU ZKIA: n005

4 DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

ÍNDICE DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

4	DOCUMENTO: PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES	54
4.1	PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	57
4.1.1	CONDICIONES GENERALES.....	57
4.1.2	REGLAMENTOS Y NORMAS.....	57
4.1.3	MATERIALES.....	57
4.1.4	EJECUCIÓN DE LAS OBRAS.....	58
4.1.5	INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO	58
4.1.6	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	59
4.1.7	MODIFICACIONES	59
4.1.8	OBRA DEFECTUOSA	59
4.1.9	MEDIOS AUXILIARES.....	59
4.1.10	CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS	59
4.1.11	RECEPCIÓN DE LAS OBRAS.....	59
4.2	CONDICIONES ECONÓMICAS.....	60
4.2.1	ABONO DE LA OBRA.....	60
4.2.2	PRECIOS.....	60
4.2.3	REVISIÓN DE PRECIOS	60
4.2.4	PENALIZACIONES	61
4.2.5	CONTRATO.....	61
4.2.6	RESPONSABILIDADES.....	61
4.2.7	LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO	62
4.3	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	62
4.3.1	NORMAS A SEGUIR	62
4.3.2	PERSONAL.....	63
4.3.3	RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS	63
4.4	PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS:	63
4.4.1	MOVIMIENTO DE TIERRAS	63
4.4.2	HORMIGONES	65
4.4.3	ESTRUCTURA METÁLICA.....	65
4.4.4	CONDICIONES TÉCNICAS ELÉCTRICAS.....	66
4.4.4.1	EQUIPOS ELÉCTRICOS.....	66
4.4.4.2	CUADROS ELÉCTRICOS	67
4.4.4.3	PUESTA A TIERRA.....	68
4.4.4.4	EJECUCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO.....	68
4.4.5	CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS	69

4.4.5.1	COMPONENTES Y MATERIALES	70
4.4.5.2	MANTENIMIENTO	75
4.4.5.3	REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE.....	76

4.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

4.1.1 CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que cita y regirá en las obras para la realización del mismo.

Se entiende por Dirección de la Obra el Ingeniero Superior y/o Ingeniero Técnico encargados de la Dirección, y los Técnicos encargados del Control de Calidad y del seguimiento de la Seguridad, aun cuando más de una de estas funciones pueden recaer sobre el mismo. Del mismo modo, se considerarán Dirección los Técnicos responsables de parte o toda la obra, que tengan la titulación adecuada a la función que desempeñen, con responsabilidad avalada por el correspondiente contrato.

Por el mero hecho de intervenir en la obra, se presupone que los gremios o subcontratas conocen y admiten el presente **Pliego de Condiciones Generales**.

4.1.2 REGLAMENTOS Y NORMAS

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

Se adaptarán, además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

4.1.3 MATERIALES

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el Proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía (para aquellos que corresponda su homologación o aprobación).

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del proyecto, aún sin figurar en los otros, es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, se tendrá la obligación de ponerlo de manifiesto a la Dirección Facultativa de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso se podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Antes de iniciarse la obra, se deberá presentar al Dirección Facultativa los catálogos, muestras, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Dirección Facultativa.

4.1.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

COMIENZO: el contratista dará comienzo a la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad.

El contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Dirección Facultativa la fecha de comienzo de los trabajos.

PLAZO DE EJECUCIÓN: la obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el contratista, de acuerdo con alguno de los extremos contenidos en el presente pliego, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el contratista no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

LIBRO DE ÓRDENES: el contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán aquellas que la Dirección Facultativa estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

4.1.5 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Dirección Facultativa. El contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicciones que surjan durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del mismo.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente de forma directa a la Dirección Facultativa y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección cada una de las partes de la obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente, deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomará antes de ello los datos precisos para su medición a los efectos de liquidación y que sean suscritos por la Dirección Facultativa de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará sobre la base de los datos o criterios de medición aportados por éste.

4.1.6 OBRAS COMPLEMENTARIAS

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del proyecto, aunque en él no figuren explícitamente mencionadas. Todo ello sin variación del importe contratado, salvo causa justificada o evidente.

4.1.7 MODIFICACIONES

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 25% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el contratista y que ha sido tomado como base del contrato. La Dirección Facultativa de la obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

4.1.8 OBRA DEFECTUOSA

Cuando el contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, la Dirección Facultativa podrá aceptarlo o rechazarlo: en el primer caso, éste fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el contratista obligado a aceptar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas del contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

4.1.9 MEDIOS AUXILIARES

Serán por cuenta del contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos, estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigente y hacer utilizar los medios de protección necesarios a sus operarios.

4.1.10 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Es obligación del contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

4.1.11 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS

RECEPCIÓN PROVISIONAL: una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por la Dirección Facultativa (y la Propiedad en su caso) en presencia del contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan es estado de ser admitidas.

De no ser admitida, se hará constar en el acta y se darán instrucciones al contratista para subsanar los defectos observados fijándose un plazo para ello, expirado el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

PLAZO DE GARANTÍA: el plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional o bien el que se establezca en el contrato, también contado desde la misma fecha. Durante este periodo queda a cargo del contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

RECEPCIÓN DEFINITIVA: se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional. A partir de esta fecha cesará la obligación del contratista de conservar y reparar a su cargo las obras, si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

4.2 CONDICIONES ECONÓMICAS

4.2.1 ABONO DE LA OBRA

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos en que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final, no suponiendo dichas liquidaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

4.2.2 PRECIOS

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre la Dirección Facultativa y el contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la Propiedad para su aceptación o no.

4.2.3 REVISIÓN DE PRECIOS

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de ésta última, se aplicará a juicio de la Dirección Facultativa alguno de los criterios oficiales aceptados.

4.2.4 PENALIZACIONES

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

4.2.5 CONTRATO

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales (que no aporte la Promotora), transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades de obra defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos que componen el Proyecto de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

4.2.6 RESPONSABILIDADES

El contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que la Dirección Facultativa haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la Propiedad, a los vecinos o terceros en general.

El contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

RESCISIÓN DEL CONTRATO

CAUSAS DE RESCISIÓN: se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato son las siguientes:

- Primero: Muerte o incapacitación del contratista
- Segunda: La quiebra del contratista
- Tercera: Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
- Cuarta: Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
- Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.

- Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
- Séptima: Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando implique mala fe
- Octava: Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
- Novena: Actuación a mala fe en la ejecución de los trabajos.
- Décima: Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización de la Dirección Facultativa y la Propiedad.

4.2.7 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DEL CONTRATO

Siempre que se rescinda el contrato por las causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarias para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícita la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del periodo de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

4.3 CONDICIONES FACULTATIVAS

4.3.1 NORMAS A SEGUIR

El diseño de la instalación fotovoltaica de autoconsumo, estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

- ✓ Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias (principalmente la ITC-BT-40)
- ✓ Normas UNE
- ✓ Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (IEC)
- ✓ Normas particulares de la Compañía Suministradora
- ✓ RD 1699/2011, RD 413/2014, etc. sobre instalaciones fotovoltaicas de conexión a red
- ✓ RD 244/2019 sobre instalaciones de autoconsumo
- ✓ MT 3.53.01 sobre condiciones de conexión en redes de Iberdrola Distribución
- ✓ Pliego de condiciones técnicas del IDAE
- ✓ Plan general y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo
- ✓ Normativa CTE estructuras en edificación
- ✓ Normativa contra incendios

- ✓ Lo indicado en este pliego de condiciones con referencia a todos los códigos y normas
- ✓ Normativa de Seguridad Laboral e Higiene

4.3.2 PERSONAL

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes de la Dirección Facultativa de la obra.

El contratista tendrá en la obra el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El contratista estará obligado a separar de la obra a aquel personal que a juicio de la Dirección Facultativa no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente bien por falta de conocimientos o por obras de mala fe.

4.3.3 RECONOCIMIENTOS Y ENSAYOS PREVIOS

Cuando lo estime oportuno, la Dirección Facultativa podrá encargar y ordenar el análisis, ensayo o comprobación de los materiales, elementos o instalaciones.

4.4 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS:

Este **pliego de condiciones técnicas generales** abarca el conjunto de características que deberán cumplir los materiales utilizados, así como las técnicas de ejecución y las que deberán regir en la ejecución de cualquier tipo de instalación y de obra. Para cualquier tipo de especificación no incluida en este pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

4.4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras se realizará de acuerdo con las rasantes que figuran en los planos del proyecto y las que determine la Dirección Facultativa de la obra.

El Contratista adoptará en la ejecución de los desmontes y vaciados, la organización que estime más conveniente, siempre que sea de acuerdo con la normativa vigente, siendo necesaria la autorización expresa de la Dirección Facultativa para la utilización de cualquier otro procedimiento. En cualquier caso, si el sistema fuere, a juicio de la Dirección Facultativa, tan vicioso que pudiera comprometer la seguridad de los operarios de la obra o bien imposibilitar la terminación de la misma en el plazo marcado, podrá prescribir y ordenar la marcha y organización que deberá seguirse.

Las excavaciones profundas, pozos, y en general aquellas que se realicen en condiciones de especial dificultad, serán objeto de instrucciones precisas de la Dirección Facultativa, sin las cuales no podrán ser ejecutadas por el Contratista.

Será causa de directa responsabilidad del Contratista la falta de precaución en la ejecución y derribo de los desmontes, así como los daños y desgracias que, por su causa, pudieran sobrevenir.

El Contratista sume la obligación de ejecutar estos trabajos, atendiendo a la seguridad de las vías públicas y de las construcciones colindantes y acepta la responsabilidad de cuantos daños se produzcan, por no tomar las debidas medidas de precaución, desatender las órdenes de la Dirección Facultativa o su representante técnico autorizado o, por errores o defectuosa ejecución de los trabajos indicados.

Las superficies de terrenos que hayan de ser rellenadas, quedarán limpias de árboles, matas, hierbas o tierra vegetal.

No se permitirá el relleno con tierras sucias o detritus, ni con escombros procedentes de derribos.

El terraplenado se hará por tongadas, nunca mayores de 25 centímetros de espesor; cada tongada será apisonada convenientemente.

Deberán ejecutarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de los operarios, siendo el Contratista responsable de los daños causados por no tomar las debidas precauciones.

Todos los paramentos de las zanjas y pozos quedarán perfectamente refinados y los fondos nivelados y limpios por completo.

Siendo por cuenta del Contratista la conservación en perfectas condiciones y la reparación, en su caso, de todas las averías de cualquier tipo, causadas por las obras de movimiento de tierras en las conducciones públicas o privadas de agua, gas, electricidad, teléfono, saneamiento, etc., deberá aquel montar una vigilancia especial, para que las canalizaciones sean descubiertas con las debidas precauciones, y una vez al aire, suspendidas por medio de colgado, empleándose cuerdas o cadenas enlazadas, o bien, maderas colocadas transversalmente al eje de la zanja y salvando todo el ancho de la misma.

El Contratista será responsable de cualquier error de alineación, debiendo rehacer, a su costa, cualquier clase de obra indebidamente ejecutada.

Para la realización de la cimentación, se realizarán, por cuenta de la propiedad, los sondeos, pozos y ensayos necesarios para la determinación de las características del terreno y la tensión de trabajo a que puede ser sometido.

El Contratista está obligado a mantener en buenas condiciones de uso todos los viales públicos que se vean afectados por paso de vehículos hacia la obra. Debiendo así mismo disponer vigilancia en los puntos en los cuales se puedan producir accidentes ocasionados por el tránsito de vehículos y trasiego de materiales propios de la obra que se ejecuta.

La señalización nocturna adecuada de los lugares peligrosos o que se consideren como tales por la Dirección de Obra, tanto en el interior de ésta como en las zonas lindantes de la misma con viales públicos y zonas próximas, deberá ser realizada por el Contratista, siendo de su exclusiva responsabilidad todo accidente que pueda sobrevenir por la carencia de dicha señalización.

4.4.2 HORMIGONES

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las Normas y Disposiciones que establece la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) aprobada por Real Decreto 2661/1998, de 11 de diciembre y las modificaciones que de dicha Instrucción se han aprobado por Real Decreto 996/1999, de 11 de junio, así como aquellas que sean aprobadas con posterioridad.

En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que de la Instrucción interprete la Dirección Facultativa de la Obra.

Respecto a las características de los materiales (tipo, clase resistente y condiciones adicionales del cemento; tipo de acero para las armaduras; tipificación de los hormigones según 39.2), las modalidades de control para los materiales y la ejecución, así como las condiciones de calidad del hormigón (resistencia a compresión, consistencia, tamaño máximo del árido, tipo de ambiente a que va a estar expuesto) para los diferentes elementos de obra, se seguirán las indicaciones del Cuadro de Características adjunto al presente Pliego de Condiciones, así como las de los cuadros incluidos en los planos de estructura. Las características de las distintas unidades de obra estarán definidas en la memoria y los planos del Proyecto, así como en la descripción de las partidas presupuestarias que los componen y que están recogidos en el Presupuesto.

Si alguna de las Condiciones especificadas en este Pliego es incompatible con la Instrucción, se atenderá a lo definido por ésta.

Sólo podrán utilizarse los productos de construcción (cementos, áridos, hormigones, aceros, etc.) legalmente comercializados en países que sean miembros de la Unión Europea o bien, que sean parte en el Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre y sus posteriores modificaciones, por el que se dictan Disposiciones para la libre circulación de productos de construcción.

4.4.3 ESTRUCTURA METÁLICA

Además de las especificaciones que se indican a continuación, son de observación obligada todas las Normas y Disposiciones que establece el Código Técnico de Edificación y la norma MV-103, recogida en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, dentro de la Normativa Básica de Edificación.

En caso de duda o contraposición de criterios, serán efectivos los que de la Norma interprete la Dirección Facultativa de la Obra.

Las disposiciones recogidas en esta Norma afectan a productos de aceros laminados en caliente de espesor mayor que 3 mm, a perfiles huecos conformados en frío o caliente destinados a servir de elementos resistentes de espesor igual o mayor de 2 mm, a roblones y a tornillos ordinarios, calibrados de alta resistencia empleados en estructuras de acero inoxidable, así como a tuercas y arandelas y perfilaría de aluminio.

Se podrán utilizar todos aquellos materiales provenientes de países que sean parte del acuerdo del Espacio Económico Europeo, que estarán sujetos a lo previsto en el Real Decreto 1630/1992, por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE y en particular, en lo referente a los

procedimientos especiales de reconocimiento, los productos estarán sujetos a lo dispuesto en el artículo 9 del citado Real Decreto.

También se tendrán muy en cuenta para la estructura de aluminio las “Especificaciones Técnicas de Perfiles Extruidos de Aluminio y sus Aleaciones y su Homologaciones”.

4.4.4 CONDICIONES TÉCNICAS ELÉCTRICAS

La instalación eléctrica y los conductores empleados se regirán por el “Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión” aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, así como las ITC.BT. 01 a BT 51 que se adjuntan al Real Decreto y cuantas Normas UNE se referencian en su ITC-BT-02.

4.4.4.1 EQUIPOS ELÉCTRICOS

Los materiales y equipos utilizados en las instalaciones deberán ser utilizados en la forma y para la finalidad que fueron fabricados. Los incluidos en el campo de aplicación de la reglamentación de transposición de las Directivas de la Unión Europea deberán cumplir con lo establecido en las mismas.

En lo no cubierto por tal Reglamentación se aplicarán los criterios Técnicos preceptuados por el presente Reglamento. En particular se incluirán junto con los equipos y materiales las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso, debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- ✓ Identificación del fabricante, representante legal o responsable de la comercialización.
- ✓ Marca y modelo.
- ✓ Tensión y Potencia (o intensidad) asignadas.
- ✓ Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Los equipos empleados en proyectos de instalaciones fotovoltaicas con conexión a red interior o red de baja de distribución, como el presente, dispondrán de doble aislamiento reforzado clase II.

Se tendrá en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc... según norma IEC 721. Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

- ☀ La intensidad de empleo en función de factor de potencia, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos.
- ☀ La intensidad de cortocircuito.
- ☀ El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la intensidad de cortocircuito del punto en el cual está instalado.
- ☀ La coordinación del dispositivo de protección con la paralaje situado aguas arriba.

- ☀ La selectividad a considerar en cada caso.

Se determinará la sección de los conductores en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

- ☀ La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo previamente calculada.
- ☀ La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables.

Se verificará la relación de seguridad (VC/VL), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales ITC-BT-24, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará preferentemente con interruptores automáticos de alto poder de corte.

Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados, ya sean aM, gF, gL o gT, según norma UNE 21-103.

La protección contra choque eléctrico será prevista y se cumplirá con las normas UNE 20-383 y ITC-BT-21.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en la ITC-BT-06. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces la corriente admisible.

Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

4.4.4.2 CUADROS ELÉCTRICOS

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato.

Se indicarán las siguientes características:

- ✓ Estructura de los cuadros con dimensiones, materiales empleados, etc...
- ✓ Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc...), detallando los mismos
- ✓ Interruptores automáticos
- ✓ Protecciones

Los distintos elementos de todos los cuadros, principal y secundarios o auxiliares, se colocarán sobre una placa de montaje de material aislante. Todas las partes activas de la instalación estarán aisladas para evitar contactos peligrosos. En el cuadro principal o de

origen de la instalación, se dispondrán dos interruptores diferenciales: uno para alumbrado y otro para fuerza. La sensibilidad de los mismos será de:

- ✓ Para la instalación de alumbrado:..... 30 mA
- ✓ Para la instalación de fuerza: 300 mA

El sistema de protección, en origen, se complementará mediante interruptores magnetotérmicos, para evitar los riesgos derivados de las posibles sobrecargas de líneas. Se colocará un magnetotérmico por cada circuito que se disponga. El conjunto se ubicará en un armario metálico, cuya carcasa estará conectada a la instalación de puesta a tierra y que cumpla, según las normas U.N.E., con los siguientes grados de protección:

- ✓ Contra la penetración de cuerpos sólidos extraños:..... A.P.S.
- ✓ Contra la penetración de líquidos: I.P.S.
- ✓ Contra impactos o daños mecánicos:..... L.P.S.

El armario dispondrá de cerradura, cuya apertura estará al cuidado del encargado o del especialista que sea designado para el mantenimiento de la instalación eléctrica. Los cuadros dispondrán de las correspondientes bases de enchufe para la toma de corriente y conexión de los equipos y máquinas que lo requieran. Estas tomas de corriente se colocarán en los laterales de los armarios, para facilitar que puedan permanecer cerrados. Las bases permitirán la conexión de equipos y máquinas con la instalación de puesta a tierra.

Podrá excluirse el ubicar las bases de enchufe en armarios cuando se trate de un cuadro auxiliar y se sitúe en zonas en las que no existan los riesgos que requieran los antes citados grados de protección. Las tomas de corriente irán provistas de un interruptor de corte omnipolar que permita dejarlas sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

4.4.4.3 PUESTA A TIERRA

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales que las masas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V respecto de tierra.

Todas las carcasas de aparatos dispondrán de su toma a tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el reglamento de Baja Tensión.

Las instalaciones de toma de tierra seguirán las normas establecidas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc...

4.4.4.4 EJECUCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

Según lo establecido en el artículo 12.3 de la Ley 21/1992, de Industria, la puesta en servicio y utilización de las instalaciones eléctricas se condiciona al siguiente procedimiento:

- ✓ Deberá elaborarse, previamente a la ejecución, una documentación técnica que defina las características de la instalación y que, en función de sus características, según determine la correspondiente ITC, revestirá la forma de proyecto o memoria técnica.
- ✓ La instalación deberá verificarse por el instalador, con la supervisión del director de obra, en su caso, a fin de comprobar la correcta ejecución y funcionamiento seguro de la misma.
- ✓ Asimismo, cuando así determine la correspondiente ITC, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial por un Organismo de Control Autorizado.
- ✓ A la terminación de la instalación y realizadas las verificaciones pertinentes y, en su caso, la inspección inicial, el instalador autorizado ejecutor de la instalación emitirá un certificado de instalación, en el que se hará constar que la misma se ha realizado de conformidad con lo establecido en el Reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica. En su caso, identificará y justificará las variaciones que en la ejecución se hayan producido con relación a lo previsto en dicha documentación.
- ✓ El certificado, junto con la documentación técnica y, en su caso, el certificado de dirección de obra y el de inspección inicial, deberá depositarse ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, con objeto de registrar la referida instalación, recibiendo las copias diligenciadas necesarias para la constancia de cada interesado y solicitud de suministro de energía. Las Administraciones competentes deberán facilitar que estas documentaciones pueden ser presentadas y registradas por procedimientos informáticos o telemáticos.

Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.

La empresa suministradora tendrá que ser informada y recibir copia del proyecto para estudiar si debe acudir a la puesta en marcha de la instalación generadora.

No obstante, lo indicado en el apartado precedente, cuando existan circunstancias objetivas por las cuales sea preciso contar con suministro de energía eléctrica antes de poder culminar la tramitación administrativa de las instalaciones, dichas circunstancias, debidamente justificadas y acompañadas de las garantías para el mantenimiento de la seguridad de las personas y bienes y de la no perturbación de otras instalaciones o equipos, deberán ser expuestas ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, la cual podrá autorizar, mediante resolución, motivada, el suministro provisional para atender estrictamente aquellas necesidades.

4.4.5 CONDICIONES TÉCNICAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

Se aplicará lo dispuesto en el RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, el RD 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, y el "Pliego de Condiciones Técnicas para Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a la Red" del IDAE (PCT-C 2002 y versiones posteriores) así como el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (y la Guía de Interpretación del REBT)..

4.4.5.1 COMPONENTES Y MATERIALES

GENERALIDADES

1. Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, 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. En general todos los equipos empelados tendrán doble aislamiento.

2. Los elementos a utilizar para el soporte, protección y conducción de cables en locales húmedos según la ITC-BT 30, serán construidos en material termoplástico técnico aislante perforada, bandeja con tapa (canal aislante) aprobada por la dirección facultativa. Elementos que sin tierras y sin mantenimiento. Libre de sustancias contaminantes y metales pesados tóxicos (ROHS II). Reciclable mecánicamente.

Bandejas y tapas: Conformadas por extrusión de alta calidad con la forma definitiva de uso y con paredes macizas. Unión entre tramos de espesor igual o superior al de las bandejas a unir. Con taladros longitudinales para absorber dilataciones.

Diseñada para trabajar a plena carga Ensayo Tipo I (la unión entre dos tramos de bandeja puede quedar situada en cualquier posición entre dos soportes). El sistema de bandejas (bandejas y soportes) deberá soportar sin rotura una carga de 1,7 veces la carga admisible. T = 40 °C Distancia entre soportes 1,5 m. T = 60 °C Distancia entre soportes 1 m.

Temperatura de servicio de -20°C a 60°C y resistencia al impacto de 20 J a -20°C (excepto 60x100:10 J y 60x75: 5 J). Diseñada para ir instalada en interiores y exteriores. Resistencia a la corrosión y a los agentes químicos.

En caso de incendio (ensayo del hilo incandescente a 960°C; no propagador de la llama). Facilidad y rapidez de montaje. No presenta rebabas al corte

El fabricante acreditará marca de calidad N de AENOR o marca de calidad europea equivalente según el cumplimiento de la norma EN 61537.

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

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

3. 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 y en la red interior del cliente.

4. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

5. 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.

6. En la Memoria de Diseño o Proyecto se resaltarán los cambios que hubieran podido producirse respecto a la Memoria de Solicitud, y el motivo de los mismos. Además, se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

7. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

SISTEMAS GENERADORES FOTOVOLTAICOS

1. Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos capa delgada, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido (por ejemplo, Laboratorio de Energía Solar Fotovoltaica del Departamento de Energías Renovables del CIEMAT, Joint Research Centre Ispra, etc.), lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Este requisito no se aplica a los casos excepcionales considerados por la Dirección Facultativa.

2. 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.

3. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria de Solicitud justificación de su utilización y deberá ser aprobada por el IDAE.

- ☀ 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 $\pm 5 \%$ 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.

4. Se valorará positivamente una alta eficiencia de las células.

5. La estructura del generador se conectará a tierra.

6. 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 y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

ESTRUCTURA SOPORTE

1. Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En caso contrario se deberá incluir en la Memoria de Solicitud y de Diseño o Proyecto un apartado justificativo de los puntos objeto de incumplimiento y su aceptación deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por el CTE y demás normas aplicables.

2. 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 Código Técnico de Edificación.

3. 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.

4. Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, 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.

5. 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.

6. La 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.

7. La tornillería será realizada en acero inoxidable, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

8. Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

9. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias de las Normas Básicas de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.

10. 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 4.1.2 sobre sombras. Se incluirán todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

11. La estructura soporte será calculada según la norma MV-103 para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

12. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la norma MV-102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.

13. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de 80 micras para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

INVERSORES

1. 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.
2. 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 o modo autoconsumo en instalaciones de conexión a red interior sin inyección de excedentes.
 - ☀ No funcionarán en isla o modo aislado.
3. Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas 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.
4. Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.
5. Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:
 - ☀ Encendido y apagado general del inversor.
 - ☀ Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA. Podrá ser externo al inversor.
6. Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:
 - ☀ El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10 % superior a las CEM. Además, soportará picos de magnitud un 30 % superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
 - ☀ Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si los hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

- ☀ El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal y su consumo anual menor a un 3% de su capacidad de generación de energía anual.
- ☀ El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95, entre el 25 % y el 100 % de la potencia nominal.

7. 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.

8. 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.

CABLEADO

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

2. Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte CC deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % y los de la parte CA para que la caída de tensión sea inferior del 2 %, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

3. Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

4. 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.

PROTECCIONES

1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la reglamentación vigente sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2. En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) serán para cada fase.

PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

1. Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la reglamentación vigente sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

2. 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 Solicitud y de Diseño o Proyecto los elementos equivalentes utilizados para garantizar esta condición (norma técnica del MITYC).

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

4.4.5.2 MANTENIMIENTO

GENERALIDADES

1. Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos la duración de la garantía.

2. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá todos los elementos de la instalación con las labores de mantenimiento preventivo aconsejados por los diferentes fabricantes.

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

1. 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.

2. 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:

- ☀ Mantenimiento preventivo

- ☀ Mantenimiento correctivo

3. 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.

4. 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 en el punto 4.4.5.2 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.

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

6. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita anual 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 bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.

7. 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.

8. 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).

4.4.5.3 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA VIGENTE

ADECUACION A LA NORMATIVA ACTUAL

Con la integración en la Comunidad Económica Europea se ha producido, entre otras cuestiones, una importante transformación de nuestra legislación industrial vigente. (Como, a partir del 1 de enero de 1993, se produjo la libre circulación de productos en el interior del territorio de la CEE, entre otros temas tendientes a eliminar los obstáculos que se opongan a los citados intercambios comerciales, se hace imprescindible que los niveles de calidad exigidos, entre otros, a los instaladores sean los mismos en todos los países comunitarios.

Por lo tanto, se han instrumentado diversos mecanismos legales dirigidos a lograr este objetivo, entre los que deben destacarse los siguientes:

- El Libro Blanco del Mercado Interior.
- El Acta Única Europea.
- Las directivas comunitarias.

Tanto el Libro blanco del Mercado Interior como el Acta Única Europea son documentos políticos y, por consiguiente, se salen del propósito de un estudio de normalización técnica como el que se pretende con este documento.

Sin embargo, las directivas comunitarias, si deben ser analizadas en este ámbito, ya que afectan muy directamente a este documento.

Por lo que respecta a la actividad del sector eléctrico, se han publicado cuatro directivas comunitarias, que debemos acatar desde la fecha de nuestra integración en la CEE, que modifican el ámbito en el que se desarrolla este documento:

- Directiva 83/189/CEE.

Publicada el 28 de marzo de 1983, insta a un procedimiento de información en materia de normas y reglamentaciones técnicas, por el que cada Estado miembro debe informar al Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) de todo proyecto de reglamentación que se proponga elaborar como el que se pretende con este documento. Dicha Comisión lo estudiará al objeto de que no muestre incompatibilidades con la libre circulación de productos.

- Directiva 73/23/CEE.

Publicada el 19 de febrero de 1973, obligando a unificar las legislaciones de todos los países miembros de la CEE para armonizar las características del material eléctrico destinado a utilizarse en baja tensión.

Respecto a esta Directiva, el BOE del 14-1-1988 publicó el Real Decreto nº 7 relativo a las exigencias de seguridad que deben satisfacer los materiales eléctricos destinados a utilizarse con tensiones nominales comprendidas entre 50 y 1.000V en corriente alterna.

- Directiva 85/374/CEE.

Publicada el 25 de julio de 1985, se refiere a la responsabilidad que recae sobre las personas que fabrican, instalan o comercializan productos defectuosos por los daños que puedan ocasionar a las personas, animales o bienes.

- Directiva 89/106/CEE.

Publicada el 21 de diciembre de 1989, sobre exigencias de los materiales empleados.

Por tanto, las normas sobre medidas de seguridad en Instalaciones Fotovoltáicas que se decidan como consecuencia de este documento base deben estar dentro de las directrices comunitarias y, por tanto, se deberá informar al Comité Europeo de Normalización Electrotécnica.

Dentro de estas directrices existe la siguiente normativa española que pueden afectar a las medidas de seguridad en instalaciones fotovoltaicas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Norma tecnológica de la edificación. IPP.
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Pamplona, a 28 de agosto de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 3.084



D. Xabier Loyarte Garmendia

5 DOCUMENTO: PRESUPUESTO

El presupuesto incluye todos los ensayos de calidad, además de las especificaciones establecidas en este proyecto.

Esta cantidad incluye todos los gastos que se originen como consecuencia de la formalización del contrato, gastos de implantación de obra, gastos de pruebas y ensayos, gastos para equipamiento de seguridad y salud, gastos de gestión y vertido de residuos, etc.

Este presupuesto establece el coste económico máximo planteado para la ejecución material descrita como presupuesto total de ejecución material que se utiliza como referencia.

Bajo ningún concepto se establece la posibilidad de aumentar el número de unidades de obra salvo expresa petición por escrito por parte de la Propiedad y la Dirección Facultativa que la representa.

La adjudicataria está obligada a realizar todos los trabajos y trámites necesarios para la ejecución del presente contrato en la modalidad requerida en el contrato, asumiendo el coste completo del suministro, colocación y puesta en marcha de las instalaciones al completo y obligándose específicamente entre otras a lo siguiente, estando todo ello incluido en el precio pactado:

- Implantar los medios necesarios y adoptar las medidas oportunas para garantizar que no se afecten o deterioren otras instalaciones presentes en la zona de trabajos, especialmente las de electricidad, alumbrado, protección contra incendios, megafonía e informática. En caso necesario, se entenderá incluido en el precio pactado el desmontaje, almacenamiento y posterior montaje de las citadas instalaciones.
- Garantizar que las subcontratas están al día en sus pagos con la seguridad social, así como, en su caso, en los pagos a sus respectivos subcontratistas.
- Efectuar la comunicación de Apertura de Centro de trabajo.
- Elaborar el Plan de Seguridad y someterlo a su aprobación.
- Mantener las obras, accesos y entorno en un estado de limpieza continuo, que permita la visita e inspección de todos los lugares ocupados.
- Reponer todos aquellos desperfectos que genere en pavimentos, cerrajerías, mobiliario urbano, etc., como consecuencia de su actividad, de roturas para pasos de canalizaciones acometidas, jardinería, etc...
- Asumir todos los costes necesarios para cumplir lo indicado en la normativa de Gestión de Residuos aplicable.
- Limpieza final de la totalidad de la obra, así como del resto de edificación, urbanización, etc. que pudieran verse afectadas por la ejecución de la obra.

5.1 PRESUPUESTO DETALLADO

PRESUPUESTO - AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA				25/10/2023	
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO COMPARTIDO DE 41,86 kWp					
ITEM		Descripción	Unidades	Precio unitario	Precio total
CAPITULO 1: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS					
1	1.1	Ud. Módulo fotovoltaico de silicio PERC monocristalino, marca JASOLAR 460Wp, modelo JAM72S20, conexión rápida MC-4. Tolerancia 0/+3 . Garantía contra defectos de fabricación de 12 años y 25 años de garantía de la potencia nominal lineal. Clase reacción al fuego 1 (UNI 9177). Totalmente instalado y puesto en marcha	91	158,90 €	14.459,45 €
CAPITULO 2: INVERSORES					
2	2.1	Suministro de inversor fotovoltaico de conexión a red trifásico, marca SUN2000-36KTL-M3. Totalmente instalado y puesto en marcha. Monitorización incluida	1	2.663,83 €	2.663,83 €
CAPITULO 3: ESTRUCTURA SOPORTE					
3	3.1	Suministro de estructura de aluminio para 91 paneles fotovoltaicos para montaje en cubierta superpuesta y paralelo a la cubierta. Tornillería inox. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	3.060,84 €	3.060,84 €
CAPITULO 4: PANTALLA DIVULGATIVA					
4	4.1	Monitor divulgativo para la muestra de datos en tiempo real de la instalación	1	968,30 €	968,30 €
CÁPITULO 5: INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN					
PROTECCIONES (AC/DC)					
5	5.1	Suministro de cuadro eléctrico de instalación solar fotovoltaica con armario de puesta en superficie. IP65, según la norma IEC60529. Totalmente instalada y operativa.	1	240,00 €	240,00 €
	5.2	Interruptor magnetotérmico 80A 4P. Totalmente instalados y en funcionamiento.	1	180,09 €	180,09 €
	5.3	Interruptor diferencial rearmable asociado al interruptor magnetotérmico IV-80A / 300mA. Totalmente instalados y en funcionamiento.	1	350,00 €	350,00 €
	5.5	Cables interiores y de comunicación con todos los equipos. Totalmente instalados y en funcionamiento.	1	250,00 €	250,00 €
CABLEADO DC					
5.6	Metro lineal de cable H1Z2Z2-K 1x6mm2 SOLAR NEGRO/ROJO incluyendo pequeño material eléctrico de instalación. Totalmente instalado y puesto en marcha.		750	1,20 €	900,00 €
	5.7	Material de la instalación: canaletas, tubos, regletas, etc. Totalmente instalados y en funcionamiento.	1	200,00 €	200,00 €
ACOMETIDA ELÉCTRICA. CABLEADO AC					
5.8	Metro lineal de cable RZ1 0.6/1 kV3 5x25mm2, en tubo de acero o plástico, incluyendo el pequeño material eléctrico de la instalación. Totalmente instalada y puesta en marcha.		20	15,20 €	304,00 €
CAPÍTULO 6: CUADRO MEDIDA (CPM)					
6	6.1.	Suministro de contador trifásico bidireccional. instalación en caja homologada por la compañía distribuidora, con los fusibles y protecciones que requiera la empresa	1	1.155,00 €	1.155,00 €
CAPÍTULO 7: RECURSOS ADICIONALES					
7	7.1.	Subir el material que constituye la zona solar a las cubiertas de los emplazamientos. Incluye mano de obra y medios auxiliares.	1	1.620,43 €	1.620,43 €
CAPÍTULO 8: MANO DE OBRA					
8	8.1.	Horas mano de obra para ejecución montaje y puesta en marcha de la instalación descrita en proyecto. Totalmente instalado y puesto en marcha.	1	8.679,30 €	8.679,30 €
CAPÍTULO 9: LEGALIZACIÓN Y TRÁMITES					
9	9.1.	Certificado de la instalación y registro en industria	1	350,00 €	350,00 €
				SUBTOTAL SECCIONES	35.381,24 €
CAPÍTULO 10: SEGURIDAD Y SALUD					
10	10.1	Estudio básico de seguridad y salud adaptado a la obra	1	650,00 €	650,00 €
CAPÍTULO 11: GESTIÓN DE RESIDUOS					
11	11.1	Carga y transporte de todos los residuos generados en la obra a gestor autorizado. Incluye presupuesto de costes indirectos, carga y canon de vertido por gestor de residuos autorizado. Certificado adjunto de vertido o gestión mediante albarán.	1	168,00 €	168,00 €
CÁPITULO 12: INGENIERÍA					
12	12.1	Proyecto firmado por técnico competente.	1	500,00 €	500,00 €
	12.2	Elaboración de las bases de adjudicación y elaboración de la resolución.	1	1.750,00 €	1.750,00 €
	12.3	Dirección de obra y documento fin de obra firmado por técnico competente.	1	1.250,00 €	1.250,00 €
	12.4	Seguimiento de la legalización y elaboración en el documento necesario.	1	300,00 €	300,00 €
				SUBTOTAL	39.999,24 €
				IVA %21	8.399,84 €
				TOTAL	48.399,07 €

5.2 RESUMEN DE PRESUPUESTO

CÁPITULO 1: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	14.459,45 €
CÁPITULO 2: INVERSORES	2.663,83 €
CÁPITULO 3: ESTRUCTURA SOPORTE	3.060,84 €
CÁPITULO 4: PANTALLA DIVULGATIVA	968,30 €
CÁPITULO 5: INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN	2.424,09 €
CÁPITULO 6: CUADRO MEDIDA (CPM)	1.155,00 €
CÁPITULO 7: RECURSOS ADICIONALES	1.620,43 €
CÁPITULO 8: MANO DE OBRA	8.679,30 €
CÁPITULO 9: LEGALIZACIÓN Y TRÁMITES	350,00 €
CÁPITULO 10: SEGURIDAD Y SALUD	650,00 €
CÁPITULO 11: GESTIÓN DE RESIDUOS	168,00 €
CÁPITULO 12: INGENIERÍA	3.800,00 €

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:	39.999,24 €
---	--------------------

IVA (21% sobre PEC):	8.399,84 €
-----------------------------	-------------------

<u>PRESUPUESTO DEL PROYECTO</u>	<u>48.399,08 €</u>
--	---------------------------

Cabe diferenciar claramente en dos grupos las partidas anteriormente descritas:

- ✓ **Bienes de Equipamiento**
- ✓ **Bienes de Ejecución de Obra**

PRESUPUESTO BIENES DE EQUIPAMIENTO

MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 14.459,45€

INVERSOR Y MONITORIZACIÓN..... 3.632,13€

PRESUPUESTO BIENES DE EJECUCIÓN DE OBRA

ESTRUCTURA SOPORTE 3.060,84€

INSTALACIÓN EN BAJA TENSIÓN (CPM INCLUIDO) 3.579,09€

RECURSOS ADICIONALES 1.620,43€

MANO DE OBRA..... 8.679,30€

PRESUPUESTO BIENES DE EQUIPAMIENTO.....	18.091,58€
PRESUPUESTO BIENES DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	16.939,66€
TRAMITACIÓN Y LEGALIZACIÓN.....	350,00€
SUBTOTAL.....	35.381,24 €

CAPITULO 10: SEGURIDAD Y SALUD	650,00€
CAPITULO 11: GESTIÓN DE RESIDUOS.....	168,00€
CAPÍTULO 12: INGENIERIA.....	3.800,00€

PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (EPC):	39.999,24€
IVA (21% SPBRE EPC):.....	8.399,84€
<u>PRESUPUESTO DEL PROYECTO:</u>	<u>48.399,08€</u>

Pamplona, a 28 de agosto de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 3.084



D. Xabier Loyarte Garmendia

6 DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

ÍNDICE DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

6	DOCUMENTO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	84
6.2	OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO	87
6.3	DATOS GENERALES DEL PROYECTO.....	87
6.4	JUSTIFICACIÓN ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	87
6.5	DATOS GENERALES DE OBRA.....	88
6.5.1	Descripción de la obra	88
6.5.2	Identificación y análisis de los riesgos laborales.....	89
6.5.3	Interferencias con servicios.....	89
6.5.4	FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA	89
6.5.4.1	Actuaciones previas	89
6.5.4.2	Montaje estructura.....	91
6.5.4.3	Montaje de módulos.....	94
6.5.4.4	Montaje de inversores-protecciones y montaje eléctrico BT	95
6.5.4.5	Obra civil.....	97
6.5.5	EQUIPO Y MATERIAL DE TRABAJO	98
6.5.5.1	Maquinaria	98
6.5.5.2	Herramientas manuales.....	112
6.5.6	Medios auxiliares.....	113
6.5.7	Señalización de la obra.	116
6.5.8	Aplicación de protocolo COVID-19	116
6.5.9	FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	119
6.5.10	MEDICINA PREVENTIVA.....	120
6.5.11	Emergencias y primeros auxilios.....	120
6.6	LEGISLACION DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO.....	120
6.7	OBLIGACIONES DE LA PERSONA PROMOTORA.....	121
6.8	PERSONA COORDINADORA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD	121
6.9	PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	121
6.10	OBLIGACIONES DE EMPRESAS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS	122
6.11	OBLIGACIONES DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS EN LA CONDICIÓN DE AUTONOMOS.....	123
6.12	VIGILANCIA AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS. MEDIDAS A APLICAR	124
6.13	APLICACIÓN DE MEDIDAS DE IGUALDAD	124
6.14	APLICACIÓN DE MEDIDAS DE FOMENTO DEL EUSKERA.....	125
6.15	LIBRO DE INCIDENCIAS	125
6.16	PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.....	126

6.17	DERECHOS DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS	126
------	---	-----

6.2 OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el título del documento, las lleven a efecto en las condiciones adecuadas para garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de las personas trabajadoras, cumpliendo así lo que prescribe el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, así como el resto de la normativa complementaria y de aplicación.

6.3 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

El presente Estudio de Seguridad y Salud se refiere a la “Instalación solar fotovoltaica de 41,86 kWp para autoconsumo colectivo en la cubierta de la ikastola de Campezo”, localizada en la Calle Arrabal, 99, Bajo 1, 01110 Campezo (Álava), cuyos datos generales son:

Municipio: CAMPEZO (ÁLAVA)

Promotora: AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA (P0106100A)

Titular del edificio: AYUNTAMIENTO DE CAMPEZO / KANPEZUKO UDALA (P0106100A)

Contratista principal: -

Presupuesto de ejecución por contrata: 39.399,24 €

Plazo de ejecución: 15 días laborables

Redactor del Estudio Básico de Seguridad y Salud: ALFONSO SANTIAGO GARCIA MARQUEZ

6.4 JUSTIFICACIÓN ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El Real Decreto 1627/1.997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, señala en el apartado 2 del Artículo 4 cómo, en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud.

Por lo tanto, hay que comprobar que no se da ninguno de los supuestos siguientes:

- a) El Presupuesto de Ejecución por Contrata (PEC) es superior a 450.000 €.

En este proyecto el PEM = Presupuesto de Ejecución Material: 39.399,24 €

- b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborales, empleándose en algún momento a más de 20 personas simultáneamente.

En este proyecto, la duración estimada para las obras es de 15 días laborales, no estando previsto el empleo simultáneo de más de 4 personas trabajadoras.

- c) Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose por tal la suma de los días de trabajo del total de las personas trabajadoras en la obra, sea superior a 500.

En este proyecto, el volumen de mano de obra estimada para el total de las personas trabajadoras no es superior a 500 jornadas.

d) Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

No es el caso de este proyecto.

Por tanto, no se da ninguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1.997 y además es una obra menor. Por ello, se redacta el presente **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**.

6.5 DATOS GENERALES DE OBRA

6.5.1 Descripción de la obra

La obra se ejecutará concretamente en la cubierta de la ikastola del municipio de Campezo, ubicado en la siguiente dirección: Calle Arrabal, 99, Bajo, 1, 01110 Campezo (Álava).

La instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo con excedentes acogida a compensación que se pretende instalar tendrá una potencia en módulos instalada total de 41,86 kWp y una potencia nominal de 36 kWn.

El generador fotovoltaico irá ubicado sobre la cubierta inclinada de chapa de la ikastola, concretamente a en el agua orientado al sureste. Siendo, por tanto, una estructura coplanar al do, de aproximadamente 6°.

El agua sureste de la cubierta inclinada de la ikastola, donde se instalarán todos los módulos fotovoltaicos, cuenta con una orientación aproximada de 47° al sureste (acimut = - 47°).

La cubierta se encuentra libre de obstáculos externos.

Los módulos van a ser montados sobre la cubierta de chapa, soportados sobre una estructura soporte de aluminio especialmente diseñada para uso fotovoltaico y tratada químicamente para resistir los efectos de la intemperie. Los módulos se colocarán de manera coplanar aprovechando el agua sureste de la cubierta, con una inclinación de 6° respecto a la horizontal.

En cuanto a las protecciones de la instalación fotovoltaica:

- Seccionador de CC (Integrado en el inversor)
- Fusibles de CC, de 25 A de intensidad nominal y tensión de 1.000 V_{CC}
- Protección contra sobretensiones mediante descargadores de sobretensión de tipo II
- Interruptor automático magnetotérmico (80 A – 400V – 4P)
- Interruptor automático diferencial (80 A – 300 mA – 400V – 4P)
- Cableado: PV H1Z2Z2-K de 4 mm² para la parte de CC y RZI-K (AS) 0,6/1 Kv 5x25 mm² para la parte de CA

En cuanto a la conexión de la instalación fotovoltaica, se realizará en Baja Tensión en red interior de la ikastola en la CPM de consumo existente.

Previo a la obra, se tendrá que valorar adecuadamente el acceso de los trabajadores a la cubierta de la ikastola. Para la subida del material se utilizará maquinaria de elevación, debidamente señalizada y balizado el perímetro en el que exista riesgo de caída de objetos.

Se acreditará la resistencia de la cubierta para las cargas a instalar de forma permanente, así como a cargas y esfuerzos puntuales añadidos consecuencia de agentes atmosféricos adversos u otros que se pudieran contemplar.

6.5.2 Identificación y análisis de los riesgos laborales

Diariamente, al inicio de los trabajos, se revisarán todos los medios de protección colectiva, reparando o reponiendo los que se encuentren deteriorados. Así mismo, cuando se entreguen los equipos de protección individual a las personas trabajadoras de la obra, se le entregaran también unas normas de actuación durante su estancia en la obra, indicando la obligatoriedad del uso de los EPI'S.

6.5.3 Interferencias con servicios

Las interferencias con servicios de todo tipo son causa frecuente de accidentes. Por ello se considera muy importante detectar su existencia y localización, con el fin de poder evaluar y delimitar claramente los diversos riesgos.

Se prevén interferencias con los servicios de la ikastola municipal. Así pues, se delimitará la zona afectada por las obras mediante elementos de señalización y balizamiento que la dirección de obra estime oportuno, quedando terminantemente prohibido utilizar las inmediaciones de la obra cuando se lleven a cabo las dichas labores de instalación.

Sí se prevén interferencias a la hora de elevar los materiales a la cubierta, para lo que se utilizará maquinaria de elevación que deberá estar debidamente señalizada y balizada la zona de perímetro necesaria.

Se protegerán las zonas de acceso abiertas en las que se puedan producir caídas de objetos.

Para la conexión de la instalación fotovoltaica en la CPM de consumo existente de la ikastola, que precise de corte de tensión general, este se realizará en las horas lectivas para no afectar el correcto funcionamiento de la ikastola, debidamente coordinado con la propiedad y debiendo avisar con antelación para evitar accidentes que puedan ser causados falta de luz.

6.5.4 FASES/ACTIVIDADES PREVISTAS EN LA OBRA

A continuación, se indican las principales fases de obra.

6.5.4.1 Actuaciones previas

Se realizará un reconocimiento del terreno comprobando que no existe ningún riesgo que no esté previsto en este estudio básico de seguridad y salud.

Se comprobará la seguridad para la utilización de la zona común de descarga, realizándose, de ser necesario, el vallado de la misma con la colocación de señales de obra, instalación de casetas provisionales en su caso, etc. También se incluye el replanteo de la obra y el acopio de materiales.

En cada fase de obra se colocarán las señales de obra necesarias, existiendo una coordinación entre ellas y la actividad a desarrollar.

Se comprobará que existen los siguientes documentos:

- Plan de seguridad y salud, aprobado y visado por la persona coordinadora de seguridad y salud en fase de obra.
- Libro de incidencias, firmado y sellado por la persona coordinadora y la empresa adjudicataria
- Comunicación de apertura del centro de trabajo
- Libro de subcontratación, habilitado por la autoridad laboral competente

Riesgos más frecuentes

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos por manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Sobreesfuerzos
- Atrapamientos
- Golpes
- Cortes

Normas Básicas de Seguridad

- El acopio de materiales se realizará sobre terreno firme y nivelado.
- Se habilitarán espacios determinados para el acopio de los paquetes de perfilera.
- Se realizará un eslingado correcto para el izado de los materiales o se utilizarán los medios apropiados para dicho izado.
- Se extremará la vigilancia y control de cables, eslingas, balancines, pestillo y demás elementos auxiliares, que se controlarán a diario y antes y después de cada esfuerzo importante. Durante el izado de la carga no se deberá permanecer en el radio de acción de la grúa, no se deberá transitar bajo cargas suspendidas.

- Se deberá comprobar la estabilidad del terreno antes de posicionar el camión a utilizar durante las descargas de materiales.
- No se deberá permanecer en las inmediaciones del camión en las maniobras de posicionado.
- El chofer del camión no permanecerá en la cabina, dejará el freno de mano puesto y se colocarán calzos en las ruedas.
- El acceso a las plataformas del camión se realizará mediante medios adecuados o por los lugares habilitados para ello.
- Queda prohibido saltar desde las cabinas al suelo de forma descontrolada.
- Queda prohibido cargar y descargar la maquinaria con personal sobre la maquinaria o en su interior.

Protecciones personales

- Guantes de seguridad
- Casco de seguridad, tanto para el personal a pie de obra como para las y los maquinistas y camioneros que abandonen la cabina de conducción.
- Botas de seguridad.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Ropa adecuada al trabajo que se vaya a realizar.
- Prendas reflectantes.

6.5.4.2 Montaje estructura

Descripción de los trabajos

En esta fase se realizará el montaje de la estructura de aluminio en la cubierta.

Se incluyen las siguientes actividades:

- Colocación de la línea de vida temporal.
- Las personas trabajadoras irán continuamente atados a la línea de vida existente mediante cuerdas o retráctiles a los arneses de seguridad que lleven puestos.
- Medición de la cubierta, colocación de anclajes y montaje de la perfilería de aluminio.
- El acceso a la cubierta por parte de las personas trabajadoras se realizará empleando los accesos ya existentes en el edificio contiguo.

- Se empleará una máquina telescópica o plataforma elevadora para el izado de los materiales a la cubierta.

A. CARPINTERÍA METÁLICA

Riesgos más comunes

- Caída al mismo nivel
- Caída a distinto nivel
- Cortes por manejo de máquinas herramientas manuales
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento de dedos entre objetos
- Pisadas sobre objetos punzantes
- Contactos con la energía eléctrica
- Caída de elementos de carpintería sobre las personas
- Sobreesfuerzos

Normas Básicas de Seguridad

- En todo momento la zona de trabajo se mantendrá libre de cascotes, recortes, metálicos, y demás objetos punzantes, para evitar los accidentes por pisadas sobre objetos.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad, instalados.
- Las zonas de trabajo tendrán una iluminación mínima de 100 lux a una altura en torno a los 2 m.
- La iluminación mediante portátiles se hará mediante "portalámparas estancos con mango aislante" y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 V.
- Se prohíbe el conexionado de cables eléctricos a los cuadros de alimentación sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Prendas de protección personal recomendable

- Guantes de cuero.
- Gafas anti-proyecciones.

- Botas de seguridad.
- Ropa de trabajo.

B. TRABAJO EN CUBIERTA

Riesgos más comunes

- Caídas a distinto nivel del personal
- Caídas al mismo nivel del personal
- Caída de material o herramientas que se estén empleando a niveles inferiores
- Sobreesfuerzos
- Quemaduras (sellados, impermeabilizaciones en caliente)
- Golpes o cortes por manejo de herramientas manuales o por el material
- Hundimiento de los elementos de cubierta

Normas básicas de seguridad

- El personal encargado del montaje en cubierta, será conocedor de la estructura del edificio (localización de vigas, correas y translúcidos), con el fin de evitar riesgos por hundimiento.
- En caso de viento fuerte, lluvias, nieve o heladas, se suspenderán los trabajos.
- Se colocarán los materiales de manera que no obstaculicen la circulación del personal.
- No se correrá por las cubiertas.
- Está totalmente prohibido atravesar los lucernarios dando saltos sobre los mismos. Es obligatorio realizar el paso a través de los mismos por pasarelas instaladas, en caso de que no pueda cruzarse por otro sitio.
- Para trabajos en altura se empleará una plataforma elevadora debidamente homologada.
- Durante las operaciones de izado del material, no permanecerá personal bajo el radio de acción de la plataforma.
- El personal encargado del montaje estará suficientemente formado e informado en prevención de los riesgos por impericia.
- El personal de montaje estará debidamente informado sobre el procedimiento de montaje de la estructura soporte de aluminio.

- Los acopios de material bituminoso se repartirán en cubierta, evitando las sobrecargas puntuales.

Protecciones personales

- Cinturones de seguridad o arneses de seguridad
- Calzado antideslizante
- Guantes de cuero impermeabilizados
- Casco de seguridad homologado
- Mono de trabajo con mangas y perneras ajustadas

6.5.4.3 Montaje de módulos

Descripción de los trabajos

Comprende la elevación de los módulos fotovoltaicos y su posterior colocación en la estructura soporte ya montada. La fijación de los módulos o placas a la cubierta será atornillada a ésta, comprobándose previamente el grado de soporte de la estructura por m2 y que no se alcanza nivel de peso que represente peligrosidad alguna.

Asimismo, se realizará la bajada de las series mediante bandeja aislante debidamente homologada por el Reglamento eléctrico de baja tensión (REBT).

La elevación de los módulos fotovoltaicos se realizará siempre mediante una máquina elevadora o un camión grúa.

Los módulos y el resto de material de la cubierta, se distribuirán uniformemente en la cubierta para evitar las sobrecargas. No se acumularán elementos en una única zona, debiendo ser distribuidos por la cubierta para evitar la acumulación de peso en un determinado sitio.

Las personas trabajadoras deberán estar atadas en todo momento a la línea de vida existente mediante arneses homologados, en los puntos de recepción de los módulos.

Riesgos más comunes

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Atrapamientos
- Caída de material o herramientas a un nivel inferior
- Sobreesfuerzos
- Golpes

- Cortes
- Contactos eléctricos

Normas básicas de seguridad

- En caso de viento fuerte, lluvias, nieve o heladas, se suspenderán los trabajos.
- Se colocarán los materiales de manera que no obstaculicen la circulación del personal.
- Distribución homogénea de las placas en la cubierta.
- Puesta a tierra de la estructura y de los equipos de trabajo.
- Mantenimiento periódico de cables y alargaderas.
- Los empalmes se realizarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad o fundas aislantes termo-retráctiles.

Protecciones personales

- Cinturones de seguridad o arneses de seguridad
- Calzado antideslizante
- Guantes de cuero impermeabilizados
- Casco de seguridad homologado
- Mono de trabajo con mangas y perneras ajustadas

6.5.4.4 Montaje de inversores-protecciones y montaje eléctrico BT

Descripción de los trabajos

Se realizará el tendido de series mediante bandeja en cubierta y entrada al cuadro de inversores con el conexionado de los módulos entre sí, procediéndose al conexionado de las series al inversor, preparación de circuito AC y puesta a tierra de los cuadros de inversores. Posteriormente se realizará la instalación eléctrica en BT con la canalización de los inversores al CPM de generación; tendido de línea AC hasta la misma y al punto de conexión con la red interior: colocación del EMS-Vatímetro en cabecera y tendido de cable de comunicaciones con trabajo de albañilería para paso de bandejas; colocación de cajas de protecciones y medida de generación y su conexión a la línea BT.

Riesgos más comunes

- Caída de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales.

- Cortes por manejo de las guías y conductores.
- Golpes por herramientas manuales.
- Otros.

Riesgos detectables durante las pruebas de conexionado y puesta en servicio de la instalación más comunes:

- Electrocutión o quemaduras por la mala protección de cuadros eléctricos.
- Electrocutión o quemaduras por maniobras incorrectas en las líneas.
- Electrocutión o quemaduras por uso de herramientas sin aislamiento.
- Electrocutión o quemaduras por puenteo de los mecanismos de protección (disyuntores diferenciales, etc.).
- Electrocutión o quemaduras por conexionados directos sin clavijas macho-hembra.
- Otros

Normas básicas de seguridad

- La iluminación en las zonas de trabajo no será inferior a los 100 lux, medidos a 2 m. del suelo.
- La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando "portalámparas estancos con mango aislante", y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.
- Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho- hembra.
- Las escaleras de mano a utilizar, serán del tipo "tijera", dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.
- Se prohíbe la formación de andamios utilizando escaleras de mano a modo de borriquetas, para evitar los riesgos por trabajos sobre superficies inseguras y estrechas.
- Las herramientas a utilizar por los electricistas instaladores, estarán protegidas con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.
- Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

- Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

Protecciones personales

- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra y en lugares con riesgo de caída de objetos o de golpes.
- Botas aislantes de electricidad (conexiones).
- Botas de seguridad.
- Guantes aislantes.
- Ropa de trabajo.
- Cinturón de seguridad.
- Banqueta de maniobra.
- Alfombra aislante.
- Comprobadores de tensión.
- Herramientas aislantes.

6.5.4.5 Obra civil

Descripción de los trabajos

Sólo incluirá algún pequeño trabajo de albañilería, en caso de ser necesario.

Riesgos más comunes

- Atropellos
- Colisiones
- Vuelcos
- Caídas en el mismo nivel
- Golpes o aprisionamientos con partes móviles de las máquinas
- Los derivados de interferencias con conducciones enterradas
- Inundación
- Repercusiones y desplomes en estructuras de edificios colindantes
- Polvo
- Ruido

Normas básicas de seguridad

- Los productos no utilizables se transportarán directamente a vertedero autorizado.
- Ante la existencia de conducciones eléctricas próximas a la zona de trabajo, se señalarán previamente, suspendiendo los trabajos mecánicos y continuando manualmente. Se avisará lo antes posible al propietario de la instalación.
- Cuando vaya a estar más de un día abierto, al existir tráfico de personas o de terceros en las proximidades, deberá proteger el riesgo de caída a distinto nivel, por cualquiera de los procedimientos de protección de vallados. Por lo general se utilizará una barandilla reglamentaria (pasamanos, listón intermedio y rodapié) situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Debe de existir pasarelas protegidas por barandillas que permitan atravesarlas sin riesgo.

Protecciones individuales

- Casco de seguridad homologado
- Calzado de seguridad
- Calzado de protección
- Protectores auditivos
- Ropa de protección
- Ropa y accesorios de señalización

Protecciones colectivas

- Señalizaciones
- Banda de plástico de señalización
- Barandillas resistentes

6.5.5 EQUIPO Y MATERIAL DE TRABAJO

6.5.5.1 Maquinaria

Normas básicas de seguridad

- Antes de iniciar el trabajo, se les facilitará a las personas trabajadoras el manual de instrucciones de la máquina y se les dará una explicación de los riesgos existentes y de las normas de seguridad que deben cumplir.
- Todos los trabajos de mantenimiento y reparación se efectuarán con la maquinaria parada.

- Sólo se utilizará por personal autorizado y especializado.
- Antes de la utilización de cualquier máquina-herramienta, se comprobará que se encuentra en óptimas condiciones y con todos los mecanismos y protectores de seguridad instalados en perfectas condiciones.
- No se abandonará la maquinaria con el motor en marcha.
- No se transportarán pasajeros en la maquinaria de obra.
- No se bajará de la cabina mientras el embrague general esté engranado.
- Se señalizarán convenientemente las zonas de trabajo y peligro.
- El movimiento de los camiones y máquinas se estudiará previamente teniendo en cuenta: caminos más cortos, continuidad, separación entre máquina y personas, no interferencias, etc.

PLATAFORMAS ELEVADORAS

Riesgos más comunes

- Caída de personas a distinto y mismo nivel
- Caída de personas transportadas
- Caída de objetos almacenados
- Vuelco de la plataforma
- Atrapamiento entre alguna parte de la plataforma y partes del propio elevador como pueden ser las transmisiones o contra estructuras, paredes o techos en los que se deben realizar los trabajos.
- Golpes con y contra objetos móviles e inmóviles
- Cortes y erosiones en dedos y manos
- Choques con y entre objetos
- Choques con otros vehículos
- Caída de objetos en manipulación
- Contacto eléctrico directo o indirecto con líneas eléctricas aéreas de Baja Tensión
- Sobreesfuerzos
- Posturas forzadas

Normas básicas de seguridad

En el uso de las plataformas elevadoras es necesario conocer y respetar siempre las disposiciones legales de seguridad, así como las instrucciones del fabricante y de la empresa que alquila, en su caso.

- No elevar la plataforma con fuertes vientos, condiciones meteorológicas adversas, ni haciendo uso de una superficie inestable o resbaladiza.
- Nivelar perfectamente la plataforma utilizando siempre los estabilizadores cuando existan. En estos supuestos, no se deberá elevar la plataforma a menos que la base y las patas estén correctamente instaladas y los puntos de apoyo fijados en el suelo.
- No mover la máquina cuando la plataforma esté elevada salvo que esté específicamente diseñada para ello.
- No alargar el alcance de la máquina con medios auxiliares. En particular, no situar escaleras en la plataforma o apoyados en ninguna parte de la máquina.
- No sobrepasar el límite de carga de la plataforma elevadora en ningún caso.
- No alterar ni desconectar componentes de la máquina que puedan afectar su estabilidad y/o seguridad.
- No sentarse, ponerse de pie o montarse en las barandillas de la cesta. No subir o bajar la plataforma con ésta en movimiento. No trepar nunca por los dispositivos de elevación.
- Cuando se trabaje en altura, cuidar de mantener las distancias de seguridad con respecto de las redes eléctricas.
- Tener cuidado con los riesgos de choque en particular cuando se tienen las manos en las barandillas de la cesta.
- Se prohibirán trabajos debajo de las plataformas, así como en zonas situadas por encima de las mismas mientras se trabaje con ellas.
- En el suelo, la zona que queda bajo la máquina y sus inmediaciones, se acotará para impedir el tránsito, con el fin de evitar la posible caída de objetos y materiales sobre las personas.
- No bajar la plataforma a menos que el área de debajo se encuentre despejada de personal y objetos.
- No sujetar la plataforma ni los ocupantes a estructuras fijas para evitar su enganche.
- Conduzca con suavidad y evite los desplazamientos con exceso de velocidad.
- No dejar nunca la máquina desatendida o con la llave puesta para asegurarse que no haya un uso no autorizado.

- Evitar el uso de plataformas con motor de combustión en lugares cerrados salvo que estén bien ventilados.
- El uso de la máquina deberá quedar reservado al personal debidamente autorizado y cualificado.
- Comprobar niveles, baterías, partes móviles, ruedas, neumáticos, controles y mandos.

Protecciones personales

- Casco de seguridad homologado
- Calzado de seguridad
- Calzado de protección
- Protectores auditivos
- Ropa de protección
- Ropa y accesorios de señalización

CAMIÓN DE TRANSPORTE

Riesgos más comunes

- Atropello de personas.
- Choque contra otros vehículos.
- Vuelco del camión.
- Caídas.
- Atrapamientos.

Medidas básicas de seguridad

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano en la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.
- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.
- Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado, será gobernada desde la caja del camión por un mínimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no habrá nunca personas.

- El colmo máximo permitido para materiales sueltos no superará la pendiente ideal del 5 % y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.
- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme, compensando los pesos.
- El gancho de la grúa auxiliar estará dotado de pestillo de seguridad.

Normas de seguridad para los trabajos de carga y descarga de camiones.

- Solicitar que le doten de guantes o manoplas de cuero.
- Utilizar siempre las botas de seguridad, evitará atrapamientos o golpes en los pies.
- Si debe guiar las cargas en suspensión, hacerlo mediante cabos de gobierno atados a ellas. Evitar empujarlas directamente con las manos para no tener lesiones.

TRASPALETAS MANUALES

Condiciones de utilización

La transpaleta no debe utilizarse en centros de trabajo donde haya rampas o en ciertas condiciones desfavorables como la superficie en mal estado, irregular o deslizante.

La capacidad máxima de las transpaletas manuales indicada por el fabricante debe ser respetada, pero hay que tener en cuenta que a partir de una cierta carga los esfuerzos requeridos para arrastrar la carga son netamente superiores a las posibilidades humanas.

Además, hay que tener en cuenta que el esfuerzo a realizar sobre el timón para la elevación de la carga está en función de:

- Peso de la carga a transportar.
- Concepción del grupo hidráulico y de la barra de tracción.
- Cinemática del dispositivo de elevación.

Por otro lado, el esfuerzo de rodamiento depende de los siguientes parámetros:

- Características de las ruedas, diámetros, tipo y estado, así como del grado de desgaste del sistema de rodadura.
- Peso de la carga transportada.
- Naturaleza y estado del suelo.

Según ello, se considera recomendable limitar la utilización de este tipo de aparatos al transporte de cargas que no superen los 1500 kg y sólo realizarlas operarios con buenas condiciones físicas. Para pesos superiores se deberían utilizar transpaletas dotadas de un motor eléctrico u otros dispositivos de manutención mecánica.

Comprobaciones previas

Antes de iniciar las tareas con una transpaleta manual, comprueba los siguientes aspectos:

- 1 El funcionamiento del freno.
- 2 El mecanismo de elevación.
- 3 Las ruedas; su estado y que giran libremente.
- 4 La situación y limpieza de las palas y del resto de los elementos.
- 5 El mecanismo de giro.

De manera previa al levantamiento de una carga, realiza las siguientes comprobaciones:

–Confirmar que el peso a levantar es apropiado para la capacidad de la transpaleta y que la paleta o plataforma a su vez, también son las precisas para el que deben soportar, así como su buen estado.

–Asegurar de que las cargas están perfectamente equilibradas, calzadas o atadas a sus soportes.

–Comprobar que la longitud de la paleta o plataforma es mayor que la de las horquillas, ya que los extremos de las mismas no deben sobresalir.

–Introducir las horquillas por la parte más estrecha de la paleta hasta el fondo y cerciorarse que las dos horquillas están bien centradas bajo la misma.

– Nunca intentar elevar la carga con solo un brazo de la horquilla.

–Observar y respetar las señales y reglas de circulación en vigor en la empresa, siguiendo solo los itinerarios fijados.

Riesgos más comunes

Las transpaletas son el origen de bastantes accidentes laborales que tienen como consecuencias lumbalgias, hernias, heridas en las piernas y tobillos y aplastamientos y pinzamientos en pies y manos; atentan tanto a los operarios que las manejan como a otros que se encuentren en sus proximidades. Los riesgos más frecuentes son los sobreesfuerzos debidos a:

- Transporte de cargas demasiado pesadas, sea para la propia carretilla como para la persona que debe moverlas.
- Esfuerzo de elevación de una sobrecarga que conlleva un esfuerzo de bombeo demasiado elevado.
- Superficie de trabajo en mal estado.
- Bloqueo de las ruedas directrices o porteadoras.
- Atrapamientos y golpes en extremidades inferiores y superiores debidos a: Caída o desprendimiento de la carga transportada.
- Mala utilización de la transpaleta que permite los golpes o atrapamientos con el chasis o ruedas directrices estando estas desprotegidas.

- Atrapamiento de personas o cizallamiento de dedos o manos al chocar contra algún obstáculo la barra de tracción de la transpaleta.
- Caídas al mismo nivel debidas a deslizamiento o resbalamiento del operario durante el manejo de la transpaleta por mal estado de la superficie de trabajo.
- Choques con otros vehículos.
- Choques contra objetos o instalaciones debido a que las superficies de movimiento son reducidas o insuficientes.
- Caídas a distinto nivel debidas a: Espacio de evolución reducido para la carga o descarga de un camión que disponga de portón trasero elevador o desde un muelle de descarga elevado.

Es importante considerar ante estos posibles riesgos tanto los aspectos materiales de inseguridad, como la carencia de formación y adiestramiento de los operarios en su utilización.

Reglas para descargar

Antes de efectuar la maniobra de bajada de la carga hay que fijarse alrededor para comprobar que no haya nada que pueda dañarse o desestabilizar la carga al ser depositada en el suelo.

También debe comprobarse que no haya nadie en las proximidades que pudiera resultar atrapado por la paleta en la operación de descenso de la misma.

CARRETILLA ELEVADORA AUTOMOTORA

Riesgos, medidas preventivas y recomendaciones básicas en las operaciones con carretillas

Para la prevención de los riesgos laborales que pueden darse en la utilización de las carretillas elevadoras, debemos tener presente una amplia gama de peligros, situaciones y sucesos peligrosos que, caso de materializarse, pueden dar lugar a daños, con diferentes niveles de gravedad para las personas.

Entre otros aspectos, deben de tenerse en cuenta los siguientes:

- La formación, experiencia, capacidad física y psicotécnica del operador de las carretillas.
- La presencia de personal en el entorno del área de trabajo (o "zona de peligro").
- El tipo de carretilla utilizada y su adecuación a la tarea que debe realizar, su mantenimiento, estado, la disponibilidad y adecuación de sus elementos de seguridad (Ej.: avisador acústico, giro faro, sistema de retención del operador sobre el asiento, etc.).
- La utilización de cargas paletizadas o no, el peso de las unidades de carga, las características de la carga, sus dimensiones y posición sobre la horquilla, las

características de los implementos utilizados, la estabilidad y acondicionamiento de los mismos, etc.

- El entorno de trabajo con todas sus características: Trabajos en el interior de locales (superficies de tránsito y trabajo, dimensiones de los locales, tipo de materiales a manipular, presencia y paso de personas, áreas de clasificación, entradas y salidas de carretillas y personas, tipo y características del almacenamiento, etc.), trabajos en el exterior, en el interior de frigoríficos, en cajas de camiones, portuarios, distribución (interior y/o exterior), trabajos en áreas clasificadas con riesgo de incendio y explosión, trabajos especiales, estado de los suelos (baches, húmedo, mojado, etc.), tipos de pavimentos (rugoso, deslizante, etc.), pendientes, etc.
- La operativa o conjunto de prácticas específicas de cada empresa para el flujo físico de materiales con carretillas elevadoras, que afectan a la velocidad de los ciclos de trabajo, sobrecargas, orden y limpieza, etc. Citaremos a continuación una lista, no exhaustiva, de los peligros más característicos de las carretillas elevadoras y de sus correspondientes medidas preventivas más usuales. Esta lista no debe de sustituir a la preceptiva evaluación de los riesgos de los puestos de trabajo existentes en las zonas de operación de las carretillas.

Riesgos más comunes

Vuelco

Consecuencias:

- Atrapamientos del operador y/o personas del entorno bajo la carretilla

Causas:

- Circular con la carga elevada
- Velocidad excesiva al girar o tomar una curva (carga/vacío).
- Presencia de baches. Al circular, subir bordillos o desniveles
- Circular con neumáticos o bandas de rodadura en mal estado.
- Reventón de neumáticos y/o rotura de bandas de rodadura por sobrecarga o circular sobre suelos con elementos cortantes o lacerantes

Prevención:

- Carretilla equipada de dispositivo antivuelco (rops) y el operador usará siempre cinturón de seguridad o dispositivo de retención.
- Circular con el mástil inclinado hacia atrás y las horquillas a 15 cm. del suelo (en carga/vacío)
- Reducir la velocidad al tomar una curva o giro
- Suelos de los locales uniformes, sin irregularidades

- No subir/bajar bordillos o desniveles. usar rampas adecuadas. no circular nunca a más de 10km/h de velocidad.
- Revisión diaria de la presión y estado de neumáticos y/o bandas de rodadura
- Sustituir de inmediato los neumáticos o bandas de rodadura deficientes
- No sobrepasar nunca los límites de carga de la carretilla
- Instalar un sistema limitador de carga en la carretilla
- Eliminar del suelo los objetos punzantes o lacerantes

Caída de altura y/o posible vuelco

Consecuencias

- Traumatismos diversos del operador y personal de la zona.
- Rotura de materiales y elementos transportados.

Causas

- Circular junto al borde de muelles de carga o rampas.
- Entrada/salida de la caja de camiones.
- Circular sobre pisos de insuficiente resistencia

Prevención

- No circular junto al borde de muelles de carga o rampas.
- Proteger y señalizar los bordes de los muelles de carga y rampas.
- Inmovilizar el vehículo (con freno y calzos) y las rampas de acceso antes de acceder.
- Inmovilizar las rampas de acceso a camiones antes de acceder a las cajas de los mismos.
- Verificar la resistencia de los suelos, previo al paso de las carretillas

Choques y atrapamientos

Consecuencias

- Atropellos y atrapamientos de personas por carretillas y/o su carga.
- Choques contra objetos inmóviles
- Maniobras descontroladas de la carretilla
- Caída de piezas apiladas.

Causas

- Circular a velocidad elevada.
- Distracción del operador y/o de los peatones.
- Fallo de frenos y/o dirección de la carretilla.
- Deslumbramientos en cruces, carga/descarga y/o accesos/ salida de recintos.
- Iluminación insuficiente.
- Espacio reducido para maniobras.
- Falta de visibilidad al circular marcha atrás.
- Áreas angostas para clasificar/confeccionar pedidos.
- Circular con cargas que limitan la visión del operador.
- Circular sobre pisos húmedos/resbaladizos.
- Conducción de carretillas por personal no formado y/o no autorizado por la empresa.
- Estanterías con largueros sin protección en zonas de cruce.
- Circular a velocidad elevada.
- Distracción del operador y/o de los peatones.
- Fallo de frenos y/o dirección de la carretilla.
- Circular sobre pisos húmedos resbaladizos.
- Conducción de carretillas por personal no formado y/o no autorizado por la empresa.
- Falta de formación sobre apilado de cargas.
- Circular en carga marcha atrás.
- Maniobrar con poca o sin visibilidad.
- Sobrecargar la carretilla.
- Circulación por rampas y pendientes
- Iluminación insuficiente de la zona de apilado en las estanterías.
- Rotura de envases y caída de piezas sobre la carretilla.
- Maniobras de apilamiento por personal no formado.

Prevención

- Dotar a la carretilla de un giro-faro sobre la zona superior del pórtico de seguridad, conectado de forma permanente durante la marcha.
- La persona operadora utilizará el claxon en cruces y al entrar/ salir de recintos.
- Proteger mediante vallas las salidas de peatones del interior de locales.
- Revisión diaria y periódica del estado de frenos y dirección.
- Estudiar las zonas de posible deslumbramiento y prevenir su aparición.
- Iluminar los pasillos y zonas interiores (min. 100 lux).
- Para circular por exteriores o zonas mal iluminadas, dotar de alumbrado a la carretilla.
- Revisión diaria y periódica del alumbrado de carretilla y almacén.
- Dotar de espacio suficiente para el tránsito y las maniobras de las carretillas.
- Para facilitar las maniobras marcha atrás, dotar al asiento del operador de un sistema que permita un giro de unos 30°.
- Delimitar, señalizar y mantener siempre libres las zonas de paso de peatones y carretillas.
- Crear, mantener y señalizar zonas para la clasificación de productos y para la confección de pedidos.
- Procurar tener siempre una buena visibilidad del camino a seguir. si la carga lo impide, circular marcha atrás extremando las precauciones. hacerse acompañar por una persona operaria que ayude a dirigir la maniobra.
- Caso de ser práctica frecuente el transporte de cargas voluminosas, utilizar carretillas de conductor sobreelevado.
- Moderar la velocidad en las zonas con pisos húmedos o resbaladizos.
- Los pisos por donde circulen las carretillas serán de pavimento antideslizante, en particular si se trata de zonas húmedas.
- Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén.
- Proteger los largueros de las estanterías contra el impacto de las carretillas, en especial en las zonas de cruce.
- Dotar a la carretilla de un giro-faro sobre la zona superior del pórtico de seguridad, conectado de forma permanente durante la marcha.
- Revisión diaria y periódica del estado de frenos y dirección.

- Moderar la velocidad en las zonas con pisos húmedos o resbaladizos.
- Los pisos por donde circulen las carretillas serán de pavimento antideslizante, en particular si se trata de zonas húmedas.
- Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén.
- Crear, mantener y señalizar zonas para la clasificación de productos y para la confección de pedidos.
- Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén
- Para evitar su uso inadecuado o por personal no formado o no autorizado, las carretillas dispondrán de llave de contacto en poder del operador o de un responsable de la empresa.
- Sí ocasionalmente se debe circular marcha atrás, se extremarán las precauciones y, si se precisa, se guiará la carretilla con la ayuda de una persona formada.
- Instalar espejos retrovisores (central y laterales) para facilitar las maniobras.
- Dotar a la carretilla de un claxon discontinuo, que se active con la marcha atrás.
- Procurar tener siempre una buena visibilidad del camino a seguir. si la carga lo impide, circular marcha atrás extremando las precauciones. hacerse acompañar por una persona operaria que ayude a dirigir la maniobra.
- Caso de ser práctica frecuente el transporte de cargas voluminosas, utilizar carretillas de conductor sobreelevado.
- Para circular por rampas o pendientes (en vacío/carga) se observarán las instrucciones del fabricante y estarán señalizadas las zonas que no sean superables por la carretilla.
- El descenso de pendientes se realizará siempre marcha atrás y con precaución.
- No efectuar giros sobre las rampas.
- Carretilla equipada de estructura de protección contra caída de objetos (fops).
- Solo se permite el uso de las carretillas al personal formado y autorizado por la empresa.
- Para evitar su uso inadecuado, las carretillas dispondrán de llave de contacto, en poder de una persona responsable de la empresa.
- Formar y reciclar de forma periódica a operadores y personal del almacén

Caída de cargas transportadas/elevadas

Consecuencias

- Caída de materiales sobre personas del entorno.

- Caída de materiales sobre el operador

Causas

- Rotura de conducciones de los circuitos hidráulicos de la carretilla.
- Descenso de pendientes pronunciadas con la carga en el sentido de la marcha.
- Cruce de vías férreas o resaltes del terreno circulando a velocidad de marcha.
- Mala sujeción o apilado de las cargas sobre las horquillas.
- Rotura de cargas elevadas y caída de piezas sobre el operador.
- Circular con la carga elevada

Prevención

- Revisión diaria y periódica de los circuitos hidráulicos.
- Las cargas se situarán siempre sobre horquilla de forma que sea imposible su caída (uso de paletas o contenedores y sistemas de fijación adecuados).
- Carretilla equipada de estructura de protección contra caída de objetos (fops).
- Antes de transportar o elevar una carga, consultar la tabla de características de la carretilla o implemento que utilice.
- Revisión diaria y periódica de los circuitos hidráulicos.
- Siempre se circulará con las cargas a 15.

Incendio y/o explosión

Consecuencias

- Incendio y/o explosión en los locales de trabajo.

Causas

- Uso de carretillas convencionales en áreas con atmósferas de gases, vapores o polvos explosivos / inflamables.
- Uso de carretillas de motor térmico (diesel) con deficiente combustión en zonas con materiales inflamables o combustibles.
- Uso de carretillas convencionales en áreas con atmósferas de gases, vapores o polvos explosivos/ inflamables.
- Carga de baterías eléctricas en áreas con focos de ignición.
- Sobrecarga de elementos de la instalación de carga de baterías eléctricas.

- Fugas de combustible, gases o vapores inflamables, por rotura de conducciones, perforación del depósito o deficiencias en los acoplamientos.

Prevención

- Usar carretillas antiexplosivas certificadas según R.D. 144/2016.
- Dotar a las carretillas de motor térmico de dispositivo de retención de chispas (apagallamas) a la salida del tubo de escape.
- Revisión diaria de la combustión en las carretillas de motor térmico.
- Incendio de carretillas.
- Usar carretillas antiexplosivas certificadas según rd 144 /2016.
- La zona de carga de baterías debe estar bien ventilada.
- En la manipulación y carga de baterías no esta permitido el uso de cadenas, pulseras, relojes u otros elementos metálicos que puedan ocasionar cortocircuitos.
- Prohibir usar mecheros o llamas vivas para comprobar los niveles de carga.
- En la carga automática de baterías, solo se recargarán a la vez el numero previsto por el fabricante del equipo.
- Revisión diaria y periódica de circuitos, depósitos, acoplamientos de combustible y los elementos y circuitos de las baterías.
- Revisión diaria y periódica de los sistemas de combustión y/o de las baterías eléctricas.

Caída de personas al subir o bajar o ser transportados o izados por carretillas

Consecuencias

- Contusiones múltiples.
- Golpes por caída de personas montadas sobre la carretilla

Causas

- Sistemas de ascenso/ descenso de la carretilla inadecuados o inseguros.
- Transporte de personas en carretillas no preparadas para ello

Prevención

- Dotar a la carretilla de un estribo de piso antideslizante sito sobre el chasis, y de una abrazadera en el bastidor del pórtico.
- Instruir al operador sobre la forma segura para el ascenso y descenso de la carretilla.

- Prohibir transportar personas en las carretillas dotadas de un solo asiento.
- Instruir al operador de los riesgos de transporte no autorizado de personas.
- Traumatismos diversos por caída de altura de personas elevadas.
- Elevación de personas sobre una paleta o sobre las propias horquillas.
- Prohibir utilizar la carretilla para la elevación de personas.
- Sólo con carácter excepcional se permitirá su uso para elevación de personas, y en ese supuesto se utilizarán equipos que garanticen un nivel de seguridad adecuado para este fin.

6.5.5.2 Herramientas manuales

En este apartado se incluyen las siguientes: llaves fijas, llaves de tubo, destornilladores, atornilladores eléctricos, taladro percutor, pistola clavadora, crimpadora y carretillas manuales.

Riesgos más frecuentes

- Proyección de partículas
- Contactos eléctricos
- Caídas en altura
- Cortes
- Explosiones e incendios
- Inhalación de polvo
- Exposición al ruido
- Aplastamiento
- Contacto con corrientes eléctricas

Normas básicas de seguridad

- Todas las herramientas eléctricas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán guardadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.

- La desconexión de las herramientas no se hará con un tirón brusco del cable de alimentación.
- No se manipularán las herramientas sin haber sido desconectadas previamente de la corriente eléctrica.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe; si hubiera necesidad de utilizar mangueras de conexión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Conservación adecuada de la alimentación eléctrica.
- Los transportes de miras, tablones y puntales sobre carretilla, se efectuará atando firmemente el paquete a transportar a la carretilla, para evitar accidentes por vuelcos.
- El transporte de sacos de cemento/áridos se realizará preferentemente sobre carretilla de mano, para evitar sobreesfuerzos.
- Choques con otros vehículos.
- Choques contra objetos o instalaciones debido a que las superficies de movimiento son reducidas o insuficientes.
- Caídas a distinto nivel debidas a: Espacio de evolución reducido para la carga o descarga de un camión que disponga de portón trasero elevador o desde un muelle de descarga elevado.
- Asegurarse que las cargas están perfectamente equilibradas, calzadas o atadas a sus soportes.

Protecciones personales

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Protecciones auditivas y oculares
- Calzado con plantilla anticlavo
- Arnés de seguridad para trabajos en altura
- Mascarillas antipolvo

6.5.6 Medios auxiliares

Se comprobará al comienzo de cada jornada, el estado de los medios auxiliares, en este caso escaleras.

Así mismo, se comprobará el estado de los arneses de seguridad y de los anclajes de los mismos.

Escaleras de mano: serán de dos tipos, metálicas y de madera. Nunca se emplearán las escaleras para alturas superiores a los 5 metros.

Riesgos más frecuentes

a) ESCALERA DE MANO

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Deslizamiento por incorrecto apoyo (falta de zapatas, etc.).
- Vuelco lateral por apoyo irregular.
- Rotura por defectos ocultos.
- Los derivados de los usos inadecuados o de los montajes peligrosos (empalme de escaleras, formación de plataformas de trabajo, escaleras "cortas" para la altura a salvar, etc.).
- Otros.

Normas básicas de seguridad

a) ESCALERAS DE MANO

- i De aplicación al uso de escaleras de madera.
 - Las escaleras de madera a utilizar en esta obra, tendrán los largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
 - Los peldaños (travesaños) de madera estarán ensamblados.
 - Las escaleras de madera estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos.
- ii De aplicación al uso de escaleras metálicas.
 - Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
 - Las escaleras metálicas estarán pintadas con pintura antioxidación que las preserven de las agresiones de la intemperie.
 - Las escaleras metálicas a utilizar en esta obra, no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- iii De aplicación al uso de escaleras de tijera. Son de aplicación las condiciones enunciadas en los apartados a y b para las calidades de "madera o metal".

- Las escaleras de tijera a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su articulación superior, de topes de seguridad de apertura.
- Las escaleras de tijera estarán dotadas hacia la mitad de su altura, de cadenilla (o cable de acero) de limitación de apertura máxima.
- Las escaleras de tijera se utilizarán siempre como tales abriendo ambos largueros para no mermar su seguridad.
- Las escaleras de tijera en posición de uso, estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura par no mermar su seguridad.
- La escalera de tijera nunca se utilizará a modo de borriqueta para sustentar las plataformas de trabajo.
- Las escaleras de tijera no se utilizarán, si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a ubicar los pies en los 3 últimos peldaños.
- Las escaleras de tijera se utilizarán montadas siempre sobre pavimentos horizontales.
- iv Para uso de escaleras de mano, independientemente de los materiales que las constituyen.
 - Se prohíbe la utilización de escaleras de mano en esta obra para salvar alturas superiores a 5 m.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán dotadas en su extremo inferior de zapatas antideslizantes de seguridad.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, estarán firmemente amarradas en su extremo superior al objeto o estructura al que dan acceso.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, sobrepasaran en 1 m. la altura a salvar.
 - Las escaleras de mano a utilizar en esta obra, se instalarán de tal forma, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior, 1/4 de la longitud del larguero entre apoyos.
 - Sé prohíbe en esta obra transportar pesos a mano (o a hombro), iguales o superiores a 25 Kg. sobre las escaleras de mano.
 - Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano de esta obra, sobre lugares u objetos poco firmes que pueden mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
 - El acceso de operarios en esta obra, a través de las escaleras de mano, se realizará de uno en uno. Sé prohíbe la utilización al unísono de la escalera a dos o más operarios.

- El ascenso y descenso y trabajo a través de las escaleras de mano de esta obra, se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los peldaños que se están utilizando.

Protecciones personales

- Casco de polietileno.
- Botas de seguridad.
- Calzado antideslizante.
- Cinturón de seguridad clase A o C.

6.5.7 Señalización de la obra.

La obra deberá estar totalmente señalizada, y cerrado su acceso a personas ajenas a la obra.

La señalización de la obra deberá contener como mínimo las siguientes señales:

- Señalización de uso de cinturón de seguridad, botas y guantes.
- Señalización de riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, cargas suspendidas.
- Señalización de prohibido el paso a toda persona ajena a la obra y prohibido fumar.
- Señalización de prohibido el paso a toda persona no autorizada.

Señal informativa de localización de botiquín.

6.5.8 Aplicación de protocolo COVID-19

Por parte de las empresas intervinientes en la obra, se establecerá un procedimiento de actuación frente al Coronavirus (COVID-19), el cual:

- Se difundirá entre las personas trabajadoras.
- Se llevará un registro de las acciones adoptadas, especificando fecha, hora, personas responsables, etc., y guardando toda la documentación generada
- Se distribuirá entre las personas trabajadoras un material informativo comprensible y de fuentes fiables, sobre aspectos básicos frente al contagio:
 - Las medidas higiénicas personales y colectivas
 - Los criterios establecidos por la autoridad sanitaria para considerar que una persona puede estar afectada por la enfermedad
 - Las pautas de actuación ante un caso sospechoso

Dicho plan deberá contener igualmente los siguientes aspectos:

- **Información y control sobre los síntomas**
 - Se informará a las personas trabajadoras sobre los síntomas.
 - Se dispondrá de un protocolo que permita informar a las personas trabajadoras sobre cómo deben actuar si sienten alguno de esos síntomas: avisando a la unidad de vigilancia de la salud del servicio de prevención correspondiente o al servicio de salud.
 - Se colocarán carteles de actuación frente al COVID-19 y cómo lavarse las manos
- **Evitar el contacto próximo**
 - Si la persona trabajadora presenta síntomas antes de salir de casa, no acudirá al puesto de trabajo y comunicará su situación tanto a la empresa como al Servicio prevención y Servicio de salud.
 - Se escalonará la entrada a la obra.
 - Se establecerán turnos para los descansos.
 - Se mantendrá un distanciamiento social de 2 metros.
 - Se distribuirá, siempre que sea posible, el trabajo de forma que se puedan mantener las distancias de seguridad.
 - Se valorará el uso de EPIs
 - Se realizará el trasiego de materiales de forma que se mantengan las distancias de seguridad.
 - Se reducirán las zonas de tránsito.
 - Se evitarán manifestaciones de educación o afecto que supongan contacto físico.
 - Se prohibirá visitas a obra que no sean imprescindibles.
 - NO es necesario el uso de mascarillas. Solo en casos concretos, si la actividad a realizar es imprescindible y no se puede garantizar la protección de la persona trabajadora, se utilizarán siguiendo las indicaciones del servicio de prevención respecto al uso de equipos de protección individual.
- **Medidas Higiénicas**
 - Lavar manos frecuentemente con agua y jabón o soluciones alcohólicas.
 - Uso de mascarailla FFPP2 en espacios cerrados o bien cuando no se pueda mantener la distancia de seguridad

- Disponer de zonas para el lavado de manos ya sea con agua y jabón o con geles, así como para el lavado de equipos, herramientas, etc, que necesariamente se han de compartir
 - Evitar, si es posible, compartir equipos, herramientas, etc.
 - Al toser o estornudar, cubrirse la boca y la nariz con el codo flexionado o con pañuelo desechable.
 - Usar pañuelos desechables y tirarlos tras su uso.
 - No compartir vasos, botellas y cubiertos entre las personas trabajadoras.
 - Mantener limpios y desinfectados los aseos y las zonas comunes.
 - Prestar especial atención a los trabajos que se realicen en ambientes confinados, con condiciones de ventilación insuficientes o especiales.
 - Favorecer la renovación de aire en casetas y recintos de obra. Si es necesario, habilitar ventilación
- **Medidas Organizativas**
 - Estudiar alternativas para el traslado de personal. Tener en cuenta a la hora de disponer los desplazamientos de las personas que:
 - El transporte público, privado complementario y particular de personas en vehículos de hasta nueve plazas, incluido la persona conductora, en los que deba viajar más de una persona en el vehículo, respetará que vaya como máximo una persona por cada fila de asientos, manteniéndose la mayor distancia posible entre ocupantes.
 - Identificar al personal especialmente sensible a este riesgo para adoptar las medidas específicas necesarias para su protección.
 - Los colectivos de riesgo o grupos vulnerables para COVID-19 que vienen enumerados en el Procedimiento de actuación para los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales frente a la exposición al SARS-CoV- 2 son los siguientes:
 - Más de 60 años.
 - Enfermedades cardiovasculares incluida
 - Hipertensión.
 - Diabetes.
 - Enfermedades pulmonares crónicas.
 - Cáncer en fase de tratamiento activo.
 - Inmunodeficiencia.

- Embarazo.

Una vez identificadas y determinada esa característica, tendrá que valorarse si pueden continuar en su puesto de trabajo y con las actividades que le son propias.

- Estudiar la organización y distribución del trabajo para que se puedan mantener las distancias de seguridad y las medidas higiénicas, valorando la asignación de franjas horarias, turnos, zonas, etc. Acotar las zonas y señalizarlas.
- Definir el uso de los lugares comunes: vestuarios, comedores, etc.
- **Obras en edificios en uso**
 - Evitar el contacto entre las personas trabajadoras y las personas que transitan por la empresa, manteniendo siempre el distanciamiento social.
 - Utilizar accesos independientes, si es posible: un acceso para personas de la empresa distinto del acceso para las personas trabajadoras o realizar sectorización especial y/o temporal entre las personas trabajadoras y el resto de personas ajenas a la obra, es decir, el espacio ocupado por las y las personas trabajadoras no es ocupado por otras personas mientras el trabajo se ejecuta y/o el espacio ocupado por las y las personas trabajadoras no es ocupado al mismo tiempo por otras personas.
 - Tener en cuenta a la hora de definir la jornada laboral los medios higiénico-sanitarios y para la comida que están disponibles y las posibles molestias generadas.
 - Coordinar con el promotor o promotora de la obra todas las cuestiones: cierre de aperturas a fachada, horarios de uso de las zonas comunes, etc.
 - Hacer la introducción de materiales, herramientas, etc., así como su retirada una sola vez al día, coincidiendo con la entrada y salida de las personas trabajadoras.
 - Limpiar tras la entrada y la salida las zonas comunes y elementos con los que se haya entrado en contacto, al entrar desde la calle al punto de acceso al trabajo, y al salir en sentido contrario.
 - Limpiar las zonas de trabajo y, si es posible desinfectarlas.

6.5.9 FORMACIÓN E INFORMACIÓN DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS

Todas las personas de la empresa recibirán formación sobre los riesgos existentes en la obra y de las medidas preventivas que deberán disponerse para evitar o minimizar dichos riesgos, además conocerán perfectamente cómo se debe actuar en caso de Emergencia.

En el momento del inicio de los trabajos descritos, todo el personal de las empresas subcontratadas, en el caso de que las haya, cualquiera que sea la modalidad de contratación o duración de ésta, debe tener una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, así como toda la información necesaria respecto a:

- Los riesgos a los que están expuestos en el desempeño de su tarea.
- Las medidas y actividades de protección y prevención.
- Las medidas de emergencia.

6.5.10 MEDICINA PREVENTIVA

La empresa contratista es la encargada de asegurarse y gestionar que todas las personas han pasado el correspondiente reconocimiento médico, mediante el certificado de aptitud de la mutua, o bien mediante los documentos pertinentes.

Todos los accidentes que tengan el personal, deberán ser investigados por el encargado de la obra y por la persona responsable de la obra de la empresa contratista, emitiendo un parte de accidentes.

6.5.11 Emergencias y primeros auxilios

Una Emergencia es una situación imprevista que, por su posibilidad de producir daños a personas, instalaciones, procesos o medio ambiente, requiere una intervención de carácter prioritario.

En el caso de que ocurra una emergencia durante la ejecución del trabajo contratado, toda persona trabajadora debe saber dónde llamar, adjuntando para ello el listado de teléfonos de urgencia.

En caso de producirse una situación de emergencia en la obra todas las personas trabajadoras, subcontratadas o no, deberán:

- Parar los trabajos dejándolos en condiciones de seguridad
- Desconectar los equipos que esté utilizando
- Abandonar la zona dirigiéndose a un lugar seguro, fuera del recinto afectado comprobando que no queda nadie
- Transmitir la alarma

Se establece como método de extinción de incendios el uso de extintores cumpliendo la norma UNE 23.110.

6.6 LEGISLACION DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO

En la obra está prevista una media de 6 personas trabajadoras, por lo que no está prevista la instalación de caseta provisional para vestuario y retretes. Para estos menesteres, se usarán los vestuarios y servicios de la propia empresa, previa aprobación de la persona coordinadora de seguridad y salud.

6.7 OBLIGACIONES DE LA PERSONA PROMOTORA

Antes del inicio de los trabajos, la persona que ejerce de promotora designará a una persona Coordinadora en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa o diversas personas trabajadoras autónomas.

La designación de la persona Coordinadora en materia de Seguridad y Salud no eximirá a la persona promotora de las responsabilidades que le correspondan.

6.8 PERSONA COORDINADORA EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación de la persona coordinadora en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra podrá recaer en la misma persona.

La persona coordinadora en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y las personas actuantes apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesaria la designación de la persona que ejerza de Coordinadora.

6.9 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del Estudio Básico de Seguridad y Salud, la empresa contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que la empresa contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por la persona Coordinadora en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá

ser modificado por la empresa contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa de la persona que ejerce de Coordinadora. Cuando no fuera necesaria la designación de Coordinadora, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y las personas representantes de las personas trabajadoras, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de cualquier persona autorizada para su consulta.

6.10 OBLIGACIONES DE EMPRESAS CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS

La empresa contratista y/o subcontratista estarán obligadas a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de 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 distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de las personas trabajadoras.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todas las personas intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a las personas bajo su cargo lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el

Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.

4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a las personas trabajadoras en la condición de trabajo de autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones de la persona Coordinadora en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

6.11 OBLIGACIONES DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS EN LA CONDICIÓN DE AUTONOMOS

Las personas trabajadoras en la condición de autónomos están obligadas a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todas las personas intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para las personas trabajadoras en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.

6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones de la persona Coordinadora en materia de seguridad y salud.
8. Las personas trabajadoras en la condición de autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

6.12 VIGILANCIA AMBIENTAL Y GESTIÓN DE RESIDUOS. MEDIDAS A APLICAR

a) Reducción de las emisiones a la atmósfera

- Se aconsejará apagar el motor de los vehículos y de la maquinaria en periodos de espera.
- Se exigirá a la empresa contratista de la obra que toda la maquinaria empleada en obra, disponga de todos los documentos que se le exigen según la normativa vigente: seguro obligatorio y el justificante, en su caso, de haber superado favorablemente la inspección técnica de vehículos.
- Se vigilará la prohibición de realizar la quema de residuos de construcción.

b) Ruido y vibraciones:

- La maquinaria auxiliar empleada dentro del recinto no podrá emitir un ruido superior a 80 dBA para lo cual se tomarán las medidas correctoras oportunas, como: la utilización de compresores eléctricos cuya contaminación acústica es menor o compresores normales con silenciadores.

c) Mantenimiento del orden y limpieza de obra. Se verificará:

- La ausencia de residuos de forma incontrolada, así como la ausencia de manchas de aceites y/o combustibles sobre el terreno.
- La ausencia de hogueras. En ningún caso podría ser una forma de eliminar plásticos u otros residuos por el riesgo de contaminación de suelos y atmósfera que supone.
- Que, al término de las obras, se consiga un estado de limpieza integral en todas y cada una de las zonas que hayan sido alteradas durante la construcción de las obras.

d) Control de la correcta gestión de los residuos. Se procederá al almacenamiento, manejo, separación y gestión de los residuos de construcción y otros residuos dentro de la obra.

6.13 APLICACIÓN DE MEDIDAS DE IGUALDAD

Se controlará que las empresas intervinientes en la obra cumplan:

- Con criterios de comunicación no sexista ni discriminatorio.

- Garantice que el acceso a la empresa, es igualitario para todos los géneros y que no contiene acciones de sesgo discriminatorio
- Los criterios de selección para asistir a los cursos de formación vienen determinados por las necesidades derivadas de las exigencias del puesto de trabajo, teniendo acceso por igual todos los géneros.
- Tiene establecidas medidas adecuadas para facilitar la conciliación de la vida laboral y familiar.
- La política salarial es igualitaria y se retribuye a las personas según el salario determinado por convenio para cada categoría profesional y en relación a las funciones y las responsabilidades desempeñadas, no existiendo diferencias de género en este ámbito.
- Las modalidades contractuales están asociadas al puesto de trabajo, y en ningún caso al género.
- Existe formación a la plantilla en la utilización de un lenguaje no sexista ni discriminatorio.
- Se garantiza la prevención, denuncia y tratamiento del Acoso Sexual y el Acoso por Razón de Sexo
- Existen en la empresa medidas para la protección de mujeres en caso de embarazos.

6.14 APLICACIÓN DE MEDIDAS DE FOMENTO DEL EUSKERA

Se procurará e impulsará que las empresas intervinientes en la obra cumplan:

- Que, durante la obra y/o al terminar, todas las señales en la obra están impresas en euskera y castellano, priorizando el euskera.
- Que desarrolla vías para dar servicio en euskera a los clientes euskaldunes.
- Que toma medidas para integrar los criterios de política lingüística en el sistema de la organización, sobre todo, mecanismos de seguimiento y empoderamiento de los y las responsables.
- Las comunicaciones sin personas destinatarias concretas (anuncios, publicidad, notas generales, documentos de difusión general...) deberán realizarse en las dos lenguas oficiales, priorizando el euskera.

Si la unidad administrativa responsable del contrato desea que las comunicaciones, tanto orales como escritas, con la empresa adjudicataria sean en euskera, deberá indicarse expresamente en los pliegos el nivel de euskera a acreditar por la persona interlocutora señalada por la empresa adjudicataria.

La unidad administrativa responsable del contrato deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos lingüísticos especificados.

La unidad administrativa podrá solicitar asesoramiento al Servicio de Euskera.

6.15 LIBRO DE INCIDENCIAS

En el centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca la persona que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder de la persona Coordinadora. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, las empresas contratista y subcontratista, las personas trabajadoras en la condición de autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de las personas trabajadoras, y las personas con cargos técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, la persona Coordinadora estará obligada a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente, notificará dichas anotaciones a la empresa contratista y a las personas representantes de las personas trabajadoras.

6.16 PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando la persona Coordinadora y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá a la empresa contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultada para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de las personas trabajadoras, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará a la empresa contratista, y en su caso a las subcontratistas y/o personas en la condición de autónomos afectadas de la paralización además de a las representantes de las personas trabajadoras.

6.17 DERECHOS DE LAS PERSONAS TRABAJADORAS

Las empresas contratistas y subcontratistas deberán garantizar que las personas trabajadoras reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por la empresa contratista a las representantes de las personas trabajadoras.

Pamplona, a 28 de agosto de 2023
El Ingeniero redactor del Estudio Básico de
SyS



D. Alfonso Santiago García Marquez

7 DOCUMENTO: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

ÍNDICE DOCUMENTO: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

7	DOCUMENTO: ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS.....	128
7.1	DEFINICIONES.....	130
7.2	MEDIDAS PREVENCIÓN DE RESIDUOS	131
7.2.1	Prevención en la adquisición de materiales	131
7.2.2	Prevención en la puesta en obra.....	131
7.2.3	Prevención en el almacenamiento en obra	132
7.2.4	Cantidad de residuos	132
7.2.5	Reutilización	133
7.2.6	Separación de residuos	133
7.2.7	Inventario de residuos peligrosos.....	135
7.2.8	Destino final.....	135
7.3	PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO SOBRE RESIDUOS.....	135
7.3.1	Obligaciones agentes intervinientes.....	135
7.3.2	Gestión de residuos.....	136
7.3.3	Separación	137
7.3.4	Documentación.....	137
7.3.5	Normativa	138
7.4	PLANTILLA DE IMPRESOS.....	139
7.4.1	Acta aprobación plan	139
7.4.2	Listado salida residuos obra	140
7.4.3	ALBARÁN RETIRADA RESIDUOS NO PELIGROSOS.....	140
7.4.4	Notificación de traslado residuos peligroso	141
7.4.5	Admisión residuo peligroso	142
7.4.6	Pictogramas de peligro	143
7.4.7	Etiquetas residuos peligrosos y no peligrosos	144
7.4.8	Carteles	145

7.2 DEFINICIONES

Para un mejor entendimiento de este documento se realizan las siguientes definiciones dentro del ámbito de la gestión de residuos en obras de construcción y demolición:

Residuo: Según la ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, se define residuo a cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención o la obligación de desechar.

Residuo peligroso: Residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.

Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.

Productor de residuos: cualquier persona física o jurídica cuya actividad produzca residuos (productor inicial de residuos) o cualquier persona que efectúe operaciones de tratamiento previo, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de esos residuos. En el caso de las mercancías retiradas por los servicios de control e inspección en las instalaciones fronterizas se considerará productor de residuos al representante de la mercancía, o bien al importador o exportador de la misma.

Poseedor de residuos: El productor de residuos u otra persona física o jurídica que esté en posesión de residuos.

Gestor de residuos: la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.

Reutilización: cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.

Reciclado: toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.

Valorización: cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.

Eliminación: cualquier operación que no sea la valorización, incluso cuando la operación tenga como consecuencia secundaria el aprovechamiento de sustancias o energía. En el anexo I se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de eliminación.

7.3 MEDIDAS PREVENCIÓN DE RESIDUOS

7.3.1 Prevención en la adquisición de materiales

La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.

Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes priorizando aquellos que minimizan los mismos.

Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.

Se mantendrá un inventario de productos excedentes para la posible utilización en otras obras.

Se realizará un plan de entrega de los materiales en que se detalle para cada uno de ellos la cantidad, fecha de llegada a obra, lugar y forma de almacenaje en obra, gestión de excedentes y en su caso gestión de residuos.

Se priorizará la adquisición de productos "a granel" con el fin de limitar la aparición de residuos de envases en obra.

Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los pallets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.

Se incluirá en los contratos de suministro una cláusula de penalización a los proveedores que generen en obra más residuos de los previstos y que se puedan imputar a una mala gestión.

7.3.2 Prevención en la puesta en obra

Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobre dosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.

Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.

En la puesta en obra de materiales se intentará realizar los diversos elementos a módulo del tamaño de las piezas que lo componen para evitar desperdicio de material.

Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.

En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.

Se primará el empleo de elementos desmontables o reutilizables frente a otros de similares prestaciones no reutilizables.

Se agotará la vida útil de los medios auxiliares propiciando su reutilización en el mayor número de obras para lo que se extremarán las medidas de mantenimiento.

Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.

Se incluirá en los contratos con subcontratas una cláusula de penalización por la que se desincentivará la generación de más residuos de los previsibles por una mala gestión de los mismos.

7.3.3 Prevención en el almacenamiento en obra

Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.

7.3.4 Cantidad de residuos

A continuación, se presenta una estimación de las cantidades, expresadas en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

Siguiendo lo expresado en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, no se consideran residuos y por tanto no se incluyen en la tabla las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

Cabe advertir, que la estimación contemplada en la tabla inferior se acepta como estimación inicial y para la toma de decisiones en la gestión de residuos, no obstante, a fin de obra se cuantificarían en última instancia los residuos obtenidos.

Código LER	Tipo de residuo	T.	MB
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas.	0,0000	0,0000
150111	Aerosoles vacíos	0.0000	0.0000
150202	Absorbentes, materiales de filtración, incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas.	0,0000	0,1000
80111	Sobrantes de pintura o barnices	0.0000	0.0000
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	0,0030	0,0400
170201	Madera.	0.0000	0.0000
170202	Vidrio	0.0000	0.0000
170203	Plástico.	0.0100	0.1000
170405	Hierro y acero.	0.0000	0.0000
200101	Papel y cartón.	0.0150	0.2500
200301	Mezcla de residuos municipales	0.0000	0.0000
	TOTALES	0,0280	0,4900

7.3.5 Reutilización

No se consideran residuos susceptibles de reutilización en la propia obra.

7.3.6 Separación de residuos

Según el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, éstos deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

Descripción	Cantidad
Hormigón	80 t.
Ladrillos, tejas, cerámicos	40 t.
Metal	2 t.
Madera	1 t.
Vidrio	1 t.
Plástico	0,5 t.
Papel y cartón	0,5 t.

Así pues, los residuos generados se separarán de la siguiente forma:

Código LER	Tipo de residuo	T.	MB
150110	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas. Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,000	0,000
150111	Aerosoles vacíos Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,000	0,000
150202	Absorbentes, materiales de filtración, incluidos los filtros de aceite no especificados en otra categoría], trapos de limpieza y ropas protectoras contaminados por sustancias peligrosas. Destino: Envío a Gestor para Tratamiento	0,000	0,000
80111	Sobrantes de pintura o barnices Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,000	0,000
170107	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06. Destino: Valorización Externa	0,003	0,002
170201	Madera. Destino: Valorización Externa	0,000	0,152
170202	Vidrio Destino: Valorización Externa	0,000	0,000
170203	Plástico. Destino: Valorización Externa	0,010	0,008
170405	Hierro y acero. Destino: Valorización Externa	0,000	0,180
200101	Papel y cartón. Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,015	0,035
200301	Mezcla de residuos municipales Destino: Envío a Gestor autorizado para Tratamiento	0,000	0,000
	TOTALES	0,028	0,376

Medidas para la Separación en Obra

Con objeto de conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad que se requiere el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición se tomarán las siguientes medidas:

Las zonas de obra destinadas al almacenaje de residuos quedarán convenientemente señalizadas y para cada fracción se dispondrá un cartel señalizador que indique el tipo de residuo que recoge.

Los residuos peligrosos se depositarán, en su caso, sobre cubetos de retención apropiados a su volumen; además deben de estar protegidos de la lluvia.

Todos los productos envasados que tengan carácter de residuo peligroso deberán estar convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y el pictograma normalizado de peligro.

Las zonas de almacenaje para los residuos peligrosos habrán de estar suficientemente separadas de las de los residuos no peligrosos, evitando de esta manera la contaminación de estos últimos.

Los residuos se depositarán en el “Punto Limpio”, lugar destinado a los mismos, conforme se vayan generando.

Los residuos se almacenarán en contenedores adecuados tanto en número como en volumen evitando en todo caso la sobrecarga de los contenedores por encima de sus capacidades límite.

Los contenedores situados próximos a lugares de acceso público se protegerán fuera de los horarios de obra con lonas o similares para evitar vertidos descontrolados por parte de terceros que puedan provocar su mezcla o contaminación.

Si por falta de espacio no resultase técnicamente viable efectuar la separación de los residuos, esta se podrá encomendar a un gestor de residuos en una instalación de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

7.3.7 Inventario de residuos peligrosos

Se incluye a continuación un inventario de los residuos peligrosos que se generarán en obra:

Dichos residuos se retirarán de manera selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos y se garantizará el envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

No se prevé generar ningún tipo de residuo peligroso.

7.3.8 Destino final

Se detalla a continuación el destino final de todos los residuos de la obra, excluidos los reutilizados, agrupados según las fracciones que se generarán en base a los criterios de separación diseñados en puntos anteriores de este mismo documento.

Los principales destinos finales contemplados son: vertido, valorización, reciclado o envío a gestor autorizado.

7.4 PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO SOBRE RESIDUOS

7.4.1 Obligaciones agentes intervinientes

Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de la misma un Plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

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

Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.

El productor de residuos (promotor/a) habrá de obtener del poseedor (contratista) la documentación acreditativa de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y, especialmente, en el plan o en sus modificaciones. Esta documentación será conservada durante cinco años.

Se incluirán los criterios medioambientales en el contrato con contratistas, subcontratistas y autónomos, definiendo las responsabilidades en las que incurrirán en el caso de incumplimiento.

7.4.2 Gestión de residuos

Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.

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

Se debe asegurar en la contratación de la gestión de los residuos, que el destino final o el intermedio son centros con la autorización autonómica del organismo competente en la materia. Se debe contratar sólo transportistas o gestores autorizados por dichos organismos e inscritos en los registros correspondientes.

Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados, serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.

El depósito temporal de los residuos se realizará en contenedores adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.

Dentro del programa de seguimiento del Plan de Gestión de Residuos se realizarán reuniones periódicas a las que asistirán contratistas, subcontratistas, dirección facultativa y cualquier otro agente afectado. En las mismas se evaluará el cumplimiento de los objetivos previstos, el grado de aplicación del Plan y la documentación generada para la justificación del mismo.

Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs, que el destino final (Planta de Reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de Reciclaje de Plásticos/Madera...) sean centros autorizados. Así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.

7.4.3 Separación

El depósito temporal de los residuos valorizables que se realice en contenedores o en acopios, se debe señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.

Los contenedores o envases, pintados en colores que destaquen, que almacenen residuos peligrosos deberán señalizarse conforme a la legislación de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

El responsable de la obra al que presta servicio un contenedor de residuos adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la misma. Igualmente, deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.

El poseedor de los residuos establecerá los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de residuo generado.

Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tales según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en la ubicación de la obra,

7.4.4 Documentación

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

El poseedor de los residuos estará obligado a entregar al productor los certificados y demás documentación acreditativa de la gestión de los residuos a que se hace referencia en el Real Decreto 105/2008 que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición.

El poseedor de residuos dispondrá de documentos de aceptación de los residuos realizados por el gestor al que se le vaya a entregar el residuo.

El gestor de residuos debe extender al poseedor un certificado acreditativo de la gestión de los residuos recibidos, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad, expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, y el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002.

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

Según exige la normativa, para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir notificación al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha de traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una provincia, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el Documento de Control y Seguimiento. Este documento se encuentra en el órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma.

El poseedor de residuos facilitará al productor acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados. Para ello se entregará certificado con documentación gráfica.

7.4.5 Normativa

Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba, el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.

Real Decreto 952/1997, que modifica el Reglamento para la ejecución de la ley 20/1986 básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1998.

LEY 10/1998, de 21 de abril, de Residuos.

REAL DECRETO 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

REAL DECRETO 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

Normativa autonómica de aplicación en función de la ubicación geográfica de la obra.

7.5 PLANTILLA DE IMPRESOS

7.5.1 Acta aprobación plan

Acta de Aprobación del Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición por la Dirección Facultativa y Aceptación por la propiedad			
Proyecto:			
Dirección de la obra:			
Localidad:			
Provincia:			
Redactor/a Estudio de Gestión:			
Presupuesto Ejecución Material:			
Presupuesto Gestión Residuos:			
Promotor/a:			
Director/a de Obra:			
Director/a de Ejecución Material de la Obra:			
Contratista redactor/a del Plan:			
Fecha prevista de comienzo de la obra:			
En cumplimiento de lo estipulado en el RD 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, es requisito necesario aprobar por parte de la Dirección Facultativa y sus representantes el Director de Obra y el Director de Ejecución Material de la Obra y aceptar por parte de la Propiedad el Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición presentado por el Contratista para la obra reseñada en el inicio del acta. Una vez analizado el contenido del mencionado Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, se hace constar la conformidad con el mismo considerando que reúne las condiciones técnicas requeridas por el R.D.105/2008 para su aprobación. Dicho Plan pasa a formar parte de los documentos contractuales de la obra junto a la documentación acreditativa de la correcta gestión de los residuos, facilitadas a la Dirección Facultativa y a la Propiedad por el Poseedor y el Gestor de Residuos. En consecuencia, la Dirección Facultativa, que suscribe, procede a la aprobación formal y el Promotor, que suscribe, procede a la aceptación formal, del reseñado Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, quedando enterado el Contratista. Se advierte que, cualquier modificación que se pretenda introducir al Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, aprobado, en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos o de las incidencias y modificaciones que pudieran surgir durante su ejecución, requerirá de la aprobación de la Dirección Facultativa y la aceptación por la propiedad, para su efectiva aplicación. El Plan de Gestión de los Residuos de Construcción y Demolición, objeto de la presente Acta habrá de estar en la obra, en poder del Contratista o persona que le represente, a disposición permanente de la Dirección Facultativa, además de a la del personal y servicios de los Órganos Técnicos en esta materia de la Comunidad Autónoma.			
Firmado en _____, a _____			
Representante promotor/a	Director/a de obra	Dirección ejecutante	Contratista

7.5.2 Listado salida residuos obra

Plantilla control de salida residuos obra				
Obra				
Productor/a de residuos				
Poseedor de residuos				
Fecha		Residuo		LER
Albarán		Cantida		
Transportista		Gestor		

7.5.3 ALBARÁN RETIRADA RESIDUOS NO PELIGROSOS

Albarán retirada residuos no peligrosos			
IDENTIFICACION DEL PRODUCTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			
IDENTIFICACION DEL GESTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			
IDENTIFICACION DEL TRANSPORTE			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			
IDENTIFICACION DEL RESIDUO			
Denominación descriptiva:			
Descripción L.E.R.:			
Código L.E.R.:			
CANTIDAD A GESTIONAR (Peso y Volumen):			
TIPO DE ENVASE:			
FECHA:			

Fdo. (Responsable de residuos de la empresa productora)

7.5.4 Notificación de traslado residuos peligroso

Art. 41.c R.D. 833/88, R.D. 952/97 y Orden MAM/304/2002

1.- Datos del PRODUCTOR		Comunidad Autónoma:					
Razón Social				N.I.F.:			
Dirección:				Nº Productor			
Municipio		Provincia			Código Postal		
Teléfono:		Fax:		E-mail:			
Persona de contacto:							
2.- Datos del DESTINATARIO		Comunidad Autónoma:					
Razón Social		N.I.F.		Nº Gestor Autorizado			
Dirección del domicilio social:							
Municipio		Provincia			Código Postal		
Teléfono:		Fax:		E-mail:			
Persona de contacto:							
3.- Datos del TRANSPORTISTA		Comunidad Autónoma:					
Razón Social		N.I.F.		Matrícula Vehículo			
Dirección del domicilio social:							
Municipio		Provincia			Código Postal		
Teléfono:		Fax:		E-mail:			
Persona de contacto:							
4.- Identificación del RESIDUO							
4.1. Código LER							
Descripción habitual:							
4.2.- Código del Residuo (según tablas Anexo 1 R.D. 952/97)							
Tabla 1 Q	Tabla 2 D R	Tabla 3 L	Tabla 4 C C	Tabla 5 H H	Tabla 6 A	Tabla 7 B	
4.3.- Gestión final a realizar (orden MAM 304/2002):					Cant. Total anual (kg):		
4.4.- En caso de Traslado Transfronterizo:							
NºDoc. Notificación:							
Nº de orden del envío:							
4.5.Medio Transporte:							
4.6. Itinerario:							
4.7.- CC.AA. de Tránsito:							
4.8.- Fecha de notificación:				4.9.- Fecha envío:			

7.5.5 Admisión residuo peligroso

IDENTIFICACION DEL PRODUCTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL GESTOR			
Nombre o razón social:			
Dirección:			
Nº de Gestor Autorizado:			
Localidad:		Código postal:	
N.I.F.:		N.I.R.I.:	
Teléfono:		Fax:	
Persona Responsable:			

IDENTIFICACION DEL RESIDUO	
Denominación descriptiva:	
Descripción L.E.R.:	
Código L.E.R.:	
Composición química:	
Propiedades Físico-químicas:	

CODIGO DE IDENTIFICACIÓN DEL RESIDUO	
Razón por la que el residuo debe ser gestionado	Q
Operación de gestión	D/R
Tipo genérico del residuo peligroso	L/P/S/G
Constituyentes que dan al residuo su carácter peligroso	C
Características de peligrosidad	H
Actividad generadora del residuo peligroso	A
Proceso generador del residuo peligroso	B

CANTIDAD A GESTIONAR (Peso y Volumen):	
TIPO DE ENVASE:	
FECHA:	

Fdo. (Responsable de residuos de la empresa productora)

7.5.6 Pictogramas de peligro

	E Explosivo	Clasificación: Sustancias y preparaciones que reaccionan exotérmicamente también sin oxígeno y que detonan según condiciones de ensayo fijadas, pueden explotar al calentar bajo inclusión parcial. Precaución: Evitar el choque, Percusión, Fricción, formación de chispas, fuego y acción del calor.
	F Fácilmente inflamable	Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 21°C, pero que NO son altamente inflamables. Sustancias sólidas y preparaciones que por acción breve de una fuente de inflamación pueden inflamarse fácilmente y luego pueden continuar quemándose o permanecer incandescentes. Precaución: Mantener lejos de llamas, chispas y fuentes de calor.
	F+ Extremadamente inflamable	Clasificación: Líquidos con un punto de inflamación inferior a 0°C y un punto de ebullición de máximo de 35°C. Gases y mezclas de gases, que a presión normal y a temperatura usual son inflamables en el aire. Precaución: Mantener lejos de llamas, chispas y fuentes de calor.
	C Corrosivo	Clasificación: Destrucción del tejido cutáneo en todo su espesor en el caso de piel sana, intacta. Precaución: Mediante medidas protectoras especiales evitar el contacto con los ojos, piel e indumentaria. NO inhalar los vapores. En caso de accidente o malestar consultar inmediatamente al médico.
	T Tóxico	Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en pequeña cantidad, pueden conducir a daños para la salud de magnitud considerable, eventualmente con consecuencias mortales. Precaución: Evitar contacto con el cuerpo humano. En caso de manipulación de estas sustancias deben establecerse procedimientos especiales.
	T+ Muy Tóxico	Clasificación: La inhalación y la ingestión o absorción cutánea en MUY pequeña cantidad, pueden conducir a daños de considerable magnitud para la salud, posiblemente con consecuencias mortales. Precaución: Evitar cualquier contacto con el cuerpo humano, en caso de malestar consultar inmediatamente al médico.
	O Comburente	Clasificación: (Peróxidos orgánicos). Sustancias y preparados que, en contacto con otras sustancias, en especial con sustancias inflamables, producen reacción fuertemente exotérmica. Precaución: Evitar todo contacto con sustancias combustibles. Peligro de inflamación: Pueden favorecer los incendios comenzados y dificultar su extinción.
	Xn Nocivo	Clasificación: La inhalación, la ingestión o la absorción cutánea pueden provocar daños para la salud agudos o crónicos. Peligros para la reproducción, peligro de sensibilización por inhalación, en clasificación con R42. Precaución: evitar el contacto con el cuerpo humano.
	Xi Irritante	Clasificación: Sin ser corrosivos, pueden producir inflamaciones en caso de contacto breve, prolongado o repetido con la piel o en mucosas. Peligro de sensibilización en caso de contacto con la piel. Clasificación con R43. Precaución: Evitar el contacto con ojos y piel; no inhalar vapores.
	N Peligro para el medio ambiente	Clasificación: En el caso de ser liberado en el medio acuático y no acuático puede producir daño del ecosistema inmediatamente o con posterioridad. Ciertas sustancias o sus productos de transformación pueden alterar simultáneamente diversos compartimentos. Precaución: Según sea el potencial de peligro, no dejar que alcancen la canalización, en el suelo o el medio ambiente.

7.5.7 Etiquetas residuos peligrosos y no peligrosos

Nombre del Residuo:	
Código de Identificación del residuo según tablas Anexo 1 R.D. 952/97 // // // // // // según MAM 304/2002 L E R :	
Datos del titular del residuo Nombre: Dirección: C.I.F.: Teléfono:	
Fecha de envasado:	
F FÁCILMENTE INFLAMABLE	

7.5.8 Carteles



depositar exclusivamente

**RESIDUOS de
HORMIGÓN**

Pamplona, a 28 de agosto de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 3.084



D. Xabier Loyarte Garmendia

8 DOCUMENTO: ESTIMACIÓN DE LA EMISIONES

8.1 ESTIMACIÓN DE LA GENERACIÓN Y AUTOCONSUMO DE LA INSTALACIÓN SOLAR

Según el Apartado 2.1 ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO del Documento: CÁLCULOS del proyecto presentado, la energía anual total generada será de:

$$E_{\text{Gen}} = 51.176,48 \text{ kWh/año}$$

Donde, según los cálculos realizados basados en las Curvas de Carga Horaria agregadas de los puntos de suministro asociados a esta instalación de autoconsumo colectivo, el total de la energía auto consumida anual por los consumidores asociados es de:

$$E_{\text{autoconsumida}} = 49.173,52 \text{ kWh/año}$$

Un 96,09 % de la energía generada será autoconsumida

8.2 EMISIÓN DE GEI⁷ EVITADAS

El objeto de este documento es estimar las emisiones anuales evitadas de CO₂ al año que producirá la instalación propuesta a partir del ahorro de energía final anual que se estima producirá la instalación.

Estos ahorros energéticos finales y emisiones anuales evitadas se han calculado según los parámetros publicados por Carbon Footprint.

8.3 AHORRO EN ENERGÍA FINAL ELÉCTRICA

Para el cálculo de ahorro energético en energía final eléctrica, se ha tenido en cuenta el impacto en la reducción en el consumo de electricidad tras acometer las actuaciones previstas.

Se expresa en toneladas equivalentes de petróleo (tep) para el periodo de un año.

Por tanto, el ahorro energético anual en el consumo eléctrico de los suministros asociados al autoconsumo colectivo que proporcionará esta nueva instalación será el siguiente:

$$\text{Ahorro Energético Final} = 49.173,52 \text{ kWh/año} \times 0,86 \times 10^{-4} \text{ tep/kWh}$$

$$\text{Ahorro Energético Final} = 4,23 \text{ tep/año}$$

8.4 CÁLCULO DE EMISIONES EVITADAS DE CO₂

Expresadas en toneladas de CO₂ al año, representa las emisiones anuales de CO₂ evitadas por la línea de actuación en un periodo de un año.

⁷ GEI – Gases de efecto invernadero según Cambio Climático Global
<https://cambiodclimaticoglobal.com/gasesinv>

Para su cálculo, se multiplicará el valor de los ahorros de energía final para cada fuente de energía obtenido siguiendo los pasos anteriores, por el factor de paso de emisiones. El factor utilizado en el siguiente estudio, es la definida por la empresa Carbon Footprint Ltd, actualizado en febrero del año 2023, en base al mix de producción de 2021 en España⁸.

El factor de paso de consumo de energía final (kWh) a emisiones (en kg CO₂) para la electricidad es de:

Factor de paso Electricidad = 0,1533 kg CO₂ / kWh E. Final

Emisiones evitadas en toneladas de CO₂ = 49.173,52 kWh/año * 0,1533 kg CO₂/kWh

Emisiones evitadas en toneladas de CO₂ = 7,54 t CO₂

Los valores de GEI evitados gracias a la generación renovable de la energía suministrada por la instalación solar fotovoltaica de 41,86 kWp para autoconsumo colectivo en la cubierta de la ikastola del municipio de Campezo, se pueden apreciar en la siguiente tabla:

Emisiones anuales de GEI evitadas			Equivalente:
CO ₂	SO ₂	N ₂ O	CO ₂ absorbido por año
7.538,30	18,84	21,33	837
kg/año	kg/año	kg/año	árboles

El impacto de nuestras decisiones deja huella.

Pamplona, a 28 de agosto de 2023
El Ingeniero Técnico Industrial
Colegiado nº 3.084



D. Xabier Loyarte Garmendia

⁸ FACTOR DE EMISIONES ESPAÑA 2021 (KgCO₂/kWh)

https://www.carbonfootprint.com/docs/2023_02_emissions_factors_sources_for_2022_electricity_v10.pdf

9 DOCUMENTO: CONCLUSIÓN

9.1 CONCLUSIÓN

En consecuencia, con los detalles aportados en este Proyecto de Ejecución, se entienden definidas las obras e instalaciones de la planta solar fotovoltaica proyectada, para que se ajuste a las directrices que marcan los reglamentos al respecto. Así pues, por encargo de la Propiedad y del Promotor, firmo el presente Proyecto.

En Pamplona, a 28 de agosto de 2023
Colegiado nº 3.084 en el Colegio de Graduados en Ingeniería, Ingenieros Técnicos
Industriales de Navarra



D. Xabier Loyarte Garmendia

10 DOCUMENTO: ANEXOS

Mono

470W MBB Half-Cell Module

JAM72S20 445-470/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

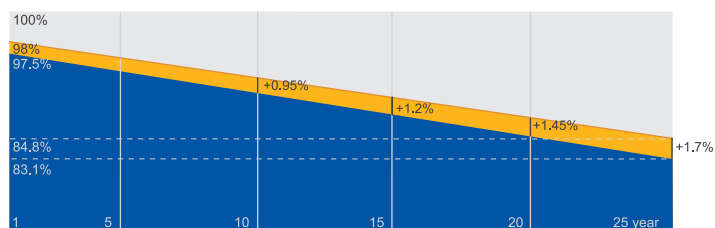


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty

0.55% Annual Degradation
Over 25 years



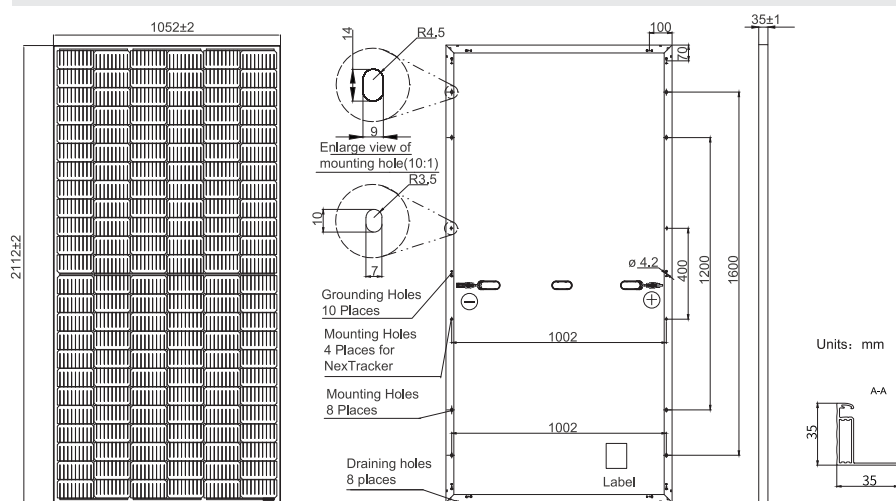
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	24.7kg±3%
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/pallet 682pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

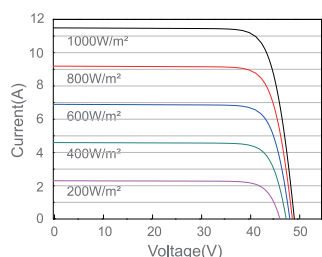
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

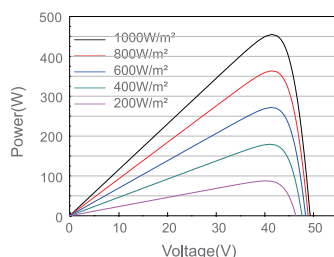
TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84	Operating Temperature	-40℃~+85℃
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10	Maximum Series Fuse Rating	20A
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42	Maximum Static Load,Front* Maximum Static Load,Back*	5400Pa(112 lb/ft²) 2400Pa(50 lb/ft²)
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86	NOCT	45±2℃
NOCT	Irradiance 800W/m², ambient temperature 20℃,wind speed 1m/s, AM1.5G						Safety Class	Class II
							Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

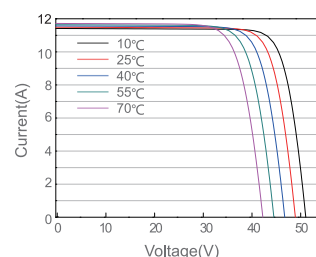
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



SUN2000-30/36/40KTL-M3 Smart PV Controller



Smart

8 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.7%



Safe

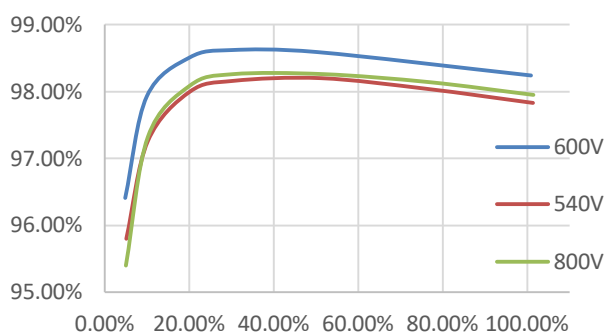
Fuse free design



Reliable

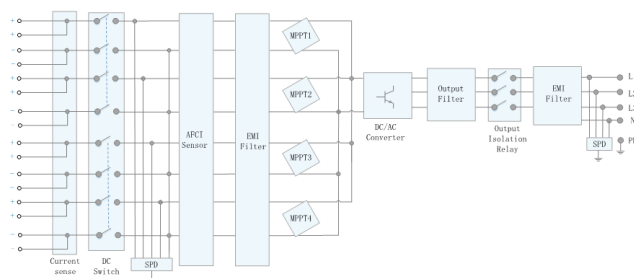
Type II surge arresters for DC & AC

Efficiency Curve



SUN2000-30/36/40KTL-M3

Circuit Diagram



SUN2000-30/36/40KTL-M3

Technical Specification

Technical Specification		SUN2000-30KTL-M3	SUN2000-36KTL-M3	SUN2000-40KTL-M3
Efficiency				
Max. Efficiency	98.7%			
European Efficiency	98.4%			
Input				
Max. Input Voltage ¹	1,100 V			
Max. Current per MPPT	26 A			
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A			
Start Voltage	200 V			
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1000 V			
Rated Input Voltage	600 V			
Number of Inputs	8			
Number of MPP Trackers	4			
Output				
Rated AC Active Power	30,000 W	36,000 W	40,000 W	
Max. AC Apparent Power	33,000 VA ³	40,000 VA	44,000 VA	
Rated Output Voltage	230 Vac / 400 Vac / 480 Vac, 3W/N+PE			
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz			
Rated Output Current	43.3 A	52.0 A	57.8 A	
Max. Output Current	47.9 A	58.0 A	63.8 A	
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD			
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%			
Protection				
Input-side Disconnection Device	Yes			
Anti-islanding Protection	Yes			
AC Overcurrent Protection	Yes			
DC Reverse-polarity Protection	Yes			
PV-array String Fault Monitoring	Yes			
DC Surge Arrester	Yes			
AC Surge Arrester	Yes			
DC Insulation Resistance Detection	Yes			
Residual Current Monitoring Unit	Yes			
Arc Fault Protection	Yes			
Ripple Receiver Control	Yes			
Integrated PID Recovery ⁴	Yes			
Communication				
Display	LED Indicators, Integrated WLAN + FusionSolar APP			
RS485	Yes			
Smart Dongle	WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)			
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (Isolation Transformer required)			
General Data				
Dimensions (W x H x D)	640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)			
Weight (with mounting plate)	43 kg (94.8 lb)			
Operating Temperature Range	-25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)			
Cooling Method	Natural Convection			
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)			
Relative Humidity	0% RH ~ 100% RH			
DC Connector	Staubli MC4			
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal			
Protection Degree	IP 66			
Topology	Transformerless			
Nighttime Power Consumption	≤ 5.5W			
Optimizer Compatibility				
DC MBUS Compatible Optimizer	SUN2000-450W-P			
Standard Compliance (more available upon request)				
Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683			
Grid Connection Standards	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3,RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA			

1. The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

2. Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

3. For Austria, German, Belgium & Ukraine the Max. AC Apparent Power will not exceed 30,000 VA (with regard to grid code: VDE-AR-N-4105, C10/11 & Austria)

4. SUN2000-30~40KTL-M3 raises potential between PV- and ground to above zero through integrated PID recovery function to recover module degradation from PID. Supported module types include: P-type (mono, poly), N-type (nPERT, HIT)

KC-PSA

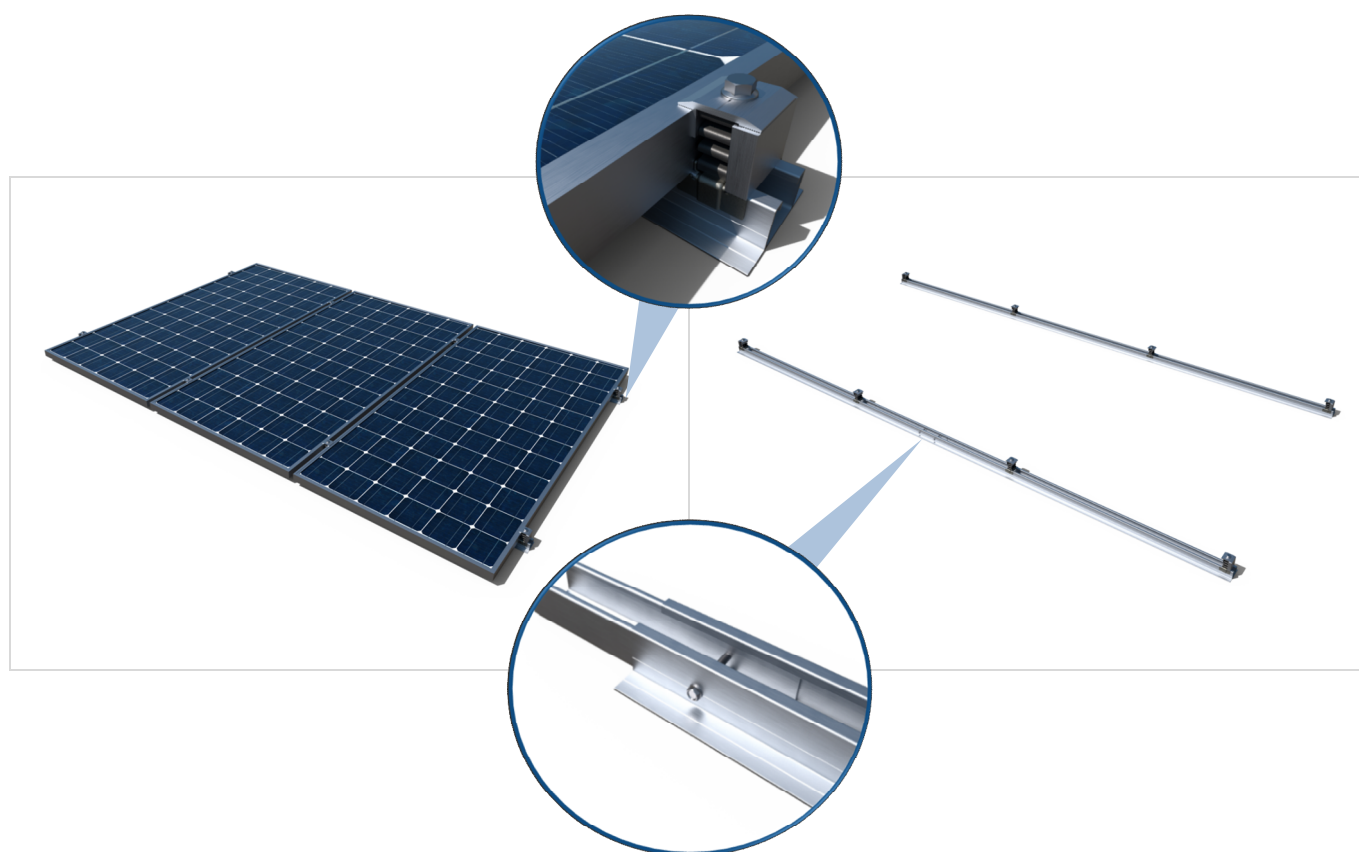
DESCRIPCIÓN DE PRODUCTO

Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa



CARACTERÍSTICAS

- Kit de montaje que reúne los componentes necesarios para la instalación de un número determinado de placas solares.
- Instalación según sistema de montaje coplanar **SC-PSA**.
- Incluye grapas de fijación rápida para placas ref. **KFRSC3050**.
- Incluye galgas marco **GM-A**, disponibles en altura 30, 35 o 40mm.
- Incluye estructura en perfil de aluminio **PSA-A** en formato de perfil continuo.
- Incluye unión para perfiles ref. **PSAUN200**, con tornillería de instalación **DIN-7504-K A2**.



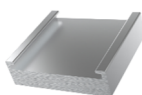
COMPONENTES

Grapa fijación rápida



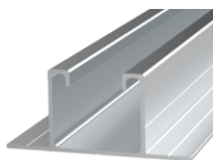
KFR-SC

Galga de aluminio para marco



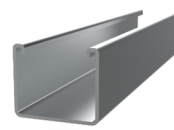
GM-A

Perfil de aluminio con alas



PSA-A

Unión de perfil PSA-A



PSA-UN

Tornillo DIN-7504-K A2



ABE-I

APLICACIONES

- Montaje de placas solares en disposición paralela a la superficie de cubierta, sobre cubiertas inclinadas.
- Instalación en cubiertas metálicas, sobre la zona elevada de las grecas, para cualquier paso de greca.
- Para placas con marco de 30, 35 o 40 mm de altura
- Para tamaño de placa de hasta 1150 mm de ancho
- Orientación de montaje de las placas tipo retrato (vertical), con disposición de los perfiles perpendicular a la línea de pendiente.
- Fijación del kit directa sobre la propia cubierta, consultar especificaciones en ficha técnica del sistema de montaje **SC-PSA**.

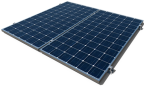
1.GAMA DE KITS

ITEM	CÓDIGO	FOTO	DESCRIPCIÓN	PLACAS	MARCO	LONG. FILA	MATERIAL		
1	KCPSA0230		Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 2 placas	2	30 mm	2500 mm	 Aluminio	 AISI-304	 EPDM
	KCPSA0235			2	35 mm	2500 mm			
	KCPSA0240			2	40 mm	2500 mm			
2	KCPSA0330		Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas	3	30 mm	3625 mm	 Aluminio	 AISI-304	 EPDM
	KCPSA0335			3	35 mm	3625 mm			
	KCPSA0340			3	40 mm	3625 mm			
3	KCPSA02AM		Kit coplanar de ampliación con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 2 placas	2	--	2500 mm	 Aluminio	 AISI-304	 EPDM
	KCPSA03AM		Kit coplanar de ampliación con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas	3	--	3625 mm			

2.DATOS DE INSTALACIÓN

2.1 KCPSA02

Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa.
Para 2 placas

		Componentes Kit				
		Grapa fijación rápida	Galga de aluminio para marco	Perfil de aluminio con alas	Unión de perfil PSA-A	Tornillo DIN-7504-K A2
 2 placas Referencia	KCPSA0230 (H=30mm)	KFRSC3050 6 unidades	GMA030 4 unidades	PSAA1250 4 unidades	PSAUN200 2 unidades	ABEI5519 8 unidades
	KCPSA0235 (H=35mm)	KFRSC3050 6 unidades	GMA035 4 unidades	PSAA1250 4 unidades	PSAUN200 2 unidades	ABEI5519 8 unidades
	KCPSA0240 (H=40mm)	KFRSC3050 6 unidades	GMA040 4 unidades	PSAA1250 4 unidades	PSAUN200 2 unidades	ABEI5519 8 unidades

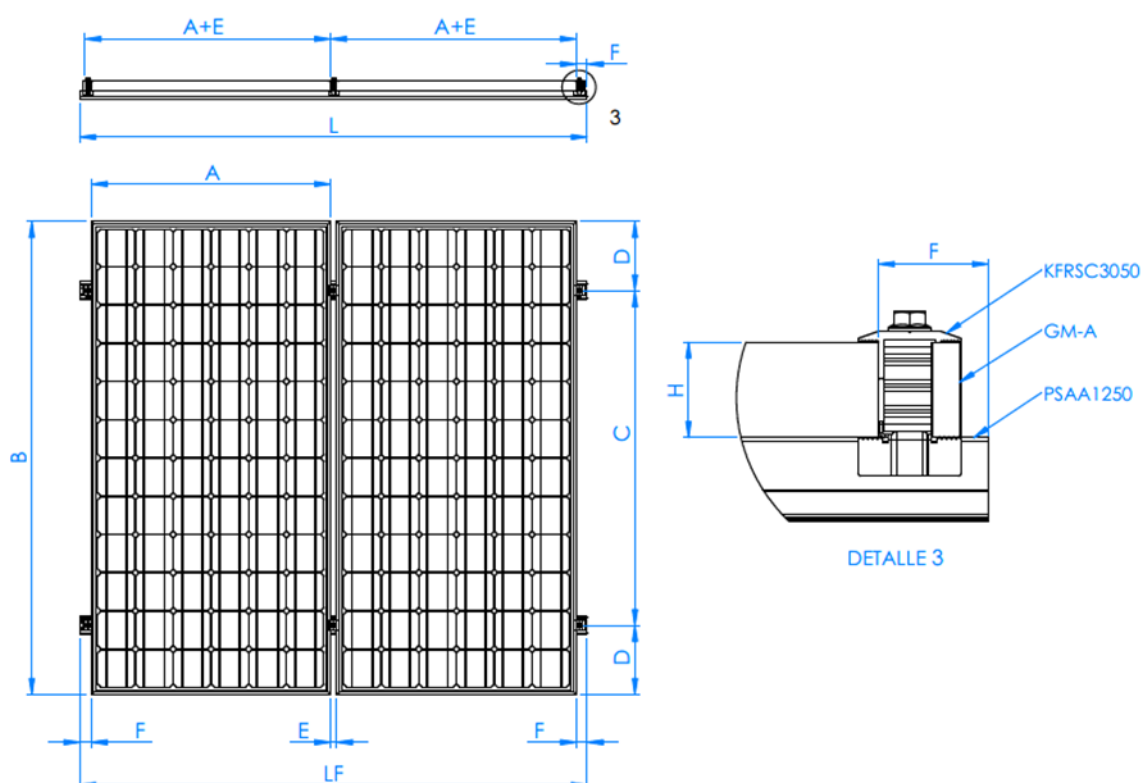
Cubierta / complementos de fijación

Consultar ficha técnica correspondiente al sistema de montaje SC-PSA.

Tabla de medidas

Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	H (mm)	L (mm)	LF (mm)
KCPSA0230	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	30	2500	2500
KCPSA0235	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	35	2500	2500
KCPSA0240	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	40	2500	2500

Plano



2.2 KCPSA03

Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa. Para 3 placas

Componentes Kit						
						
3 placas						
Referencia						
KCPSA0330 (H=30mm)		KFRSC3050 6 unidades	GMA030 4 unidades	PSAA1875 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades
KCPSA0335 (H=35mm)		KFRSC3050 6 unidades	GMA035 4 unidades	PSAA1875 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades
KCPSA0340 (H=40mm)		KFRSC3050 6 unidades	GMA040 4 unidades	PSAA1875 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades

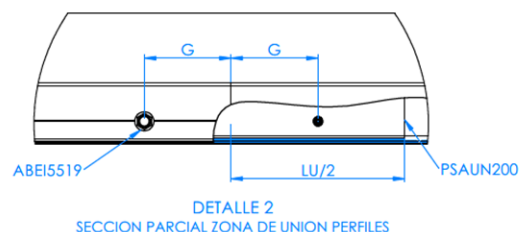
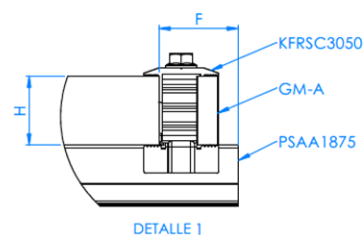
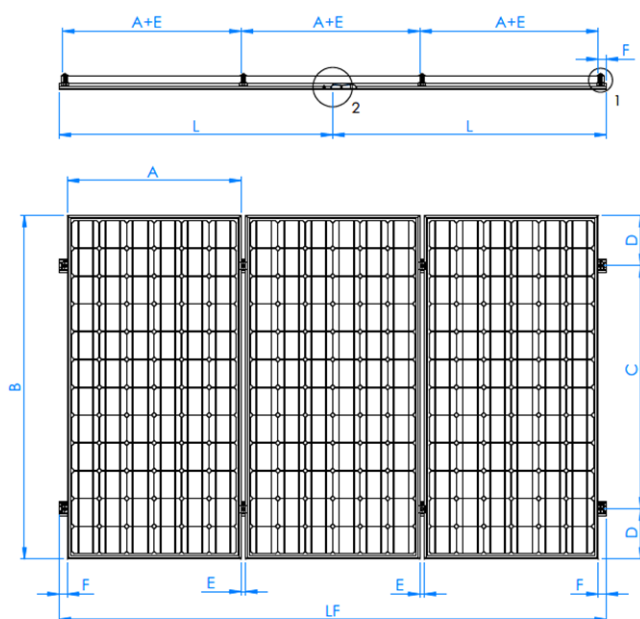
Cubierta / complementos de fijación

Consultar fiha técnica correspondiente al sistema de montaje SC-PSA.

Tabla de medidas

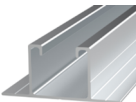
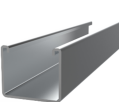
Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	L (mm)	LF (mm)	LU/2 (mm)
KCPSA0330	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	50÷70	30	1875	3750	100
KCPSA0335	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	50÷70	35	1875	3750	100
KCPSA0340	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	50÷70	40	1875	3750	100

Plano



2.3 KCPSA-AM

Kit coplanar con perfil con alas de aluminio (PSA-A). Fijación directa.
Para 3 placas

		Componentes Kit			
	3 placas				
	Referencia				
	KCPSA02AM	KFRSC3050 4 unidades	PSAA1250 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades
	KCPSA03AM	KFRSC3050 4 unidades	PSAA1875 4 unidades	PSAUN200 4 unidades	ABEI5519 16 unidades

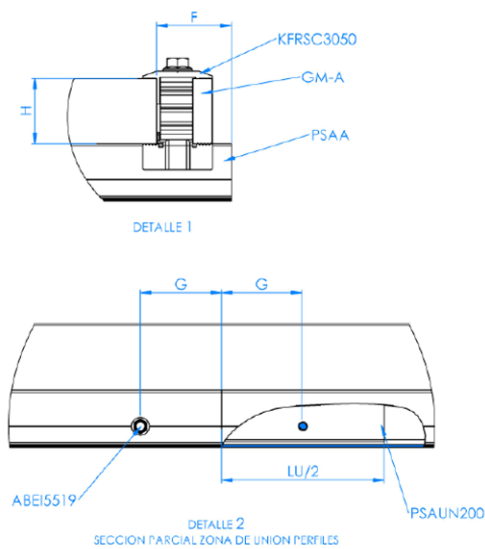
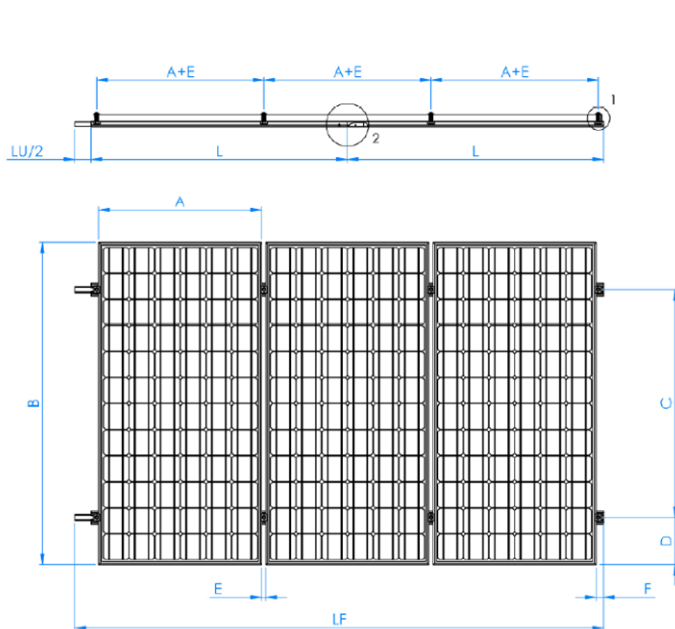
Cubierta / complementos de fijación

Consultar ficha técnica correspondiente al sistema de montaje SC-PSA.

Tabla de medidas

Código	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	G (mm)	H (mm)	L (mm)	LF (mm)	LU/2 (mm)
KCPSA02AM	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	50÷70	30	1250	2600	100
KCPSA03AM	≤ 1150	≤ 2300	0,5B ÷ 0,7B	(B-C) / 2	26	≥ 35	50÷70	35	1875	3850	100

Plano



Rendimiento de un sistema FV conectado a red

PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

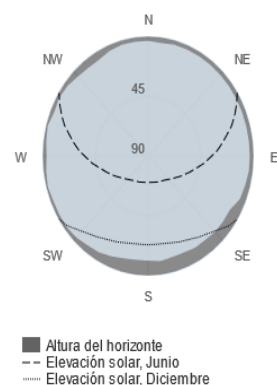
Datos proporcionados:

Latitud/Longitud: 42.672,-2.347
Horizonte: Calculado
Base de datos: PVGIS-SARAH2
Tecnología FV: Silicio cristalino
FV instalado: 41.86 kWp
Pérdidas sistema: 14 %

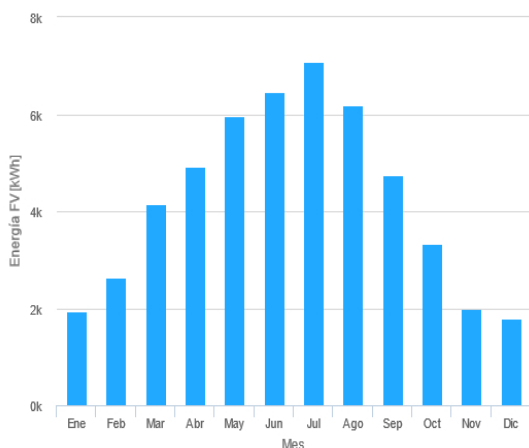
Resultados de la simulación

Ángulo de inclinación: 6 °
Ángulo de azimut: -47 °
Producción anual FV: 51176.48 kWh
Irradiación anual: 1577.53 kWh/m²
Variación interanual: 1516.05 kWh
Cambios en la producción debido a:
Ángulo de incidencia: -3.62 %
Efectos espectrales: 0.96 %
Temperatura y baja irradiancia: -7.38 %
Pérdidas totales: -22.5 %

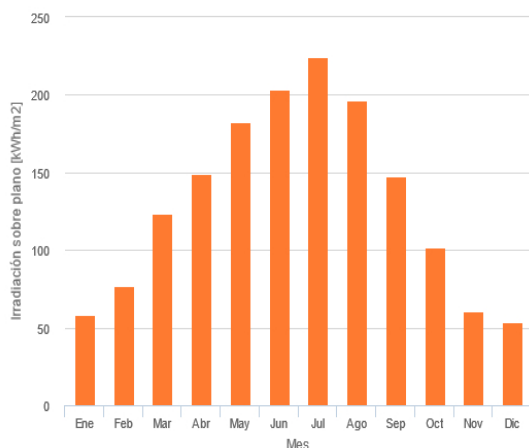
Perfil del horizonte en la localización seleccionada



Producción de energía mensual del sistema FV fijo:



Irradiación mensual sobre plano fijo:



Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	1937.3	58.2	306.1
Febrero	2626.3	77.3	378.0
Marzo	4153.9	123.2	535.3
Abril	4931.6	149.0	545.4
Mayo	5961.8	182.1	659.3
Junio	6464.8	203.5	372.3
Julio	7079.8	224.7	224.2
Agosto	6186.9	196.2	261.8
Septiembre	4736.7	147.8	162.1
Octubre	3327.6	101.8	258.3
Noviembre	1993.0	60.2	241.3
Diciembre	1776.8	53.7	191.9

E_m: Producción eléctrica media mensual del sistema definido [kWh].

H(i)_m: Suma media mensual de la irradiación global recibida por metro cuadrado por los módulos del sistema dado [kWh/m²].

SD_m: Desviación estándar de la producción eléctrica mensual debida a la variación interanual [kWh].