



**RESUMEN DE FIRMAS DEL DOCUMENTO**

COLEGIADO1

COLEGIADO2

COLEGIADO3

COLEGIO

COLEGIO

OTROS

OTROS

Habilitación Profesional	07/11 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812
-----------------------------	---------------	---



# PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COMPARTIDO DE 100 KW EN “CPEIP ELORRI”



**LUIS TORRES IRUNGARAY**

**Nº Colegiado: 631**

**COLEGIO OFICIAL INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA**

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





• **ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO:**

**1. MEMORIA DEL PROYECTO**

**2. CÁLCULOS**

**3. PRESUPUESTO**

**4. PLANOS**

**5. PLIEGO DE CONDICIONES**

**6. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**7. GESTIÓN DE RESIDUOS**

**8. ANEXOS**

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray Profesional
07/11 2023
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP EN ELORRI HLHIP"



# MEMORIA

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **1. OBJETIVO DEL PROYECTO:**

El objetivo del presente proyecto es el diseño y realización de una instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo próxima a través de la red con compensación de excedentes en las cubiertas del colegio público *CPEIP ELORRI HLHIP*, para el autoconsumo instantáneo de la energía eléctrica generada.

La modalidad de autoconsumo establecida por el reciente RD 244/2019 para la presente instalación, será un autoconsumo colectivo próxima a través de la red con compensación de excedentes.

El titular de la instalación fotovoltaica de generación (*Productor*) va a ser el siguiente:

- Productor/Consumidor: COMUNIDAD ENERGÉTICA KEMENDI (CIF: G71472500)

La Comunidad Energética *KEMENDI* en el municipio de Pamplona, pretende mediante la ejecución de esta instalación de autoconsumo colectivo (entre otras acciones que se desean llevar a cabo) generar impacto social, medioambiental y económico en la población, promover acciones al desarrollo local, además de fortalecer la cadena de valor local, involucrando empresas, contribuyendo al mantenimiento del empleo local, algo que se realizará a través de los coeficientes de reparto del autoconsumo.

Se asociarán a esta instalación de autoconsumo colectivo los participantes que decidan unirse a la Comunidad Energética *KEMENDI*. La administración pública, representada por el Ayuntamiento de Pamplona, cederá el espacio necesario de la cubierta del centro público CPEIP ELORRI HLHIP.

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*.

El Proyecto se ajustará en todo momento a lo expuesto en el mencionado Real Decreto 244/2019, al 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*, RD 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*, el manual técnico de distribución de Iberdrola MT 3.53.01 *correspondiente a las condiciones técnicas de producción eléctrica conectada a la red de Iberdrola Distribución* (Edición 8 – Mayo 2021) y el REBT así como las ITC correspondientes.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

El fotovoltaico de autoconsumo colectivo que se pretende construir tendrá una potencia instalada de 119,90 kWp y una potencia nominal de 100 kW.

El generador fotovoltaico irá ubicado sobre las cubiertas de los edificios que conforman el CPEIP ELORRI HLHIP.

Con este Proyecto se persigue cumplir con uno de los objetivos planteados por la Comunidad Energética *KEMENDI*, anteriormente mencionado, sirviendo de músculo para impulsar iniciativas de sensibilización ambiental, y como ejemplo y referencia a otras comunidades energéticas que ya empiezan a gestarse en los municipios vecinos.

Tratándose de una instalación de autoconsumo colectivo próxima a través de la red con compensación de excedentes, los excedentes que se generen serán compensados en la factura eléctrica de los consumidores asociados según se establece en el RD 244/2019.

## **2. DATOS GENERALES:**

El generador fotovoltaico irá situado sobre las cubiertas del CPEIP Elorri HLHIP, ubicado en la localidad de Pamplona (Navarra). El colegio público se encuentra situado en pleno núcleo urbano, en el barrio de Mendillorri.

El generador fotovoltaico global constará de 218 módulos, con una potencia total instalada de 119.900 Wp.

El CPEIP Elorri HLHIP se encuentra ubicado en Calle Señorío de Echalaz, s/n en el municipio de Pamplona (31016 Navarra).

Los datos de la ubicación son:

- Polígono: 16
- Parcela: 155
- Referencia Catastral: 31000000001567110RQ
- Coordenadas UTM:
  - X: 613.296
  - Y: 4.741.050

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812

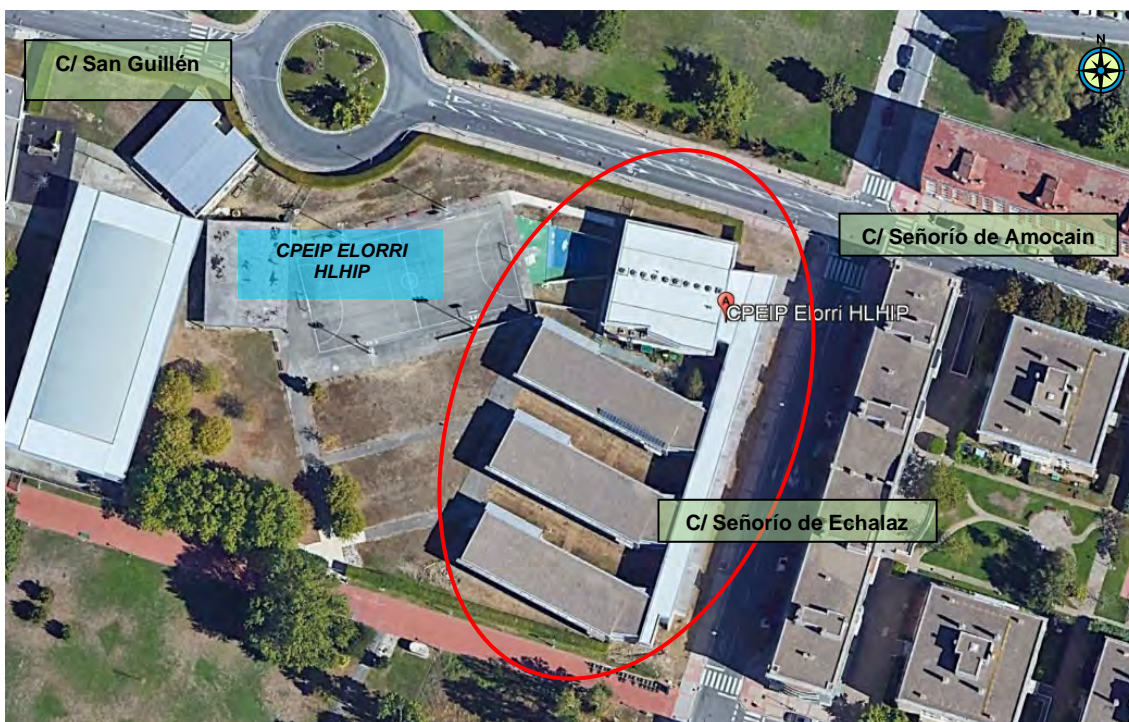




MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**



Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray Profesional  
07/11 2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINA

### **3. SUMINISTROS ELÉCTRICOS ASOCIADOS:**

Tal y como se ha comentado al inicio del presente documento, los suministros que se van a asociar en la instalación de autoconsumo colectivo promovida por la Comunidad Energética KEMENDI, serán los participantes de la propia Comunidad Energética.

Los suministros asociados a la presente instalación de autoconsumo colectivo, tendrán un determinado coeficiente de reparto acordado entre todas las partes.

El acuerdo de los coeficientes de reparto será firmado por todas las partes y entregado a la Compañía Distribuidora para la aplicación del autoconsumo según el coeficiente de reparto aprobado a todos los consumidores asociados, así como la compensación de los excedentes generados según el mecanismo de compensación establecido en el RD 244/2019.

### **4. 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 647/2020, de 7 de julio, *por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.*
- Orden Ministerial TED 749/2020, de 16 de julio, *por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.* Reglamento UE 2016/631, DE LA COMISIÓN de 14 de abril de 2016, *que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.*



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

- 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 1110/2007, de 24 de agosto, *por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.*
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, *del Sector Eléctrico.*
- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (Edición 2009)
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, *por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.*
- 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 8 – Mayo 2021, 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

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

- 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*”.

## **5. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO FOTOVOLTAICO**

### **5.1 GENERADOR FOTOVOLTAICO:**

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

El centro de enseñanza está compuesto de varias cubiertas y edificaciones, con diferentes inclinaciones y orientaciones. Las cubiertas existentes disponen de una adecuada orientación Sur. La cubierta idónea para albergar el generador fotovoltaico es la cubierta metálica del edificio situado más al Norte del Centro. El inconveniente es que una de las cubiertas tiene una inclinación de unos 3º con caída al Norte, por lo que el rendimiento se verá algo mermado.

El generador fotovoltaico irá colocado en las diferentes cubiertas existentes. Parte del generador fotovoltaico irá apoyado sobre las cubiertas planas de *CPEIP ELORRI HLHIP* mediante una estructura autoportante y contrapesada, pero con un sistema que evita sobrecargar la estructura propia del edificio, dotándolos de una inclinación de 15º con respecto a la horizontal. El resto de los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre el edificio indicado con cubierta metálica con orientación Norte y Sur, de manera superpuesta apoyados sobre una estructura soporte de aluminio especialmente diseñada para uso fotovoltaico y tratada químicamente para resistir los efectos de la intemperie.

#### **5.1.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO EMPLEADO**

El módulo fotovoltaico empleado en la presente instalación es el *JINKO SOLAR /JKM550M-72HL4-V*, de 550 Wp de potencia máxima.

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**



Módulo JINKO SOLAR / JKM550M-72HL4-V de 550 Wp



Las características del módulo empleado son las siguientes:

➤ Características Eléctricas Módulo JINKO JKM550M-72HL4-V:

CARATERÍSTICAS ELÉCTRICAS MÓDULO JINKO JKM550M-72HL4-V DE 550 Wp			
Parámetros	Símbolo	Valores	Unidades
Tensión a Circuito Abierto	$V_{OC}$	49,62	V
Corriente de CC	$I_{SC}$	14,03	A
Tensión Nominal	$V_{MPP}$	40,90	V
Corriente Nominal	$I_{MPP}$	13,45	A
Potencia Nominal	$P_{MPP}$	550	Wp
Tolerancia de potencia	$\Delta P_{MPP}$	-0/+3	%
Rendimiento del Módulo	$\eta_m$	21,33	%
Coefficiente Temperatura ( $P_{MPP}$ )	$\alpha$	-0,35	% / °C
Coefficiente Temperatura ( $I_{SC}$ )	$\beta$	+0,04	% / °C
Coefficiente Temperatura ( $V_{OC}$ )	$\gamma$	-0,28	% / °C
Temperatura Normal de Operación	TONC	45	°C
Tensión Máxima del Sistema	$V_{SMáx}$	1.500	V
Condiciones: Intensidad de irradiación 1.000 W/m <sup>2</sup> ; masa de aire 1,5; temperatura de la célula 25 °C			

➤ Características Físicas Módulo JINKO JKM550M-72HL4-V:

PARÁMETROS FÍSICOS MÓDULO JINKO JKM550M-72HL4-V DE 550 Wp	
Tipo de célula	Silicio Monocristalino
Número de células por módulo	144
Diodos “By Pass”	4
Dimensiones (L x Al x An)	2.274 x 1.134 x 35 mm

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

<b>Peso</b>	<b>28,9 kg</b>
<b>Nivel de aislamiento</b>	<b>Clase II</b>
<b>Garantía de rendimiento 90% P<sub>MPP</sub> min</b>	<b>12 años</b>
<b>Garantía de rendimiento 80% P<sub>PMP</sub> min</b>	<b>25 años</b>

Este módulo satisface la Norma UNE - EN 61215:1997 para módulos de silicio cristalino, según norma recogida en el Código Técnico de la Edificación, y cumple con las especificaciones IEC 61215 y IEEE 1262.

### 5.1.2 CAMPO FOTOVOLTAICO

Son varias las cubiertas del *CPEIP Elorri HLHIP* donde se van a instalar los módulos fotovoltaicos. Parte del generador fotovoltaico irá apoyado sobre las cubiertas planas de *CPEIP ELORRI HLHIP* mediante una estructura autoportante y contrapesada, pero con un sistema que evita sobrecargar la estructura propia del edificio, dotándolos de una inclinación de 15° con respecto a la horizontal. El resto del generador fotovoltaico se instalará sobre el edificio indicado con cubierta metálica con orientación Norte y Sur, de manera superpuesta apoyados sobre una estructura soporte de aluminio especialmente diseñada para uso fotovoltaico y tratada químicamente para resistir los efectos de la intemperie.

El generador fotovoltaico estará formado por la asociación serie-paralelo de 218 módulos *JINKO SOLAR JKM550M-72HL4-V*.

La conexión de estos módulos entre sí, depende de las limitaciones del inversor fotovoltaico elegido respecto a la tensión e intensidad máximas que puede soportar. 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 de Pamplona.

El generador fotovoltaico va a estar constituido por la asociación serie-paralelo de 218 módulos *JINKO SOLAR JKM550M-72HL4-V* de 550 Wp. De esta manera, la potencia instalada del generador fotovoltaico va a ser de **119.900 Wp**.

Los módulos del generador fotovoltaico estarán distribuidos en 14 series de módulos.

De esta manera, garantizamos el correcto funcionamiento del inversor al mantener los niveles de tensión e intensidad dentro del rango permitido por el mismo a lo largo de todo el año al tener en cuenta el efecto de la temperatura sobre los módulos fotovoltaicos.

Según lo indicado, los módulos fotovoltaicos irán situados sobre una estructura contrapesada de hormigón y sobre una estructura ligera de aluminio, que servirá de apoyo entre éstos y la cubierta del edificio.

Los módulos se conectarán entre sí en serie mediante manguera de cobre con doble aislamiento ZZ-F (AS) 1,8 kV DC - 0,6/1 kV AC, aislamiento de 1.800 Vcc, según norma UNE 21123.

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Las series se conducirán a lo largo de la estructura sobre la que se apoyan y serán conducidas hasta el lugar de situación del inversor fotovoltaico utilizando una bandeja de acero galvanizado tipo rejilla y con tapa con clase de aislamiento II, tal y como se indica en la ITC-20 del REBT, según norma UNE 20.460. Posteriormente se bajarán por fachada norte con bandeja de PVC de intemperie, y se canalizarán de manera subterránea hasta la ubicación del inversor.

## 5.2 ESTRUCTURA SOPORTE

Los módulos fotovoltaicos van a ir apoyados sobre las cubiertas metálicas y las cubiertas planas del edificio mediante una estructura ligera de aluminio y una estructura inclinada contrapesada de hormigón sin penetración.

Por un lado, el sistema de estructura sobre la cubierta metálica inclinada que se propone consta básicamente de unos perfiles de aluminio y una serie de grapas. Los perfiles de aluminio se anclarán a la estructura metálica existente con unos anclajes específicos. Los módulos fotovoltaicos se unirán a esta soportería de aluminio mediante unas grapas de aluminio.

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:

- Perfil base de aluminio
- Juego fijación cubierta
- Grapas de aluminio para fijación de los módulos

### ↗ Perfil Base Aluminio



Estos perfiles quedan fijados a la cubierta por debajo mediante el juego de fijación anterior.

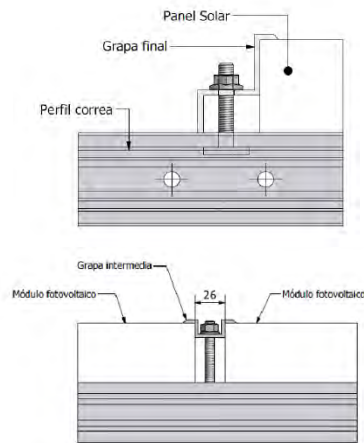
**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

↗ **Juego Fijación a Cubierta**



Este juego de fijación se emplea para el montaje sobre cubierta del perfil base.

↗ **Grapas de Fijación Módulos**



**Cubierta Inclinada Metálica**

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

Por otro lado, el sistema de estructura sobre la cubierta plana que se propone consta básicamente en unos soportes de hormigón *Solarbloc* y una serie de grapas de aluminio. Los soportes *Solarbloc* se colocan alineados sobre la cubierta plana formando filas, bien orientando los módulos al Sur. Las placas se unen a esta estructura de hormigón mediante unas grapas de aluminio.



MB SOLAR

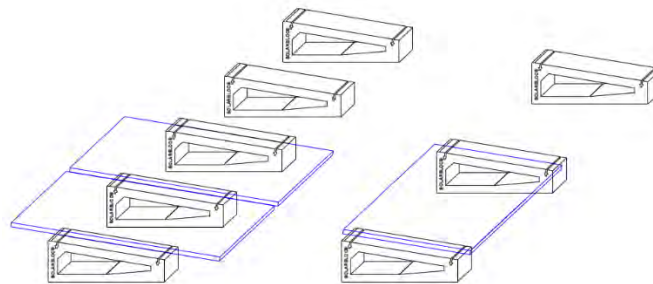


**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Los soportes *Solarbloc* que se instalarán con configuración Sur tendrán una inclinación propia de 15º respecto a la horizontal.



Soporte Solarbloc a 15º



Cubierta Plana – Ciudad de la Música - Pamplona

Los soportes *Solarbloc* están diseñados para garantizar que el sistema estructural soporta la acción del viento (succión).

En las cubiertas planas y empleando los soportes *Solarbloc*, la disposición de los módulos será en horizontal y se colocará un soporte adicional en el centro del módulo fotovoltaico para evitar su pandeo (ya que hablamos de módulos fotovoltaicos de más de 2 metros de longitud). Es decir, todos los módulos fotovoltaicos se apoyarán sobre 3 soportes *Solarbloc*.



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Las estructuras *Solarbloc* 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”. También se comprobará que la sobrecarga no afectará a la estructura propia del edificio.

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.

Los módulos fotovoltaicos se conectarán a tierra para evitar posibles faltas, en caso de pérdida de aislamiento por parte de los mismos.

### **5.3 INVERSOR FOTOVOLTAICO**

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.

#### **5.3.1 ELECCIÓN DEL INVERSOR**

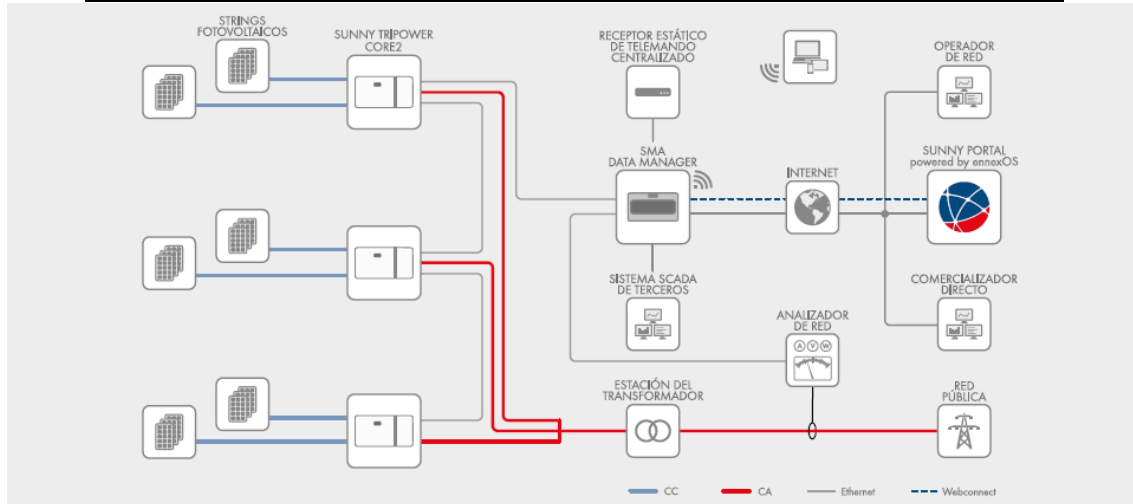
Para la presente instalación fotovoltaica de autoconsumo emplearemos un inversor SMA. La instalación estará constituida por un equipo trifásico SMA SUNNY TRIPOWER STP110-60 (CORE2) de 110 kW de potencia nominal, limitando la potencia nominal a 100 kW:



**Inversor SMA SUNNY TRIPower STP110 de 110 kW**



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**



**Esquema Inversor SMA SUNNY TRIPOWER STP110 de 110 kW**

Las características técnicas del inversor son las siguientes:

Características	SUNNY TRIPOWER STP110
<b>Potencia Nominal AC</b>	110.000 W
<b>Rango Tensión MPP</b>	500 – 800 V
<b>Seguimientos MPPT</b>	12
<b>Máx. Corriente de Entrada por MPPT</b>	26 A
<b>Tensión-Frecuencia Nominal</b>	400 V – 50 Hz
<b>Máx. Corriente de Salida</b>	159 A
<b>Máxima Eficiencia</b>	98,6%
<b>Eficiencia Europea</b>	98,4%
<b>Dimensiones (mm)</b>	1117-682-363 mm
<b>Peso</b>	93,5 Kg

El inversor fotovoltaico 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:

- Aislamiento galvánico equivalente entre la parte DC y AC
- Polarizaciones inversas
- Contra sobretensiones transitorias en la Entrada y Salida
- Contra Cortocircuitos y Sobrecargas en la Salida
- Fallos de aislamiento
- Protección Anti-Isla con desconexión automática
- Protección de máxima-mínima frecuencia y tensión de red

El inversor irá ubicado en el exterior del edificio, próximo a la CPM del suministro eléctrico del centro educativo. Para ello habrá que instalar una perfilera metálica construida “ad hoc”

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

para su sujeción (y el armario de protecciones), y se colocará un tejadillo de protección metálico que cubra tanto el inversor como el armario de protecciones eléctricas.



### 5.3.2 ELECCIÓN DEL INVERSOR

Al estar el generador fotovoltaico distribuido en varias cubiertas, con orientaciones e inclinaciones diferentes, se selecciona un inversor central multi-string, con varios seguimientos MPPT para garantizar la eficiencia de la producción fotovoltaica. Ya se ha comentado que el generador fotovoltaico está distribuido formando 14 series de módulos.

La Propiedad desea que el global de la instalación tenga la menor huella de carbono posible, por lo que recurre a inversores de fabricación europea. En este Proyecto se ha elegido el inversor del fabricante alemán SMA, aunque bien pudiera emplearse otra marca europea siempre que el equipo disponga de más de 6 seguimientos MPPT independientes, y disponga de todos los certificados de conformidad UE, de emisión de armónicos según normativa vigente y cumplimiento de toda la normativa española en lo que respecta a protecciones, NTS, etc.

Para la presente instalación se ha seleccionado el inversor SMA SUNNY TRIPOWER STP110-60, cuya potencia nominal habrá que limitarla a 100 kW y presentar a la Propiedad el correspondiente certificado.

A continuación se presenta el dimensionado del generador fotovoltaico realizado para este inversor en concreto:



MB SOLAR



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

	Entrada 1:	Entrada 2:	Entrada 3:
Número de strings:	2	1	2
Módulos fotovoltaicos:	16	16	16
Potencia pico (de entrada):	17,60 kWp	8,80 kWp	17,60 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 610 V	✓ 610 V	✓ 610 V
Tensión mín.:	559 V	559 V	559 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 861 V	✓ 861 V	✓ 861 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 26,9 A	✓ 13,5 A	✓ 26,9 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 28,1 A	✓ 14,0 A	✓ 28,1 A
	Entrada 4:	Entrada 5:	Entrada 6:
Número de strings:	1	2	1
Módulos fotovoltaicos:	16	14	14
Potencia pico (de entrada):	8,80 kWp	15,40 kWp	7,70 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 610 V	✓ 534 V	✓ 534 V
Tensión mín.:	559 V	489 V	489 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 861 V	✓ 754 V	✓ 754 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 13,5 A	✓ 26,9 A	✓ 13,5 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 14,0 A	✓ 28,1 A	✓ 14,0 A
	Entrada 7:	Entrada 8:	Entrada 9:
Número de strings:	2	2	1
Módulos fotovoltaicos:	18	14	16
Potencia pico (de entrada):	19,80 kWp	15,40 kWp	8,80 kWp
Tensión de CC mín. INVERSOR (Tensión de red 230 V):	200 V	200 V	200 V
Tensión fotovoltaica normal:	✓ 686 V	✓ 534 V	✓ 610 V
Tensión mín.:	629 V	489 V	559 V
Tensión de CC (Inversor): máx.	1100 V	1100 V	1100 V
Tensión fotovoltaica máx.	✓ 969 V	✓ 754 V	✓ 861 V
Corriente de entrada máx. por entrada de regulación del MPP:	26 A	26 A	26 A
Corriente máx. del generador:	✓ 26,9 A	✓ 26,9 A	✓ 13,5 A
Corriente de cortocircuito máx. por entrada de regulación del MPP:	40 A	40 A	40 A
Corriente máx. de cortocircuito FV	✓ 28,1 A	✓ 28,1 A	✓ 14,0 A

Software Sunny Desing-SMA

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



### 5.3.3 CONEXIONADO 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 interior.

#### ● Circuito Continua CC:

El generador fotovoltaico consta de una potencia total instalada de 119.900 Wp distribuida en 14 series.

El inversor fotovoltaico de 110 kW se conectará con 2 series de 16 módulos fotovoltaicos en los seguimientos MPPT#1#-MPPT#3#, con 1 serie de 16 módulos fotovoltaicos en los seguimientos MPPT#2#-MPPT#4#-MPPT#9#, con 2 series de 14 módulos en los seguimientos MPPT#5#-MPPT#8#, con 1 serie de 14 módulos en el seguimiento MPPT#6# y con 2 series de 18 módulos en el seguimiento MPPT#7#. En consecuencia por cada entrada de cada seguimiento MPPT (dos por seguimiento) tendremos varias mangueras ZZ-F (AS) 1,8 kV DC, positivo y negativo.

Las series se protegerán con fusibles de 1.000 V<sub>dc</sub> específicos para aplicaciones fotovoltaicas y 20 A<sub>dc</sub>.

El inversor incorpora descargador de sobretensión CC y seccionador de corte en carga CC, por lo que habrá que instalar fusibles CC fuera del inversor en todas las series y para ambos polos.

#### ● Circuito Alterna AC:

La salida del inversor fotovoltaico será trifásica a 400 V<sub>ac</sub>, conformando un sistema trifásico equilibrado. La salida del inversor irá protegida por un interruptor automático.

En el tramo de alterna entre el cuadro general de protecciones de generación y la CPM de generación, se dispondrá de protección magnetotérmica, descargadores contra sobretensiones y protección diferencial (a parte de las protecciones propias del inversor de frecuencia-tensión, anti-isla, etc. anteriormente mencionadas).

La CPM de Generación dispondrá de un seccionador de 4 polos y 160 A en su entrada, para poder cortar la generación fotovoltaica por parte de la Compañía Distribuidora.

### 5.4 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.

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. Para ello se instalará un SMA Data Manager.

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Asimismo tendremos información en tiempo real de la producción de la instalación fotovoltaica, y del rendimiento de cada seguimiento independiente.

Empleando la aplicación “SMA Energy” del fabricante SMA, todos los participantes de la Comunidad Energética podrán tener información en su móvil de la generación de esta instalación de autoconsumo colectivo. Para ello habrá que instalar el hardware necesario y un router 4G para proporcionar conexión a internet.

Se dispondrá de esta información en un monitor divulgativo ubicado en el CPEIP ELORRI para mostrar a los vecinos la iniciativa desarrollada por la Comunidad Energética KEMENDI.



## 5.5 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 los inversores disponen de protecciones para la variación de tensión y de frecuencia de la red eléctrica (relés de enclavamiento), aislamiento galvánico ó 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 disponen 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:

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

➤ 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 de **100 kW**:

● **CIRCUITO DE CONTINUA (CC):**

○ ***Fusibles CC:***

Protección de cada string mediante fusibles específicos para generación fotovoltaica de 1.000 V<sub>dc</sub> y 20 A<sub>dc</sub>.



Se instalarán de manera externa al inversor fusibles CC en ambos polos de todas las series fotovoltaicas.

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

○ **Seccionador CC:**

El 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.

● **CIRCUITO DE ALTERNA (AC):**

○ **Descargadores Sobretensión AC:**

Protección frente a sobretensiones y sobrecargas procedentes de la red interior del cliente (o de la red de distribución).



○ **Interruptor Magnetotérmico General:**

Interruptor magnetotérmico trifásico, 4 polos, de 160 A para proteger la instalación de 100 kW.



○ **Interruptor Diferencial General:**

Bloque diferencial trifásico, 4 polos, 400A – 300 mA. Será de clase B y con sensibilidad regulable hasta 3 A.



## 5.6 PUESTA A TIERRA DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 5.6.1 INTRODUCCIÓN

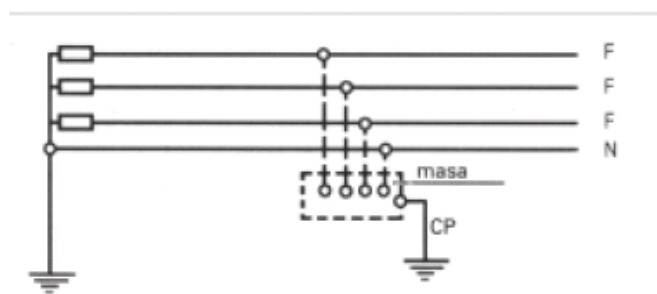
En este apartado, se explicará a grandes rasgos la instalación de la puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.

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.

### 5.6.2 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”).



Esquema de distribución tipo TT

- 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”).



### **5.6.3 PUESTA A TIERRA DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO**

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 tierra del propio edificio o si es preciso se creará una independiente.

En cuanto a los conductores de protección, la sección mínima a utilizar será de 10 mm<sup>2</sup>.

### **5.6.4 PUESTA A TIERRA DE LOS INVERSORES Y PROTECCIONES**

De manera similar a lo realizado con el campo generador, se realizará la puesta a tierra de los inversores uniéndolos a la tierra del propio edificio o creando una independiente.

## **6. CONEXIÓN CON LA RED DE DISTRIBUCIÓN**

Tratándose de una instalación de autoconsumo colectivo próxima a través de la red con compensación de excedentes, hay que instalar un cuadro de protección y medida (CPM) de Generación para contabilizar toda la energía generada y conectarnos a la CPM del suministro del colegio.



Ubicación CPM Suministro CPEIP ELORRI en Calle Señorío de Amocain

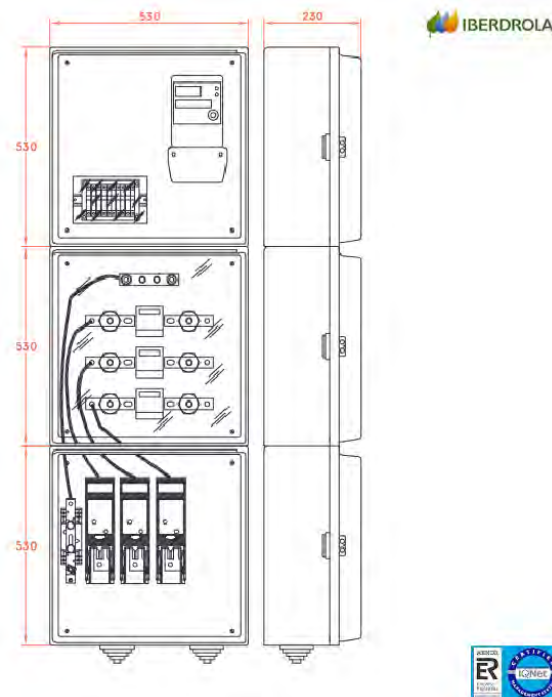
**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**



**Cuadro de Protección y Medida del Suministro – CPEIP ELORRI**

Para poder llevar a cabo la presente instalación de autoconsumo colectivo, habrá que realizar las siguientes modificaciones en el armario metálico donde actualmente se ubican los suministros del colegio:

- Sustituir la actual CPM del suministro del colegio, por una de medida indirecta pero que cumpla la normativa actual de *I-DE Redes Inteligentes* (CMT-300 de triple cuerpo).



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- Colocar una CPM de Generación de medida indirecta que cumpla con la normativa actual de *I-DE Redes Inteligentes* (CMT-300 de triple cuerpo).



CMT-300

- Construir un nuevo armario metálico que albergue la nueva CPM del suministro del colegio, la CPM de Generación y el resto de CPM de socorro y demás elementos actualmente existentes.

Para ello habrá que solicitar permiso al Ayuntamiento de Pamplona y Servicio de Jardinería, para ampliar el armario metálico a instalar y poder cortar de manera apropiada el seto existente.

Asimismo habrá que solicitar/abrir en *I-DE Redes Inteligentes* los correspondientes expedientes de renovación para poder realizar las modificaciones indicadas en los suministros eléctricos existentes que se van a ver afectados.



MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **7. REQUISITOS DE MEDIDA SEGÚN RD 244/2019**

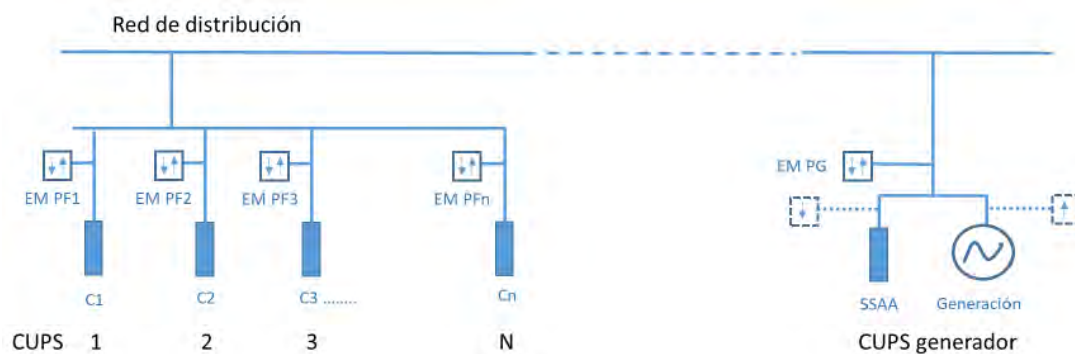
Según se establece en el artículo 10 del RD 244/2019, de 5 de abril, *por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica*, los sujetos acogidos a cualquiera de las modalidades de autoconsumo dispondrán de los equipos de medida necesarios 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.

Adicionalmente, las instalaciones de generación deberán disponer de un equipo de medida que registre la generación neta en cualquiera de los siguientes casos:

- i. Se realice un autoconsumo colectivo.
- ii. **La instalación de generación sea una instalación próxima a través de red.**
- iii. Etc.

Es decir, se colocará un Cuadro de Protección y Medida de Generación con un contador bidireccional homologado por la Compañía Distribuidora, que registrará la energía generada y exportada a la red de distribución y la consumida por los equipos que componen la instalación fotovoltaica (SSAA de generación).



Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812

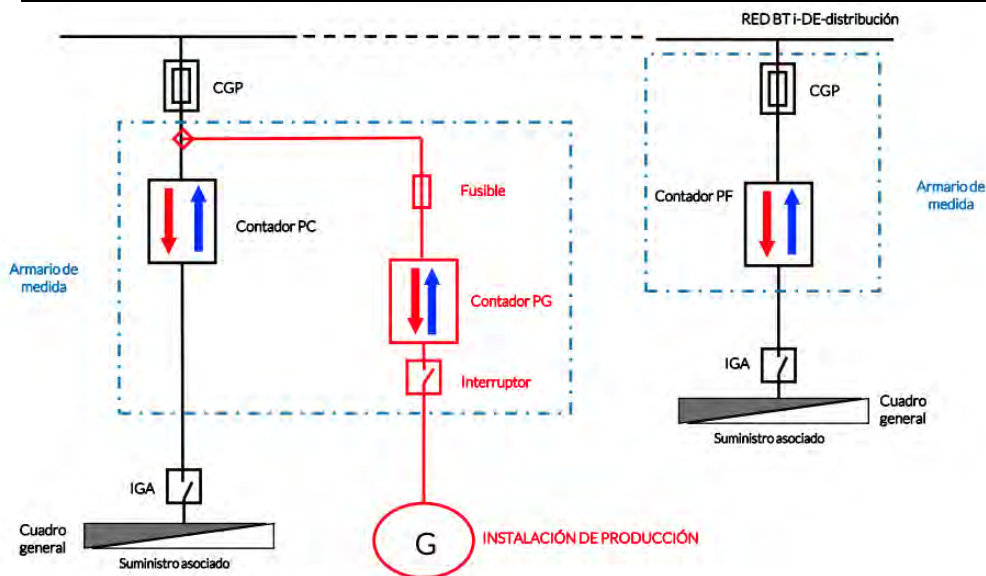





MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**



**Configuración Medida – Autoconsumo Colectivo Próximo a Través de la Red – MT 3.53.01 Iberdrola Ed. 8**

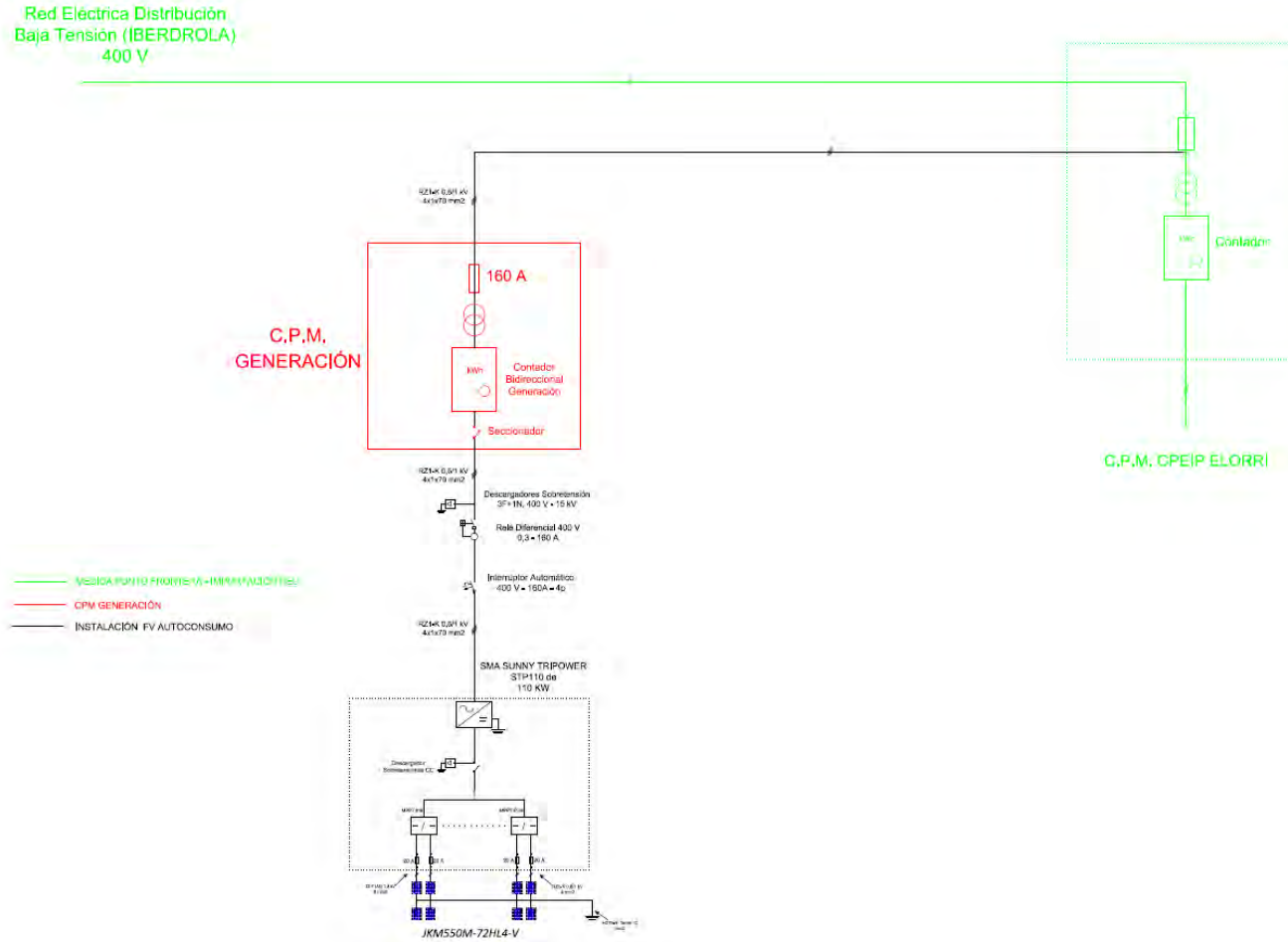
Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  




MB SOLAR

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

# 8. ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN



Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR



"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

## 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 espectacular.

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.

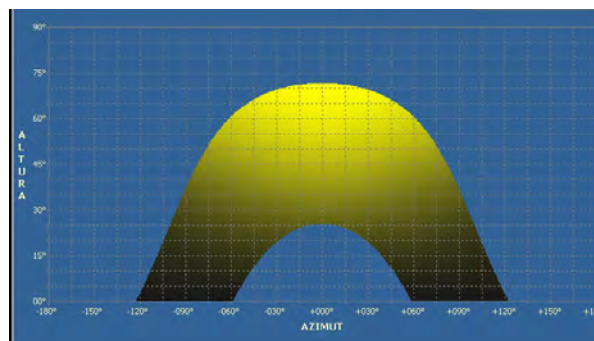
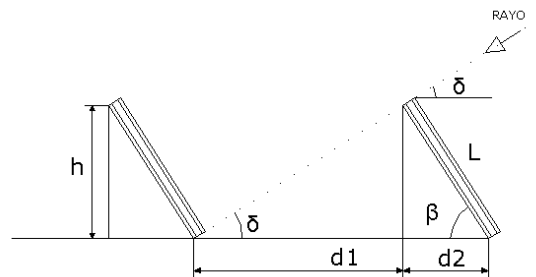


Diagrama Trayectoria Solar - Censol 5.0

Para evitar las posibles sombras que puedan aparecer entre varias 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.



El día más desfavorable del año, corresponde al solsticio de invierno, 21 de Diciembre. En este día, la altura solar es mínima.



MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

En el generador fotovoltaico situado en la cubierta plana, colocaremos las filas de módulos a una distancia de unos **0,70 metros** para evitarnos el sombreado en la franja horaria comprendida en torno al mediodía solar.

Habilitación Profesional	Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray
07/11 2023	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812	
	





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



## 10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO:

A la hora de calcular el presupuesto del proyecto, lo hemos dividido en varios capítulos:

Nº CAPÍTULO	DESIGNACIÓN
1	- GENERADOR FOTOVOLTAICO
2	- ESTRUCTURA SOPORTE
3	- INVERSORES - PROTECCIONES
4	- INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN
5	- SEGURIDAD COLECTIVA-GESTIÓN DE RESIDUOS
6	- PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES

Capítulo 1: GENERADOR FOTOVOLTAICO: **38.484,26€**

Capítulo 2: ESTRUCTURA SOPORTE: **14.193,97€**

Capítulo 3: INVERSORES - PROTECCIONES: **10.586,90€**

Capítulo 4: INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN: **9.347,32€**

Capítulo 5: SEGURIDAD COLECTIVA: **7.105,80€**

Capítulo 6: PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES: **1.970,00€**

● PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL: **81.688,25 €**

BENEFICIO INDUSTRIAL (12% sobre PG): **9.802,59 €**

GASTOS GENERALES (6% sobre PG): **4.901,29 €**

● PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC): **96.392,13 €**

IVA (21% sobre PEC): **20.242,35 €**

● PRESUPUESTO DEL PROYECTO:

**116.634,48 €**



MB SOLAR



"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

## **11. 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.

### **11.1 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. Oros 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.

#### *a) Sobretensiones:*

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.

#### *b) 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.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”

c) 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.

d) 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.

## 11.2 PROTECCIÓN 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

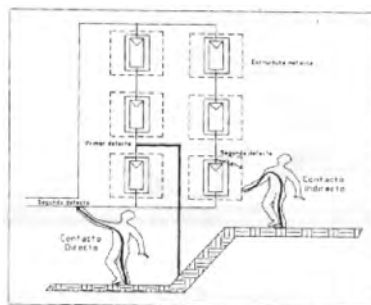
Para minimizar el riesgo de choque eléctrico a personas, una buena protección debe limitar el parámetro intensidad-tiempo al que puedan estar sometidas éstas ante contactos directos, así como la tensión de contacto máxima aplicada en el caso de contactos indirectos.

La norma UNE 20572 determina los efectos que ocasiona la corriente eléctrica en el cuerpo humano, estableciendo zonas con distinto 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,

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

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.



Riesgos eléctricos en un generador FV

### 11.3 SISTEMA DE SEGURIDAD ADOPTADO

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:

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

- 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.
  - 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 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 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



MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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

En Mutilva, a 31 de Octubre de 2023

El Ingeniero Industrial

Luis Torres Irungaray

Colegiado nº 631 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# CÁLCULOS

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



# 1. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

## 1.1 ESTIMACIÓN DE LA RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE:

Para el cálculo de la radiación solar para las distintas inclinaciones posibles de los módulos fotovoltaicos, se han utilizado los datos de radiación solar global horizontal facilitados por la estación meteorológica de **Pamplona GN**.

Se han tomado como referencia los datos proporcionados por dicha estación meteorológica al ser la más próxima a la localidad de Pamplona. Se han empleado los datos de la estación **Pamplona GN** al ser la estación más próxima y con un periodo de funcionamiento algo mayor y por lo tanto, con datos más representativos.

Los datos de radiación solar global media diaria incidente disponibles en la estación meteorológica **Pamplona GN**, abarcan desde el año 2010, en el que se inauguró, hasta el presente año 2023.

La radiación solar global media diaria incidente sobre una superficie horizontal en Pamplona, para cada mes, es la siguiente:

RADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA HORIZONTAL (KWH/M <sup>2</sup> DÍA)											
EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1,47	2,41	3,49	4,50	5,64	6,59	6,65	5,82	4,39	2,85	1,72	1,36

Así, tenemos la siguiente radiación global media mensual:

RADIACIÓN GLOBAL MEDIA MENSUAL HORIZONTAL (KWH/M <sup>2</sup> )											
EN	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
45,46	67,37	108,16	134,87	174,83	197,65	206,24	180,44	131,56	88,43	51,49	42,18

La radiación solar global anual incidente sobre una superficie horizontal en la zona de Pamplona es:

$$G(0)_{Anual} = 1.429 \text{ kWh/m}^2 \text{ año}$$

Estos datos se han obtenido calculando las medias para los diferentes años en los que la estación **Pamplona GN** lleva en funcionamiento, es decir, en el periodo 2010-2023.

Ahora, veamos cómo varía la radiación global incidente sobre una superficie inclinada  $\beta$  grados con respecto a la horizontal, situada en la zona de Mendillorri, es decir, para una latitud de 42º 48' Norte:



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

RADIACIÓN GLOBAL MEDIA DIARIA (KWH/M <sup>2</sup> AÑO)												
Inclinación	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
$\beta=0^\circ$	1,84	2,81	4,09	5,28	6,33	7,25	7,33	6,31	4,86	3,22	2,08	1,60
$\beta=10^\circ$	2,03	3,16	4,55	5,67	6,77	7,91	8,05	6,91	5,79	3,72	2,54	1,77
$\beta=20^\circ$	2,24	3,42	4,81	5,83	6,77	7,91	8,13	7,17	6,16	4,14	2,89	2,00
$\beta=30^\circ$	2,40	3,62	4,97	5,83	6,64	7,68	7,89	7,17	6,42	4,43	3,15	2,18
$\beta=40^\circ$	2,50	3,70	4,97	5,67	6,31	7,22	7,51	7,04	6,47	4,59	3,32	2,30
$\beta=50^\circ$	2,54	3,70	4,85	5,35	5,79	6,61	6,97	6,65	6,32	4,66	3,43	2,36
$\beta=60^\circ$	2,52	3,62	4,60	4,92	5,14	5,76	6,19	6,06	6,00	4,56	3,43	2,38
$\beta=70^\circ$	2,43	3,42	4,22	4,33	4,36	4,76	5,19	5,35	5,59	4,37	3,34	2,31
$\beta=80^\circ$	2,29	3,16	3,76	3,64	3,45	3,69	4,10	4,50	4,96	4,04	3,17	2,21
$\beta=90^\circ$	2,10	2,83	3,18	2,89	2,47	2,46	2,94	3,52	4,23	3,62	2,93	2,04

Tabla 1

Estos datos para las distintas inclinaciones, se han obtenido gracias a los *coeficientes de corrección k* proporcionados por IDAE, para distintos ángulos  $\beta$  de inclinación de una superficie.

Emplearemos los valores de radiación solar global obtenidos de la plataforma europea **PV-GIS** de la Joint Research Center ([European Commission](http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/)), **PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM** (<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>).

Así, podemos estimar la radiación global media anual que incide sobre una superficie en la zona de Pamplona aproximadamente, para las distintas cubiertas y distintas inclinaciones:

Cubiertas Planas

Inclinación ( $\beta^\circ$ )	Radiación Global (kWh/m <sup>2</sup> año)
$0^\circ, 0^\circ$	1.512
$0^\circ, 15^\circ$	1.672
$28^\circ, 0^\circ$	1.512
$28^\circ, 15^\circ$	1.653

Cubierta Metálica SO

Inclinación ( $\beta^\circ$ )	Radiación Global (kWh/m <sup>2</sup> año)
$0^\circ, 0^\circ$	1.512
$0^\circ, 3^\circ$	1.512
$11^\circ, 0^\circ$	1.512
$11^\circ, 3^\circ$	1.549

Cubierta Metálica NO

Inclinación ( $\beta^\circ$ )	Radiación Global (kWh/m <sup>2</sup> año)
$0^\circ, 0^\circ$	1.512
$0^\circ, 3^\circ$	1.512
$-169^\circ, 0^\circ$	1.512
$-169^\circ, 3^\circ$	1.472

## 1.2 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.

### A) PÉRDIDAS NATURALEZA FV:

- **Rendimiento Fotovoltaico:** las células fotovoltaicas de Silicio, tienen una eficiencia en torno al 21%.
- **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% / +3%.
- **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 es 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 *JINKO SOLAR / JKM550M-72HL4-V*, de 550 Wp.

El fabricante nos proporciona los siguientes coeficientes de temperatura para corriente de cortocircuito y tensión en circuito abierto, respectivamente:

$$\alpha_{I_{sc}} = +0,04 \text{ \%/}^{\circ}\text{C}$$

$$\beta_{V_{oc}} = -0,25 \text{ \%/}^{\circ}\text{C}$$

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

Estas pérdidas son las más importantes en nuestro sistema fotovoltaico. Pero dentro de lo malo, podemos prever que este problema tampoco va a producir unas pérdidas excesivas, ya que nuestras placas van a estar en continuo contacto con el aire. Al estar el generador fotovoltaico a una cierta altura con respecto al suelo, la refrigeración de los módulos será bastante buena y la disipación del calor será importante. Esto paliará en cierta medida el problema del calentamiento de las células.

**B) PÉRDIDAS EQUIPOS ELÉCTRICAS EQUIPOS:**

- **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:** los inversores fotovoltaicos tienen 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 seleccionado, *SMA SUNNY TRIPOWER STP110*, tiene una eficiencia europea del 98,4%.
- **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 podemos 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 nos da la energía anual que produce la instalación se puede escribir como:

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

donde:

- $P_{\text{mp}}$ : potencia pico del generador
- $G_{\text{CEM}}$ : 1 kW/m<sup>2</sup>

Tal y como se ha comentado a lo largo del presente proyecto, la colocación de los módulos fotovoltaicos se realizará sobre varias cubiertas con orientación Norte y Sur del *CPEIP ELORRI HLHIP* de manera coplanar con una inclinación de unos 3º y de manera inclinada con inclinación de 15º.

Para las cubiertas planas:

- Radiación Global Anual Incidente:

$$G_{\text{Anual}}(28^\circ, 15^\circ) = 1.653 \text{ kWh/m}^2$$

- Potencia Total del Generador Fotovoltaico:

**Nº Total de Módulos: 138**

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

**Potencia Pico: 75.900 Wp**

- 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...:

**PR=0,7881**

Así, se estima que la energía útil anual producida por nuestro generador fotovoltaico es:

$$E_{\text{AnualGen}} = \frac{G_{\text{Anual}}(\alpha, \beta) \cdot P_{\text{mp}} \cdot \text{PR}}{G_{\text{CEM}}}$$

**E<sub>Anual Generada</sub> = 98.879 kWh año**



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

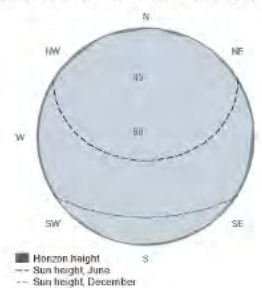
**Provided inputs:**

Latitude/Longitude: 42.810, -1.616  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 75.9 kWp  
 System loss: 14 %

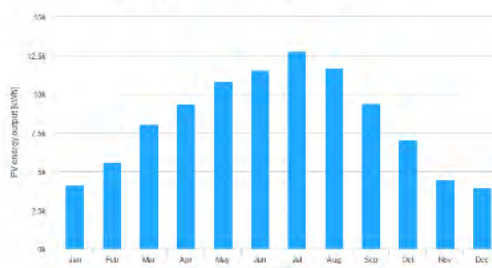
**Simulation outputs**

Slope angle: 15 °  
 Azimuth angle: 28 °  
 Yearly PV energy production: 98879.13 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1653.76 kWh/m<sup>2</sup>  
 Year-to-year variability: 3461.69 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -3.21 %  
 Spectral effects: 1.08 %  
 Temperature and low irradiance: -6.38 %  
 Total loss: -21.22 %

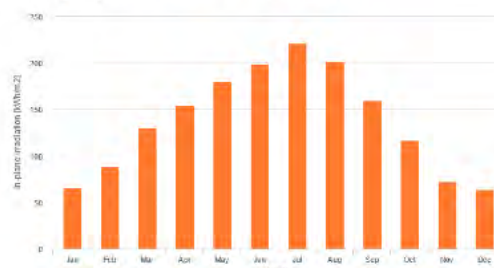
**Outline of horizon at chosen location:**



**Monthly energy output from fix-angle PV system:**



**Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:**



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Para la cubierta inclinada con orientación sur:

- Radiación Global Anual Incidente:

$$G_{\text{Anual}}(11^\circ, 3^\circ) = 1.549 \text{ kWh/m}^2$$

- Potencia Total del Generador Fotovoltaico:

**Nº Total de Módulos: 44**

**Potencia Pico: 24.200 Wp**

- 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...:

$$PR = 0,7845$$

Así, se estima que la energía útil anual producida por nuestro generador fotovoltaico es:

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

$$E_{\text{Anual Generada}} = 29.410 \text{ kWh año}$$

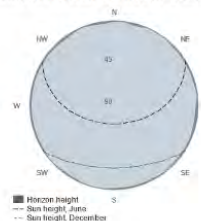


PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

**Provided inputs:**  
 Latitude/Longitude: 42.810,-1.616  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 24.2 kWp  
 System loss: 14 %

**Simulation outputs:**  
 Slope angle: 3 °  
 Azimuth angle: 11 °  
 Yearly PV energy production: 29410.92 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1549.75 kWh/m²  
 Year-to-year variability: 932.37 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -3.7 %  
 Spectral effects: 1.02 %  
 Temperature and low irradiance: -6.27 %  
 Total loss: -21.58 %

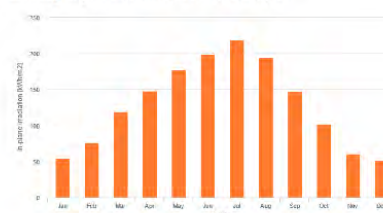
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Para la cubierta inclinada con orientación norte:

- Radiación Global Anual Incidente:

$$G_{\text{Anual}}(-169^\circ, 3^\circ) = 1.472 \text{ kWh/m}^2$$

- Potencia Total del Generador Fotovoltaico:

**Nº Total de Módulos: 36**

**Potencia Pico: 19.800 Wp**

- 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...:

$$PR = 0,7805$$

Así, se estima que la energía útil anual producida por nuestro generador fotovoltaico es:

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

$$E_{\text{Anual Generada}} = 22.750 \text{ kWh año}$$

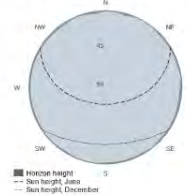


PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

Provided inputs:  
 Latitude/Longitude: 42.810, -1.616  
 Horizon: Calculated  
 Database used: PVGIS-SARAH2  
 PV technology: Crystalline silicon  
 PV installed: 19.8 kWp  
 System loss: 14 %

Simulation outputs  
 Slope angle: 3 °  
 Azimuth angle: -169 °  
 Yearly PV energy production: 22750.33 kWh  
 Yearly in-plane irradiation: 1472.34 kWh/m²  
 Year-to-year variability: 684.77 kWh  
 Changes in output due to:  
 Angle of incidence: -4.13 %  
 Spectral effects: 0.99 %  
 Temperature and low irradiance: -6.27 %  
 Total loss: -21.96 %

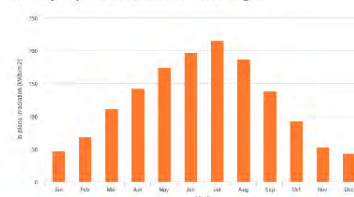
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



La producción anual estimada del generador fotovoltaico global será de **151.039 kWh**.



MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



## 2. 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

### ◆ 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".

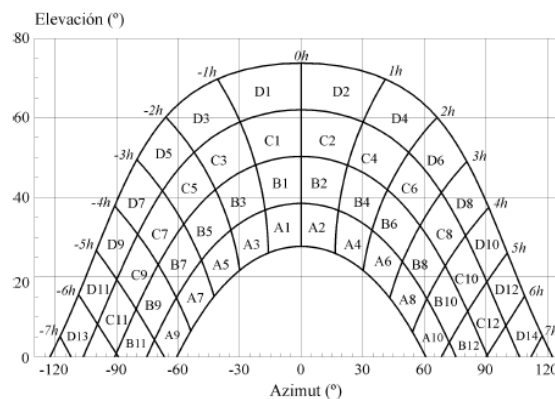


Diagrama de Trayectorias del Sol

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 nuestro caso, no existen obstáculos externos que generen sombras en las cubiertas sobre las que colocará el generador fotovoltaico.

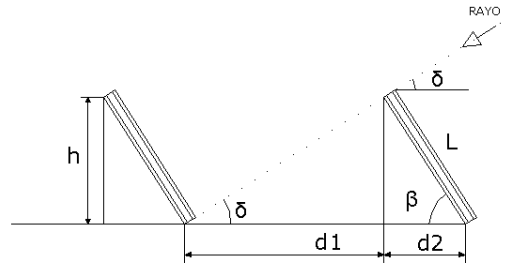
### ◆ DISTANCIA MÍNIMA ENTRE FILAS DE MÓDULOS

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



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

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.



El día más desfavorable del año, corresponde al solsticio de invierno, 21 de Diciembre. En este día, la altura solar es mínima y al mediodía solar tiene el siguiente valor:

$$h_0 = (90^\circ - \text{Latitud del lugar}) - 23,5^\circ$$

De la anterior figura deducimos:

$$d = d_1 + d_2 = L \cdot (\text{sen } \beta / \tan h_0 + \text{cos } \beta)$$

En nuestro caso:

» Latitud CPEIP ELORRI: 42,80° N

» Altura solar el 21 de diciembre al mediodía solar:

$$h_0 = (90^\circ - 42,80^\circ) - 23,5^\circ = 23,70^\circ$$

» Longitud Placas Solares (un módulo en horizontal): 1,134m.

» Inclinación Módulos: 15°

La distancia d resulta:

$$d = 1,134 \cdot (\text{sen } 15^\circ / \tan 23,70^\circ + \text{cos } 15^\circ) = 1,76 \text{ m.}$$

Calculamos por geometría d2:

$$d_2 = L \cdot \text{cos } \beta = 1,134 \cdot \text{cos } 15^\circ = 1,10 \text{ m.}$$

Así pues, la distancia mínima a la que tendremos que colocar la siguiente fila será:

$$d_1 = d - d_2 = 1,76 - 1,10 = 0,66 \text{ m}$$

Esta es la distancia mínima entre filas de módulos con una inclinación de los módulos de 15° con respecto a la horizontal.

En nuestro generador, colocaremos las filas de módulos a una distancia de unos **0,70 m.** para evitarnos el sombreado en la franja horaria comprendida en torno al mediodía solar.





MB SOLAR

*"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"*



### **3. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES:**

Para calcular la sección de los conductores, vamos a dividir 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:

a) *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.

b) *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.

c) *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.

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".*

#### **3.1 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:

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

*"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."*

En el presente caso se emplearán conductores específicos para instalaciones fotovoltaicas y con cubierta libre de halógenos tipo **ZZ-F (AS) 1,8 kV DC**.

⇒ **Cálculo de la Sección:**

**Tramo A: Módulos FV – Inversor Fotovoltaico**

La instalación fotovoltaica de 119,90 kWp está formada por un único inversor trifásico de 100 kW. Todas las series estarán protegidas con fusibles CC en ambos polos. El inversor dispone de 24 entradas, un par por cada seguimiento MPPT independiente. A cada entrada MPPT independiente le llegará una/dos series de módulos con dos conductores por serie (positivo y negativo). En total tenemos 14 series en nuestro generador fotovoltaico.

Para calcular la sección de los conductores que conforman las series hasta el inversor fotovoltaico, hay que tener en cuenta que va a haber series con mayor longitud que otras. Por ello, conocida la ubicación del inversor, junto al cuadro de protección y medida del suministro del centro educativo, emplearemos la longitud de la serie más larga para el cálculo de la sección de los conductores.

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:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \text{Cos}\phi}{k_{\text{CU}} \cdot e} \quad \text{ó} \quad S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{k_{\text{CU}} \cdot e \cdot U}$$

donde:

I: intensidad en Amperios

P: potencia en Watios

U: tensión en Voltios

Cosφ: factor de potencia

L: longitud promedio en Metros

S: sección en mm<sup>2</sup>

K<sub>CU</sub>: conductividad del cobre en  $\frac{m}{\Omega \cdot \text{mm}^2} = 56$

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

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Así tenemos lo siguiente:

- Tensión Serie Máxima (16 módulos) = 654,40 V
- Intensidad Serie Máxima = 13,45 A
- Longitud Máxima: 95 m
- Caída de tensión (1,5%)= 9,82 V
- $\cos\Phi=1$
- $k_{CU} = 56 \frac{m}{\Omega \cdot mm^2}$

Con estos valores obtenemos:

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot L \cdot \cos\phi}{k_{CU} \cdot e} = \frac{2 \cdot 13,45 \cdot 95 \cdot 1}{56 \cdot 9,82} = 4,65 \text{ mm}^2$$

	U (V)	I <sub>MAX</sub> (A)	L (M)	K <sub>CU</sub>	E <sub>PERM</sub> (V)	E <sub>REAL</sub> (V)	S (MM <sup>2</sup> )	S <sub>COMERCIAL</sub> (MM <sup>2</sup> )
<b>Tramo CC</b>	654,40	13,45	95	56	9,82	7,61	4,65	<b>6</b>

Para el tramo de continua entre los módulos fotovoltaicos y el inversor se utilizará manguera ZZ-F (AS) 1,8 kV DC de 1 x 6 mm<sup>2</sup> de sección. Hay que llevar por cada serie el positivo y negativo.

INSTALACIÓN	Nº SERIE	Nº MÓDULOS	V <sub>max</sub> (V)	I <sub>max</sub> (A)	LONGITUD CONDUCTORES				CAÍDA DE TENSIÓN		
					L Cond + (m)	L Cond - (m)	S(mm <sup>2</sup> )	S Com (mm <sup>2</sup> )	e <sub>norm</sub> (V)	e <sub>real</sub> (V)	e (%)
INV (1)	1	16	654,4	13,45	90,0	90,0	4,40	6	9,82	7,21	1,10%
	2	16	654,4	13,45	90,0	90,0	4,40	6	9,82	7,21	1,10%
	3	16	654,4	13,45	90,0	90,0	4,40	6	9,82	7,21	1,10%
	4	16	654,4	13,45	80,0	80,0	3,91	4	9,82	9,61	1,47%
	5	16	654,4	13,45	80,0	80,0	3,91	4	9,82	9,61	1,47%
	6	16	654,4	13,45	80,0	80,0	3,91	4	9,82	9,61	1,47%
	7	14	572,6	13,45	65,0	65,0	3,64	4	8,59	7,81	1,36%
	8	14	572,6	13,45	65,0	65,0	3,64	4	8,59	7,81	1,36%
	9	14	572,6	13,45	65,0	65,0	3,64	4	8,59	7,81	1,36%
	10	18	736,2	13,45	35,0	35,0	1,52	4	11,04	4,20	0,57%

Los conductores de los strings fotovoltaicos se conducirán por cubierta empleando bandeja metálica de rejilla con tapa de mínimo 100x60 con acabado galvanizado en caliente, coef. de corrosividad 7.

Por la fachada norte del CPEIP ELORRI se bajará con bandeja de PVC tipo UNEX U48X de 100x60 mm. con tapa, hasta el suelo.

En el tramo que circularán por el suelo mediante canalización subterránea hasta la ubicación del inversor, se conducirán por un tubo corrugado de diámetro mínimo de 110 mm.

### 3.2 CIRCUITO DE ALTERNA AC:

Este circuito discurre desde la salida del inversor trifásico, hasta el punto de conexión próxima a través de la red, en este caso en la CPM del suministro del CPEIP ELORRI.

Para la elección del cableado, se seguirán las normativas de referencia UNE 20 460-5-523 y la ITC-BT- 07.

Sistema de instalación	Sistema de canalización (calidad mínima)		Cable	
Superficial	Tubo 4321 No propagador de la llama	Compresión Fuerte (4), Impacto Media (3). Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. UNE-EN 50086-2-1	RZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1 kV con conductor de cobre clase 5 (L-K), aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-4
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama, Propiedades eléctricas: Aislante / continuidad eléctrica. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Empotrado	Tubo 2221: No propagador de la llama	Compresión Ligera (2), Impacto Ligera (2). UNE-EN 50086-2-2	DZ1-K (AS)	Cable de tensión asignada 0,6/1kV con conductor de cobre clase 5 (L-K), aislamiento de etileno propileno (D) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1) UNE 21.123-5
	Canal no propagadora de la llama	Impacto Media, No propagador de la llama. Que solo puede abrirse con herramientas. IP2X mínimo. UNE-EN 50085		
Enterrado	Tubo: (Propiedades de propagación de la llama no declaradas)	Compresión 250/450N (hormigón / suelo ligero), Impacto Ligera / Normal. UNE-EN 50086-2-4	RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canal de obra <sup>3</sup>			RZ1-K (AS) DZ1-K (AS)	Tipos ya descritos
Canalización prefabricada UNE-EN 60439-2				
<p>Nota 1: Según la norma UNE 21 022 los conductores clase 5 son aquellos constituidos por numerosos alambres de pequeño diámetro que le dan la característica de flexible.</p> <p>Nota 2: las normas de la serie UNE 21123 también incluyen las variantes de cables armados y apantallados que puede ser conveniente utilizar en instalaciones particulares.</p> <p>Nota 3: Cuando en una canal de obra se utilicen tubos o canales protectoras, éstos deberán cumplir con las características prescritas para sistemas de instalación empotrados.</p>				

**Tabla 1: Características mínimas para cables y sistemas de conducción**

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

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

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

**Tabla 2: Tabla de equivalencias sección-intensidad máxima**

En este circuito de alterna tenemos tres tramos diferenciados:

#### A) Inversor Fotovoltaico – Armario de Protecciones

Este circuito de alterna es trifásico. De la salida del inversor SMA SUNNY TRIPOWER STP110 hasta el armario de protecciones saldrán 4 conductores (3 fases+tierra).

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

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \phi} = \frac{100.000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 1} = 144,34 \text{ A}$$

Donde:

- I*: Corriente de línea del circuito trifásico en amperios.
- P*: Potencia activa en vatios.
- U*: Tensión de línea en voltios.
- Cos φ*: Factor de potencia de la instalación. En nuestro caso, se tomará 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, en el exterior.

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

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{k_{CU} \cdot e} \quad \text{ó} \quad S = \frac{P \cdot L}{k_{CU} \cdot e \cdot U}$$

Así, desde la salida del inversor fotovoltaico hasta el armario de protecciones emplearemos, según valores normalizados y aplicando el criterio de intensidad máxima admisible, conductores de sección **1 x 70 mm<sup>2</sup>**.

**Emplearemos manguera RZ1 0,6/1kV, libre de halógenos de sección 4 x 1 x 70 mm<sup>2</sup>.**

***B) Armario General de Protecciones FV – Cuadro de Protección y Medida de Generación***

Volviendo a la Tabla 2 (*intensidad máxima admisible*) y teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión, comprobamos la sección mínima necesaria:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{k_{CU} \cdot e} \quad \text{ó} \quad S = \frac{P \cdot L}{k_{CU} \cdot e \cdot U}$$

- Tensión: 400 V
- Potencia máxima a transportar: 100 kW

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- Longitud trifásica: 4 m
- Caída de tensión (2%): 8 V
- $\cos\phi=0,9$
- $k_{CU}=56$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{k_{CU} \cdot e} = \frac{\sqrt{3} \cdot 4 \cdot 144,34 \cdot 1}{56 \cdot 8} = 2,23 \text{ mm}^2$$

Así, desde la salida del armario de protecciones de la instalación fotovoltaica hasta el *cuadro de protección y medida de Generación* emplearemos, aplicando el criterio de intensidad máxima admisible y según valores normalizados, conductores de sección **70 mm<sup>2</sup>**.

**Emplearemos manguera RZ1 0,6/1kV, libre de halógenos de sección 4 x 1 x 70 mm<sup>2</sup>.**

***C) Cuadro de Protección y Medida de Generación – Cuadro de Protección y Medida del Suministro (Punto de Conexión con la Red Interior)***

Este circuito de alterna es trifásico y transportará como máximo una potencia de 100 kW (potencia nominal de la instalación de autoconsumo).

La salida de la CPM de Generación la conexionaremos con los portafusibles BUC de la nueva CPM del suministro del *CPEIP ELORRI* tal y como se ha indicado en la Memoria. Este será el punto de conexión *próximo a través de la red* de nuestra instalación generadora de autoconsumo colectivo.

Volviendo a la Tabla 2 (*intensidad máxima admisible*) y teniendo en cuenta el criterio de caída de tensión, comprobamos la sección mínima necesaria:

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{k_{CU} \cdot e} \quad \text{ó} \quad S = \frac{P \cdot L}{k_{CU} \cdot e \cdot U}$$

- Tensión: 400 V
- Potencia máxima a transportar: 100 kW
- Longitud trifásica: 3 m
- Caída de tensión (2%): 8 V
- $\cos\phi=0,9$
- $k_{CU}=56$

Así, desde la salida de la CPM de Generación hasta el *punto de conexión* emplearemos, aplicando el criterio de intensidad máxima admisible y según valores normalizados, conductores de sección **70 mm<sup>2</sup>**.

**Emplearemos manguera RZ1-k 0,6/1kV, libre de halógenos de sección 4 x 1 x 70 mm<sup>2</sup>.**



"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

Mutilva Baja, a 31 de Octubre de 2023

El Ingeniero Industrial

Luis Torres Irungaray

Colegiado nº 631 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# PRESUPUESTO

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812







MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## 1. INTRODUCCIÓN:

Para realizar las mediciones se descompondrá la realización de la instalación fotovoltaica de autoconsumo en sus distintas fases o actividades.

A cada una de las partes que formaran el conjunto de la realización de la instalación se le asignará un número de actividad, para facilitar la identificación de cada unidad de obra con su respectivo precio.

Las mediciones se han realizado sobre los planos de la instalación, utilizando para ello la unidad de medida más representativa para cada fase de construcción, y la que corresponde con la forma de medición con la obra. Todo ello para hacer unas mediciones que se correspondan con la instalación una vez terminada.

Las distintas fases o actividades en que se han dividido la construcción de la instalación son las siguientes:

Nº CAPÍTULO	DESIGNACIÓN
1	- GENERADOR FOTOVOLTAICO
2	- ESTRUCTURA SOPORTE
3	- INVERSORES - PROTECCIONES
4	- INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN
5	- SEGURIDAD COLECTIVA Y GESTIÓN DE RESIDUOS
6	- PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES

En primer lugar se expondrán los precios de cada partida. A continuación se presentarán las medidas realizadas. Por último se presentará el presupuesto total.

## 2. PRECIOS

### CAPÍTULO 1: GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
1.1	U	Módulo Fotovoltaico JINKO SOLAR / JKM550M-72HL4-V, 550 Wp  Módulo FV JINKO SOLAR monocristalino modelo JKM550M-72HL4-V de 550 Wp, aplicación de alto voltaje. Conectores MC4 incluidos.	134,75€
1.2	m	Manguera Solar ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV 1 x 6 mm <sup>2</sup> CU  Conductor manguera solar 1 x 6 mm <sup>2</sup> , con doble aislamiento ZZ-F (AS) 1.8 kV DC 0,6/1 kV, libre de halógenos RZ1 de Cobre, color rojo para los positivos y negro para los negativos. Montaje incluido.	0,98€

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional  
07/11 2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIIN



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
1.3	m	<b>Tubo corrugado PVC tipo "Corruflex" M25.</b>  Tubo corrugado flexible de M25 tipo "Corruflex" libre de halógenos y resistente UV, para conducción de conductores ZZ-F (AS) procedentes de las series de módulos hasta la bandeja principal. Incluidos accesorios de anclaje Montaje incluido.	<b>4,36€</b>
1.4	m	<b>Bandeja Metálica Acero Galvanizado en Caliente CC7-Rejiband 100 x 60 mm.</b>  Bandeja de acero galvanizado en caliente con coeficiente de corrosividad 7 de rejilla tipo <i>PEMSA-Rejiband</i> de 100x60 mm. con tapa incluida para conducción y bajada de conductores ZZ-F (AS) procedentes de las series de módulos, con tapa de acero anti-corrosión. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Montaje incluido.	<b>15,48€</b>
1.5	U	<b>Conectores MC4</b>  Par de conectores VW4 Weidmuller compatibles con MC4 para uso fotovoltaico, macho-hembra. Conectores para manguera de 6 mm <sup>2</sup> de sección. IP67.	<b>4,58€</b>
1.6	m	<b>Bandeja Aislante tipo UNEX U48X 100 x 60 mm. con Tapa</b>  Bandeja aislante de PVC tipo <i>UNEX U48X</i> de 100x60 mm. con tapa incluida para bajada de conductores ZZ-F (AS) por fachada del edificio procedentes de las series de módulos, con tapa aislante, libre de halógenos y tratamiento resistencia a la intemperie. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Montaje incluido.	<b>34,96€</b>
1.7	m	<b>Conductor Puesta a Tierra CU desnudo 16 mm<sup>2</sup></b>  Conductor CU desnudo para puesta a tierra de la bandeja metálica de 16 mm <sup>2</sup> de sección.	<b>2,55€</b>
1.8	m	<b>Conductor Puesta a Tierra 10 mm<sup>2</sup></b>  Conductor para puesta a tierra de los marcos de los módulos fotovoltaicos, tipo R100 H07V-K de 10 mm <sup>2</sup> de sección. Latiguillos desde conductor de PaT principal desnudo 16 mm <sup>2</sup> .	<b>1,82€</b>

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
1.9	U	<b>Pequeño Material</b> Terminales, tornillos, arandelas, bridas, etc...	<b>380,00€</b>
1.10	m	<b>Canalización Subterránea</b> Canalización subterránea a realizar entre fachada norte del CPEIP ELORRI y ubicación del inversor fotovoltaico. Excavación a realizar de mínimo 30 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad, con 2 tubos corrugados de Ø 110 mm. Trabajos de excavación, rotura de hormigón y reposición total, incluido transporte de material sobrante a gestor autorizado. Incluidas arquetas necesarias.	<b>108,60€</b>

## CAPÍTULO 2: ESTRUCTURA SOPORTE

2.1	U	<b>Perfil Aluminio V5 - barra 3,2 m.</b> Perfil de Aluminio anodizado en L 40x40x4 mm, servido en barras de 3,2 m.	<b>9,24€</b>
2.2	U	<b>Juego Fijación Cubierta Metálica</b> Juego de fijación en acero inoxidable para fijación de perfil a cubierta metálica, con juntas EPDM incluidas.	<b>1,32€</b>
2.3	U	<b>SOLARBLOC 15º</b> Bloque de hormigón SOLARBLOC auto-lastrado con inclinación 15º.	<b>17,24€</b>
2.4	U	<b>Regleta Corta Solarbloc</b> Regleta corta para carril SOLARBLOC	<b>0,68€</b>
2.5	U	<b>Grapas Final Aluminio</b> Grapa final en Aluminio, para sujeción de módulos.	<b>0,87€</b>
2.6	U	<b>Grapas Intermedia Aluminio</b> Grapas intermedia de Aluminio, para sujeción de módulos.	<b>0,98€</b>

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
2.7	U	<b>Tornillería de Acero Inoxidable Auto-Roscante en caja de 500 Ud.</b>  Tornillos de acero inoxidable auto-roscantes con punta de acero al carbono y cuerpo de acero inoxidable JF3-2-5,5x25 E16, y arandelas con junta EPDM, en caja de 500 ud.	<b>126,40€</b>
2.8	U	<b>Tornillería de Acero Inoxidable M8 en caja de 500 Ud.</b>  Tornillos de acero inoxidable M8, con arandela de goma y tuercas , en caja de 500 ud.	<b>105,57€</b>
2.9	U	<b>Montaje Estructura Soporte y Módulos Fotovoltaicos</b>  Montaje de estructura soporte, montaje de módulos, conexionado y comprobación de las series, por módulo instalado.	<b>34,52€</b>

### CAPÍTULO 3: INVERSORES - PROTECCIONES

3.1	U	<b>Inversor SMA SUNNY TRIPOWER CORE 2 STP110 de 110 kW</b>  Inversor trifásico SUNNY TRIPOWER CORE 2 STP110 de 110 kW de potencia nominal de alta eficiencia, con 12 entradas con seguimiento MPPT. Incluye protecciones eléctricas para efecto isla, frecuencia y tensión de red. Dispone de varistores DC y AC, seccionador manual de corte en carga y protección ante fallos de aislamiento. Montaje y conexionado incluidos.	<b>6.084,70€</b>
3.2	U	<b>Sistema Gestor-Monitorización Inversores</b>  Gestor de autoconsumo SMA Data Manager para medida de generación. Protecciones, montaje y conexionado incluidos. Smart TV 32" instalada para visualización generación planta.	<b>1.740,20€</b>
3.3	m	<b>Manguera FUTP Cat.VI</b>  Cable CAT.6 F/UTP apantallado, cruceta separadora y doble cubierta. Protección ante interferencias y agresiones externas.	<b>0,76€</b>

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
3.4	U	<b>Router 4G LTE</b>  Router TP-Link TL-MR6400 velocidad hasta 300Mbps, MicroSim, Puerto Ethernet LAN/WAN, antena desmontable. Configuración y montaje incluidos.	<b>193,25€</b>
3.5	U	<b>Cuadro Protecciones AC/DC inst. 100 kW</b>  Cuadro protecciones con fusibles de 1.000 Vdc y 20 A en ambos polos por string, y protecciones de alterna con interruptor automático general de 160 A, relé diferencial y descargador de sobretensión. Toma de corriente para alimentación del SMA Data Manager y router 4G. Totalmente montado y conexionado.	<b>1.580,55€</b>
3.6	U	<b>Sistema Soportación y Tejadillo de Protección para Inversor y Cuadros</b>  Sistema de soportación del inversor y cuadro de protección a la valla existente con perfiles de acero galvanizado y tornillería de acero inoxidable. También instalación de tejadillo de protección de 2,5 metros de longitud y dejando un vuelo de 20 cm. respecto al inversor, en chapa galvanizada plegada y pintada. Totalmente montado y conexionado.	<b>980,60€</b>

#### CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

4.1	m	<b>Manguera.aisla. RZ1 0,6-1kV 1x70 mm2 CU</b>  Conductor manguera 1 x 70 mm <sup>2</sup> , con doble aislamiento RV 0,6/1 kV, libre de halógenos RZ1 de Cobre. Montaje incluido.	<b>16,84€</b>
4.2	m	<b>Canalización Subterránea</b>  Canalización subterránea a realizar entre ubicación del inversor fotovoltaico y cuadro de protecciones y nuevo armario a instalar. Excavación a realizar de mínimo 30 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad, con 2 tubos corrugados de Ø 110 mm. comunicando con la CPM de generación, y luego comunicación entre CPM generación y CPM suministro. Trabajos de excavación, rotura de hormigón y reposición total, incluido transporte de material sobrante a gestor autorizado. Incluidas arquetas necesarias.	<b>108,60€</b>



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
4.3	U	<b>Elementos Cuadro de Protección y Medida de Generación</b>  Colocación de CPM de medida indirecta homologada por <i>I-DE Redes Inteligentes S.A.U.</i> y seccionador de 160 A. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Fusibles NH02 de 250 A incluidos. Montaje incluido.	<b>920,80€</b>
4.4	U	<b>Elementos Cuadro de Protección y Medida de Suministro</b>  Colocación de nueva CPM de medida indirecta homologada por <i>I-DE Redes Inteligentes S.A.U.</i> en sustitución de la existente para el suministro del CPEIP ELORRI. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Fusibles NH02 de 250 A incluidos. Incluso montaje del equipo de medida existente en la CPM a eliminar. Montaje incluido.	<b>780,90€</b>
4.5	U	<b>Instalación de nuevo Armario Metálico para las Medidas</b>  Instalación de nuevo armario metálico de chapa galvanizada en sustitución del existente totalmente pintado según condiciones del Ayuntamiento, tal que albergue todas las CPM incluida la de generación. Incluidos trabajos de desmontaje del armario existente, colocación de todos los cuadros de protección y medida y conexiones. Incluidos trámites con el Ayuntamiento para posibilitar su instalación según sus condiciones. Incluidos posibles trabajos de extensión de redes. Incluidos trabajos de tramitación con la Compañía Distribuidora.	<b>6.360,30€</b>
4.6	U	<b>Pequeño Material</b>  Terminales, tornillos, arandelas, bridas, etc...	<b>227,80€</b>
4.7	U	<b>Conexión con la Red Interior Próxima</b>  Conexión del fotovoltaico con la red interior del cliente en Cuadro de Protección y Medida del Suministro. Terminales y pequeño material incluido.	<b>320,00€</b>

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional  
07/11  
2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINN



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
---------------	--------	-------------	------------

### CAPÍTULO 5: SEGURIDAD COLECTIVA Y GESTIÓN DE RESIDUOS

5.1	m	<b>Colocación de Puntos de Anclaje en Cubiertas para Línea de Vida Temporal</b>  Colocación de puntos de anclaje para colocación de línea de vida temporal sobre las diferentes cubiertas. Totalmente instalada.	<b>18,12€</b>
5.2	U	<b>Grúa Izado Materiales</b>  Contratación de camión-grúa para izado de materiales hasta cubierta. Transporte incluido hasta la obra.	<b>1.714,80€</b>
5.3	U	<b>Gestión de Residuos</b>  Gestión de los residuos generados con un Gestor Autorizado.	<b>760,00€</b>
5.4	U	<b>Señalizaciones para obra</b>  Señalizaciones exteriores e interiores durante la ejecución de la obra y también para la maquinaria empleada.	<b>87,40€</b>
5.5	U	<b>Material Básico de Seguridad - EPIs</b>  Elementos de protección individual básico como botas de seguridad, gafas de seguridad, chalecos reflectantes, dispositivos anticaídas retráctiles, arneses, cuerdas homologadas, guantes, etc.	<b>320,00€</b>
5.6	U	<b>Extintor Manual CO<sub>2</sub></b>  Extintor manual de CO <sub>2</sub> de 6 Kg.	<b>56,00€</b>

### CAPÍTULO 6: PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES

6.1	U	<b>Revisión Final, Comprobaciones y Puesta en Marcha</b>  Revisión de toda la instalación, montaje y conexionado, comprobaciones finales y puesta en marcha. Periodo de pruebas y seguimiento incluido.	<b>460,00€</b>
-----	---	---	----------------

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº de Partida	Unidad	Descripción	Precio (€)
6.2	U	<b>Tramitación Distribuidora y Legalización en Industria</b>  Unidad de tramitación de la instalación de autoconsumo ante la distribuidora I-DE Redes Inteligentes hasta cierre completo del expediente, y legalización y registro del fotovoltaico de Baja Tensión en Industria Navarra, incluyendo tasas y coste de revisión por OCA, gestiones ante entidades oficiales, desplazamientos, preparación de documentación y demás elementos necesarios para la autorización definitiva y puesta en marcha de la instalación de autoconsumo colectivo.	<b>980,00€</b>
6.3	U	<b>Planos "As Built"</b>  Unidad de confección de planos "As Built" de las instalaciones realizadas, en formato digital editable .dwg.	<b>320,00€</b>
6.4	U	<b>Documentación Técnica y Garantías</b>  Unidad de recopilación de la documentación técnica e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento de los diferentes equipos que conforman la instalación de autoconsumo, incluyendo certificados de conformidad y garantías.	<b>210,00€</b>

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
----	--------	---------	-----	------	------	------	---------	----------

### 3. MEDICIONES

#### CAPÍTULO 1: GENERADOR FOTOVOLTAICO

1.1	<b>Módulo Fotovoltaico JINKO SOLAR / JKM550M-72HL4-V, 550 Wp</b>	Módulo FV JINKO SOLAR monocristalino modelo JKM550M-72HL4-V de 550 Wp, aplicación de alto voltaje. Conectores MC4 incluidos. Ud	218				218	218
1.2	<b>Manguera Solar ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV 1 x 6 mm<sup>2</sup> CU</b>	Conductor manguera solar 1 x 6 mm <sup>2</sup> , con doble aislamiento ZZ-F (AS) 1.8 kV DC 0,6/1 kV, libre de halógenos RZ1 de Cobre, color rojo para los positivos y negro para los negativos. Montaje incluido. m.	1.900				1.900	1.900
1.3	<b>Tubo corrugado PVC tipo "Corruflex" M25.</b>	Tubo corrugado flexible de M25 tipo "Corruflex" libre de halógenos y resistente UV, para conducción de conductores ZZ-F (AS) procedentes de las series de módulos hasta la bandeja principal. Incluidos accesorios de anclaje Montaje incluido. m.	200				200	200
1.4	<b>Bandeja Metálica Acero Galvanizado en Caliente CC7-Rejiband 100 x 60 mm.</b>	Bandeja de acero galvanizado en caliente con coeficiente de corrosividad 7 de rejilla tipo PEMSA-Rejiband de 100x60 mm. con tapa incluida para conducción y bajada de conductores ZZ-F (AS) procedentes de las series de módulos, con tapa de acero anti-corrosión. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Montaje incluido. m.	230				230	230
1.5	<b>Conectores MC4</b>	Par de conectores VW4 Weidmuller compatibles con MC4 para uso fotovoltaico, macho-hembra. Conectores para manguera de 6 mm <sup>2</sup> de sección. IP67. Ud.	100				100	100

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
1.6		<b>Bandeja Aislante tipo UNEX U48X 100 x 60 mm. con Tapa</b>						
		Bandeja aislante de PVC tipo UNEX U48X de 100x60 mm. con tapa incluida para bajada de conductores ZZ-F (AS) por fachada del edificio procedentes de las series de módulos, con tapa aislante, libre de halógenos y tratamiento resistencia a la intemperie. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Montaje incluido.						
	m.			16			16	16
1.7		<b>Conductor Puesta a Tierra CU desnudo 16 mm<sup>2</sup></b>						
		Conductor CU desnudo para puesta a tierra de la bandeja metálica de 16 mm <sup>2</sup> de sección.						
	m.			200			200	200
1.8		<b>Conductor Puesta a Tierra 10 mm<sup>2</sup></b>						
		Conductor para puesta a tierra de los marcos de los módulos fotovoltaicos, tipo R100 H07V-K de 10 mm <sup>2</sup> de sección. Latiguillos desde conductor de PaT principal desnudo 16 mm <sup>2</sup> .						
	m.			200			200	200
1.9		<b>Pequeño Material</b>						
		Terminales, tornillos, arandelas, bridas, etc...						
	Ud.			1			1	1
1.10		<b>Canalización Subterránea</b>						
		Canalización subterránea a realizar entre fachada norte del CPEIP ELORRI y ubicación del inversor fotovoltaico. Excavación a realizar de mínimo 30 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad, con 2 tubos corrugados de $\Phi$ 110 mm. Trabajos de excavación, rotura de hormigón y reposición total, incluido transporte de material sobrante a gestor autorizado. Incluidas arquetas necesarias.						
	m.			5			5	5

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
----	--------	---------	-----	------	------	------	---------	----------

## CAPÍTULO 2: ESTRUCTURA SOPORTE

### 2.1 Perfil Aluminio V5 - barra 3,2 m.

Perfil de Aluminio anodizado en L 40x40x4 mm, servido en barras de 3,2 m.

Ud.

66

66

66

### 2.2 Juego Fijación Cubierta Metálica

Juego de fijación en acero inoxidable para fijación de perfil a cubierta metálica, con juntas EPDM incluidas.

Ud.

160

160

160

### 2.3 SOLARBLOC 15º

Bloque de hormigón SOLARBLOC auto-lastrado con inclinación 15º.

Ud.

288

288

288

### 2.4 Regleta Corta Solarbloc

Regleta corta para bloque Solarbloc.

Ud.

288

288

288

### 2.5 Grapas Final Aluminio

Grapa final en Aluminio, para sujeción de módulos.

Ud.

72

72

72

### 2.6 Grapas Intermedia Aluminio

Grapas intermedia de Aluminio, para sujeción de módulos.

Ud.

400

400

400

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINA

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
2.7	<b>Tornillería de Acero Inoxidable Auto-Roscante en caja de 500 Ud.</b>	Tornillos de acero inoxidable auto-roscantes con punta de acero al carbono y cuerpo de acero inoxidable JF3-2-5,5x25 E16, y arandelas con junta EPDM, en caja de 500 Ud.	1				1	1
2.8	<b>Tornillería de Acero Inoxidable M8 en caja de 500 Ud.</b>	Tornillos de acero inoxidable M8, con arandela de goma y tuercas , en caja de 500 ud.	1				1	1
2.9	<b>Montaje Estructura Soporte y Módulos Fotovoltaicos</b>	Montaje de estructura soporte, montaje de módulos, conexionado y comprobación de las series, por módulo instalado.	218				218	218

### CAPÍTULO 3: INVERSORES - PROTECCIONES

3.1	<b>Inversor SMA SUNNY TRIPOWER CORE 2 STP110</b>	Inversor trifásico SMA SUNNY TRIPOWER CORE 2 STP110 de 110 kW de potencia nominal de alta eficiencia, con 12 entradas con seguimiento MPPT. Incluye protecciones eléctricas para efecto isla, frecuencia y tensión de red. Dispone de varistores DC y AC, seccionador manual de corte en carga, fusibles DC internos y protección ante fallos de aislamiento. Montaje y conexionado incluidos.	1				1	1
3.2	<b>Sistema Gestor-Monitorización Inversores</b>	Gestor de autoconsumo SMA Data Manager para medida de generación. Protecciones, montaje y conexionado incluidos. Smart TV 32" instalada para visualización generación planta.	1				1	1

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
3.3	<b>Manguera FUTP Cat.VI</b>	Cable CAT.6 F/UTP apantallado, cruceta separadora y doble cubierta. Protección ante interferencias y agresiones externas. m.	10				10	10
3.4	<b>Router 4G LTE</b>	Router TP-Link TL-MR6400 velocidad hasta 300Mbps, MicroSim, Puerto Ethernet LAN/WAN, antena desmontable. Configuración y montaje incluidos. Ud.	1				1	1
3.5	<b>Cuadro Protecciones AC/DC inst. 100 kW</b>	Cuadro protecciones con fusibles de 1.000 Vdc y 20 A en ambos polos por string, y protecciones de alterna con interruptor automático general de 160 A, relé diferencial y descargador de sobretensión. Toma de corriente para alimentación del SMA Data Manager y router 4G. Totalmente montado y conexionado. Ud.	1				1	1
3.6	<b>Sistema Soportación y Tejadillo de Protección para Inversor y Cuadros</b>	Sistema de soportación del inversor y cuadro de protección a la valla existente con perfiles de acero galvanizado y tornillería de acero inoxidable. También instalación de tejadillo de protección de 2,5 metros de longitud y dejando un vuelo de 20 cm. respecto al inversor, en chapa galvanizada plegada y pintada. Totalmente montado y conexionado. Ud.	1				1	1

## CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

4.1	<b>Manguera.aisla. RZ1 0,6-1kV 1x70 mm2 CU</b>	Conductor manguera 1 x 70 mm <sup>2</sup> , con doble aislamiento RV 0,6/1 kV, libre de halógenos RZ1 de Cobre. Montaje incluido. m.	18				18	18
-----	--	---	----	--	--	--	----	----



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
4.2	<b>Canalización Subterránea</b>	Canalización subterránea a realizar entre ubicación del inversor fotovoltaico y cuadro de protecciones y nuevo armario a instalar. Excavación a realizar de mínimo 30 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad, con 2 tubos corrugados de $\Phi$ 110 mm. comunicando con la CPM de generación, y luego comunicación entre CPM generación y CPM suministro. Trabajos de excavación, rotura de hormigón y reposición total, incluido transporte de material sobrante a gestor autorizado. Incluidas arquetas necesarias. m.	4				<u>4</u>	4
4.3	<b>Elementos Cuadro de Protección y Medida de Generación</b>	Colocación de CPM de medida indirecta homologada por <i>I-DE Redes Inteligentes S.A.U.</i> y seccionador de 160 A. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Fusibles NH02 de 250 A incluidos. Montaje incluido. Ud.	1				<u>1</u>	1
4.4	<b>Elementos Cuadro de Protección y Medida de Suministro</b>	Colocación de nueva CPM de medida indirecta homologada por <i>I-DE Redes Inteligentes S.A.U.</i> en sustitución de la existente para el suministro del CPEIP ELORRI. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Fusibles NH02 de 250 A incluidos. Incluso montaje del equipo de medida existente en la CPM a eliminar. Montaje incluido. Ud.	1				<u>1</u>	1
4.5	<b>Instalación de nuevo Armario Metálico para las Medidas</b>	Instalación de nuevo armario metálico de chapa galvanizada en sustitución del existente totalmente pintado según condiciones del Ayuntamiento, tal que albergue todas las CPM incluida la de generación. Incluidos trabajos de desmontaje del armario existente, colocación de todos los cuadros de protección y medida y conexiones. Incluidos trámites con el Ayuntamiento para posibilitar su instalación según sus condiciones. Incluidos posibles trabajos de extensión de redes. Incluidos trabajos de tramitación con la Compañía Distribuidora. Ud.	1				<u>1</u>	1

Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
**Habilitación Profesional**  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**


Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
<b>4.6</b>	<b>Pequeño Material</b>							
		Terminales, tornillos, arandelas, bridas, etc...						
		Ud.	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>
<b>4.7</b>	<b>Conexión con la Red Interior Próxima</b>							
		Conexión del fotovoltaico con la red interior del cliente en Cuadro de Protección y Medida del Suministro. Terminales y pequeño material incluido.						
		Ud.	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>

## CAPÍTULO 5: SEGURIDAD COLECTIVA Y GESTIÓN DE RESIDUOS

<b>5.1</b>	<b>Colocación de Línea de Vida Perimetral Temporal sobre Cubierta</b>							
		Colocación de línea de vida temporal sobre la cubierta metálica. Totalmente instalada. Desmontaje posterior incluido.						
		m.	<b>230</b>				<b>230</b>	<b>230</b>
<b>5.2</b>	<b>Grúa Izado Materiales</b>							
		Contratación de camión-grúa para izado de materiales hasta cubierta. Transporte incluido hasta la obra.						
		Ud.	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5.3</b>	<b>Gestión de Residuos</b>							
		Gestión de los residuos generados con un Gestor Autorizado.						
		Ud.	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5.4</b>	<b>Señalizaciones para obra</b>							
		Señalizaciones exteriores e interiores durante la ejecución de la obra y también para la maquinaria empleada.						
		Ud.	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>
<b>5.5</b>	<b>Material Básico de Seguridad - EPIS</b>							
		Elementos de protección individual básico como botas de seguridad, gafas de seguridad, chalecos reflectantes, dispositivos anticaídas retráctiles, arneses, cuerdas homologadas, guantes, etc.						
		Ud.	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Uds	Long	Anch	Alto	Parcial	Cantidad
5.6	<b>Extintor Manual CO<sub>2</sub></b>							
		Extintor manual de CO <sub>2</sub> de 6 Kg.						
		Ud.	1				1	1
<b>CAPÍTULO 6: PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES</b>								
6.1	<b>Revisión Final, Comprobaciones y Puesta en Marcha</b>							
		Revisión de toda la instalación, montaje y conexionado, comprobaciones finales y puesta en marcha. Periodo de pruebas y seguimiento incluido.						
		Ud.	1				1	1
6.2	<b>Tramitación Distribuidora y Legalización en Industria</b>							
		Unidad de tramitación de la instalación de autoconsumo ante la distribuidora I-DE Redes Inteligentes hasta cierre completo del expediente, y legalización y registro del fotovoltaico de Baja Tensión en Industria Navarra, incluyendo tasas y coste de revisión por OCA, gestiones ante entidades oficiales, desplazamientos, preparación de documentación y demás elementos necesarios para la autorización definitiva y puesta en marcha de la instalación de autoconsumo colectivo.						
		Ud.	1				1	1
6.3	<b>Planos "As Built"</b>							
		Unidad de confección de planos "As Built" de las instalaciones realizadas, en formato digital editable .dwg.						
		Ud.	1				1	1
6.4	<b>Documentación Técnica y Garantías</b>							
		Unidad de recopilación de la documentación técnica e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento de los diferentes equipos que conforman la instalación de autoconsumo, incluyendo certificados de conformidad y garantías.						
		Ud.	1				1	1

Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  






**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## 4. PRESUPUESTO

### CAPÍTULO 1: GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Medida	Descrip	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
1.1	U	<b>Módulo Fotovoltaico Fotovoltaico JINKO SOLAR / JKM550M-72HL4-V, 550 Wp</b>  Módulo FV JINKO SOLAR monocristalino modelo JKM550M-72HL4-V de 550 Wp, aplicación de alto voltaje. Conectores MC4 incluidos.	134,75	218	29.375,50€
1.2	m	<b>Manguera Solar ZZ-F (AS) 1.8 kV DC - 0.6/1 kV 1 x 6 mm2 CU</b>  Conductor manguera solar 1 x 6 mm <sup>2</sup> , con doble aislamiento ZZ-F (AS) 1.8 kV DC 0,6/1 kV, libre de halógenos RZ1 de Cobre, color rojo para los positivos y negro para los negativos. Montaje incluido.	0,98	1.900	1.862,00€
1.3	m	<b>Tubo corrugado PVC tipo "Corruflex" M25.</b>  Tubo corrugado flexible de M25 tipo "Corruflex" libre de halógenos y resistente UV, para conducción de conductores ZZ-F (AS) procedentes de las series de módulos hasta la bandeja principal. Incluidos accesorios de anclaje Montaje incluido.	4,36	200	872,00€
1.4	m	<b>Bandeja Metálica Acero Galvanizado en Caliente CC7-Rejiband 100 x 60 mm.</b>  Bandeja de acero galvanizado en caliente con coeficiente de corrosividad 7 de rejilla tipo PEMSA-Rejiband de 100x60 mm. con tapa incluida para conducción y bajada de conductores ZZ-F (AS) procedentes de las series de módulos, con tapa de acero anti-corrosión. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Montaje incluido.	15,48	230	3.560,40€

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descripción	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
1.5	U	<b>Conectores MC4</b>  Par de conectores VW4 Weidmuller compatibles con MC4 para uso fotovoltaico, macho-hembra. Conectores para manguera de 6 mm <sup>2</sup> de sección. IP67.	4,58	100	458,00€
1.6	m	<b>Bandeja Aislante tipo UNEX U48X 100 x 60 mm. con Tapa</b>  Bandeja aislante de PVC tipo UNEX U48X de 100x60 mm. con tapa incluida para bajada de conductores ZZ-F (AS) por fachada del edificio procedentes de las series de módulos, con tapa aislante, libre de halógenos y tratamiento resistencia a la intemperie. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Montaje incluido.	34,96	16	559,36€
1.7	m	<b>Conductor Puesta a Tierra CU desnudo 16 mm<sup>2</sup></b>  Conductor CU desnudo para puesta a tierra de la bandeja metálica de 16 mm <sup>2</sup> de sección.	2,55	200	510,00€
1.8	m	<b>Conductor Puesta a Tierra 10 mm<sup>2</sup></b>  Conductor para puesta a tierra de los marcos de los módulos fotovoltaicos, tipo R100 H07V-K de 10 mm <sup>2</sup> de sección. Latiguillos desde conductor de PaT principal desnudo 16 mm <sup>2</sup> .	1,82	200	364,00€
1.9	U	<b>Pequeño Material</b>  Terminales, tornillos, arandelas, bridas, etc...	380,00	1	380,00€

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descripción	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
----	--------	-------------	-------------	----------	--------------

1.10	m	<b>Canalización Subterránea</b>	<b>108,60</b>	<b>5</b>	<b>543,00€</b>
------	---	---------------------------------	---------------	----------	----------------

Canalización subterránea a realizar entre fachada norte del CPEIP ELORRI y ubicación del inversor fotovoltaico. Excavación a realizar de mínimo 30 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad, con 2 tubos corrugados de  $\Phi$  110 mm. Trabajos de excavación, rotura de hormigón y reposición total, incluido transporte de material sobrante a gestor autorizado. Incluidas arquetas necesarias.

## CAPÍTULO 2: ESTRUCTURA SOPORTE

2.1	U	<b>Perfil Aluminio V5 - barra 3,2 m.</b>	<b>9,24</b>	<b>66</b>	<b>609,84€</b>
-----	---	--	-------------	-----------	----------------

Perfil de Aluminio anodizado en L 40x40x4 mm, servido en barras de 3,2 m.

2.2	U	<b>Juego Fijación Cubierta Metálica</b>	<b>1,32</b>	<b>160</b>	<b>211,20€</b>
-----	---	---	-------------	------------	----------------

Juego de fijación en acero inoxidable para fijación de perfil a cubierta metálica, con juntas EPDM incluidas.

2.3	U	<b>SOLARBLOC 15º</b>	<b>17,24</b>	<b>288</b>	<b>4.965,12€</b>
-----	---	----------------------	--------------	------------	------------------

Bloque de hormigón SOLARBLOC auto-lastrado con inclinación 15º.

2.4	U	<b>Regleta Corta Solarbloc</b>	<b>0,68</b>	<b>288</b>	<b>195,84€</b>
-----	---	--------------------------------	-------------	------------	----------------

Regleta corta para bloque Solarbloc.

2.5	U	<b>Grapas Final Aluminio</b>	<b>0,87</b>	<b>72</b>	<b>62,64€</b>
-----	---	------------------------------	-------------	-----------	---------------

Grapas final de Aluminio, para sujeción de módulos.

2.6	U	<b>Grapas Intermedia Aluminio</b>	<b>0,98</b>	<b>400</b>	<b>392,00€</b>
-----	---	-----------------------------------	-------------	------------	----------------

Grapas intermedia de Aluminio, para sujeción de módulos.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descripción	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
2.7	U	<b>Tornillería de Acero Inoxidable Auto-Roscante en caja de 500 Ud.</b>  Tornillos de acero inoxidable auto-rosantes con punta de acero al carbono y cuerpo de acero inoxidable JF3-2-5,5x25 E16, y arandelas con junta EPDM, en caja de 500 ud.	126,40	1	126,40€
2.8	U	<b>Tornillería de Acero Inoxidable M8 en caja de 500 Ud.</b>  Tornillos de acero inoxidable M8, con arandela de goma y tuercas , en caja de 500 ud.	105,57	1	105,57€
2.9	U	<b>Montaje Estructura Soporte y Módulos Fotovoltaicos</b>  Montaje de estructura soporte, montaje de módulos, conexionado y comprobación de las series, por módulo instalado.	34,52	218	7.525,36€

### CAPÍTULO 3: INVERSORES – PROTECCIONES

3.1	U	<b>Inversor SMA SUNNY TRIPOWER CORE 2 STP110 de 110 kW</b>  Inversor trifásico SUNNY TRIPOWER CORE 2 STP110 de 110 kW de potencia nominal de alta eficiencia, con 12 entradas con seguimiento MPPT. Incluye protecciones eléctricas para efecto isla, frecuencia y tensión de red. Dispone de varistores DC y AC, seccionador manual de corte en carga, fusibles DC internos y protección ante fallos de aislamiento. Montaje y conexionado incluidos.	6.084,70	1	6.084,70€
3.2	U	<b>Sistema Gestor-Monitorización Inversores</b>  Gestor de autoconsumo SMA Data Manager para medida de generación. Protecciones, montaje y conexionado incluidos. Smart TV 32" instalada para visualización generación planta.	1.740,20	1	1.740,20€

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descripción	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
3.3	m	<b>Manguera FUTP Cat.VI</b>  Cable CAT.6 F/UTP apantallado, cruceta separadora y doble cubierta. Protección ante interferencias y agresiones externas.	0,76	10	7,60€
3.4	U	<b>Router 4G LTE</b>  Router TP-Link TL-MR6400 velocidad hasta 300Mbps, MicroSim, Puerto Ethernet LAN/WAN, antena desmontable. Configuración y montaje incluidos.	193,25	1	193,25€
3.5	U	<b>Cuadro Protecciones AC/DC inst. 100 kW</b>  Cuadro protecciones con fusibles de 1.000 Vdc y 20 A en ambos polos por string, y protecciones de alterna con interruptor automático general de 160 A, relé diferencial y descargador de sobretensión. Toma de corriente para alimentación del SMA Data Manager y router 4G. Totalmente montado y conexionado.	1.580,55	1	1.580,55€
3.6	U	<b>Sistema Soportación y Tejadillo de Protección para Inversor y Cuadros</b>  Sistema de soportación del inversor y cuadro de protección a la valla existente con perfiles de acero galvanizado y tornillería de acero inoxidable. También instalación de tejadillo de protección de 2,5 metros de longitud y dejando un vuelo de 20 cm. respecto al inversor, en chapa galvanizada plegada y pintada. Totalmente montado y conexionado.	980,60	1	980,60€

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descripción	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
----	--------	-------------	-------------	----------	--------------

## CAPÍTULO 4: INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

4.1	m	<b>Manguera.aisla. RZ1 0,6-1kV 1x70 mm2 CU</b>  Conductor manguera 1 x 70 mm <sup>2</sup> , con doble aislamiento RV 0,6/1 kV, libre de halógenos RZ1 de Cobre. Montaje incluido.	16,84	18	303,12€
4.2	m	<b>Canalización Subterránea</b>  Canalización subterránea a realizar entre ubicación del inversor fotovoltaico y cuadro de protecciones y nuevo armario a instalar. Excavación a realizar de mínimo 30 cm. de ancho y 60 cm. de profundidad, con 2 tubos corrugados de Ø 110 mm. comunicando con la CPM de generación, y luego comunicación entre CPM generación y CPM suministro. Trabajos de excavación, rotura de hormigón y reposición total, incluido transporte de material sobrante a gestor autorizado. Incluidas arquetas necesarias.	108,60	4	434,40€
4.3	U	<b>Elementos Cuadro de Protección y Medida de Generación</b>  Colocación de CPM de medida indirecta homologada por <i>I-DE Redes Inteligentes S.A.U.</i> y seccionador de 160 A. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Fusibles NH02 de 250 A incluidos. Montaje incluido.	920,80	1	920,80€
4.4	U	<b>Elementos Cuadro de Protección y Medida de Suministro</b>  Colocación de nueva CPM de medida indirecta homologada por <i>I-DE Redes Inteligentes S.A.U.</i> en sustitución de la existente para el suministro del CPEIP ELORRI. Incluidos accesorios de anclaje y unión. Fusibles NH02 de 250 A incluidos. Incluso montaje del equipo de medida existente en la CPM a eliminar. Montaje incluido.	780,90	1	780,90€

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
4.5	U	<b>Instalación de nuevo Armario Metálico para las Medidas</b>  Instalación de nuevo armario metálico de chapa galvanizada en sustitución del existente totalmente pintado según condiciones del Ayuntamiento, tal que albergue todas las CPM incluida la de generación. Incluidos trabajos de desmontaje del armario existente, colocación de todos los cuadros de protección y medida y conexionados. Incluidos trámites con el Ayuntamiento para posibilitar su instalación según sus condiciones. Incluidos posibles trabajos de extensión de redes. Incluidos trabajos de tramitación con la Compañía Distribuidora.	<b>6.360,30</b>	<b>1</b>	<b>6.360,30€</b>
4.6	U	<b>Pequeño Material</b>  Terminales, tornillos, arandelas, bridas, etc...	<b>227,80</b>	<b>1</b>	<b>227,80€</b>
4.7	U	<b>Conexión con la Red Interior Próxima</b>  Conexionado del fotovoltaico con la red interior del cliente en Cuadro de Protección y Medida del Suministro. Terminales y pequeño material incluido.	<b>320,00</b>	<b>1</b>	<b>320,00€</b>
<b>CAPÍTULO 5: SEGURIDAD COLECTIVA-GESTIÓN DE RESIDUOS</b>					
5.1	m	<b>Colocación de Puntos de Anclaje en Cubiertas para Línea de Vida Temporal</b>  Colocación de puntos de anclaje para colocación de línea de vida temporal sobre las diferentes cubiertas. Totalmente instalada.	<b>18,12</b>	<b>230</b>	<b>4.167,60€</b>
5.2	U	<b>Grúa Izado Materiales</b>  Contratación de camión-grúa para izado de materiales hasta cubierta. Transporte incluido hasta la obra.	<b>1.714,80</b>	<b>1</b>	<b>1.714,80€</b>

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Nº	Medida	Descrip	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
5.3	U	<b>Gestión de Residuos</b>  Gestión de los residuos generados con un Gestor Autorizado.	760,00	1	760,00€
5.4	U	<b>Señalizaciones para obra</b>  Señalizaciones exteriores e interiores durante la ejecución de la obra y también para la maquinaria empleada.	87,40	1	87,40€
5.5	U	<b>Material Básico de Seguridad - EPIS</b>  Elementos de protección individual básico como botas de seguridad, gafas de seguridad, chalecos reflectantes, dispositivos anticaídas retráctiles, arneses, cuerdas homologadas, guantes, etc.	320,00	1	320,00€
5.6	U	<b>Extintor Manual CO<sub>2</sub></b>  Extintor manual de CO <sub>2</sub> de 6 Kg.	56,00	1	56,00€

## CAPÍTULO 6: PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES

6.1	U	<b>Revisión Final, Comprobaciones y Puesta en Marcha</b>  Revisión de toda la instalación, montaje y conexionado, comprobaciones finales y puesta en marcha. Periodo de pruebas y seguimiento incluido.	460,00	1	460,00€
-----	---	---	--------	---	---------

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812







**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

Nº	Medida	Descrip	Parcial (€)	Unidades	Cantidad (€)
6.2	U	<b>Tramitación Distribuidora y Legalización en Industria</b>  Unidad de tramitación de la instalación de autoconsumo ante la distribuidora I-DE Redes Inteligentes hasta cierre completo del expediente, y legalización y registro del fotovoltaico de Baja Tensión en Industria Navarra, incluyendo tasas y coste de revisión por OCA, gestiones ante entidades oficiales, desplazamientos, preparación de documentación y demás elementos necesarios para la autorización definitiva y puesta en marcha de la instalación de autoconsumo colectivo.	980,00	1	980,00€
6.3	U	<b>Planos “As Built”</b>  Unidad de confección de planos “As Built” de las instalaciones realizadas, en formato digital editable .dwg.	320,00	1	320,00€
6.4	U	<b>Documentación Técnica y Garantías</b>  Unidad de recopilación de la documentación técnica e instrucciones de funcionamiento y mantenimiento de los diferentes equipos que conforman la instalación de autoconsumo, incluyendo certificados de conformidad y garantías.	210,00	1	210,00€

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



## 5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO


Capítulo 1: GENERADOR FOTOVOLTAICO:	<b>38.484,26€</b>
Capítulo 2: ESTRUCTURA SOPORTE:	<b>14.193,97€</b>
Capítulo 3: INVERSORES - PROTECCIONES:	<b>10.586,90€</b>
Capítulo 4: INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN:	<b>9.347,32€</b>
Capítulo 5: SEGURIDAD COLECTIVA:	<b>7.105,80€</b>
Capítulo 6: PUESTA EN MARCHA Y TRÁMITES:	<b>1.970,00€</b>
● PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL:	<b>81.688,25 €</b>
BENEFICIO INDUSTRIAL (12% sobre PG):	9.802,59 €
GASTOS GENERALES (6% sobre PG):	4.901,29 €
● PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA (PEC):	<b>96.392,13 €</b>
IVA (21% sobre PEC):	20.242,35 €
● PRESUPUESTO DEL PROYECTO:	
	<b><u>116.634,48 €</u></b>

El presupuesto del presente proyecto asciende a la cantidad de ciento dieciséis mil seiscientos treinta y cuatro euros con cuarenta y ocho céntimos.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

En Mutilva Baja, a 31 de Octubre de 2023

El Ingeniero Industrial

Luis Torres Irungaray

Colegiado nº 631 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





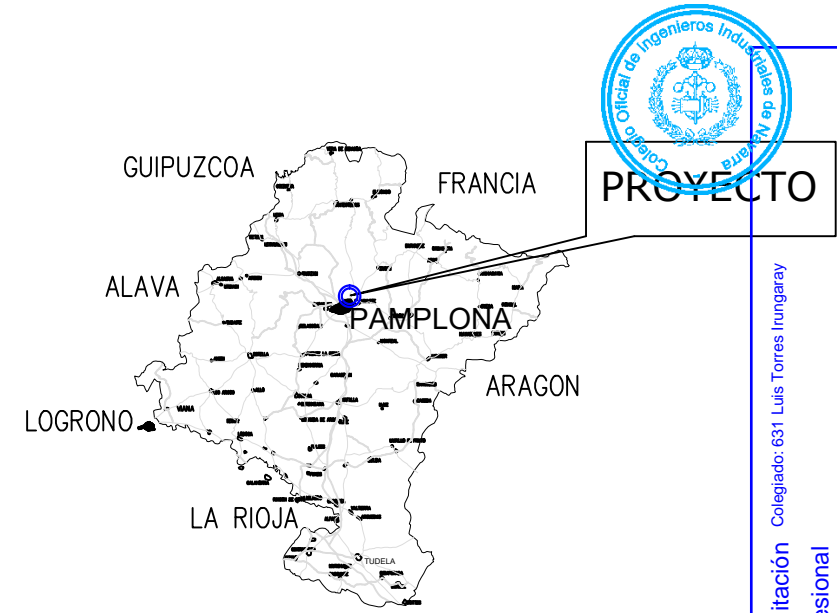
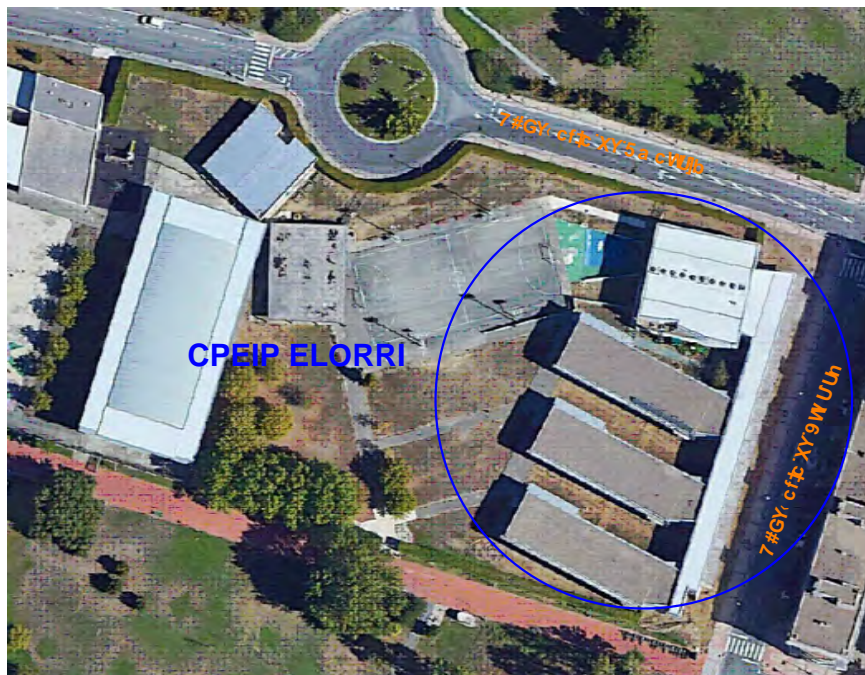
MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# PLANOS

Habilitación Profesional	Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray
07/11 2023	
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA	VISADO: 231812


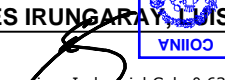


PROYECTO

Habilitación Profesional  
Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



 <b>METALLBAUEN SOLAR, S.L</b> Pol. Ind. Mutilva Baja, C/ E, Edificio 2º C 31.192 Mutilva Baja (Navarra)	PROYECTO: <b>8GH5 @ 7 # B' : CHCJC @ 5 # 5 ' 89 ' 51 HC7 CBGI AC</b> <b>COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI EN MENDILLORRI</b>	REALIZADO: <b>TORRES IRUNGARAY LUIS</b> FIRMA: 
	NOMBRE: <b>D @ BC ' I 6 # 5 7 # B ' DFCM 9 7 HC</b>	FECHA: 31-10-23



Ingeniero Industrial Col n° 631



218 módulos JINKO SOLAR 550 Wp  
 119.900 Wp  
 Inclinación: Solarbloc Cubierta plana 15°  
 Chapa Cubierta inclinada 3°  
 Orientación: Cubierta plana 28° S-O  
 Cubierta inclinada 11° S-O

 MB SOLAR	<b>METALLBAUEN SOLAR, S.L</b> Pol. Ind. Mutilva Baja, C/ E, Edificio 3, 2º C 31192 Mutilva Baja (Navarra)		
	PROYECTO: <b>BGH5 @ 7 4 B' : CHCJC @ 5 7 5 ' 89 ' 51 HC7 CBGI AC          COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI EN          MENDILLORRI</b>		REALIZADO: <b>TORRES IRUNGARAY, LUIS</b>
NOMBRE: <b>GAI @ 7 4 B' 8 ' ! ; 9B9F58CF : J ! ' J -GH5 ' 89 ' Dâ &gt; 5 FC</b>		FIRMA:  Ingeniero Industrial Col. nº: 631	FECHA: ESCALA: Nº PLANO: 31-10-23                2


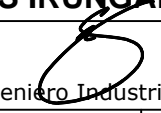
Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11/2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  
 VNI03



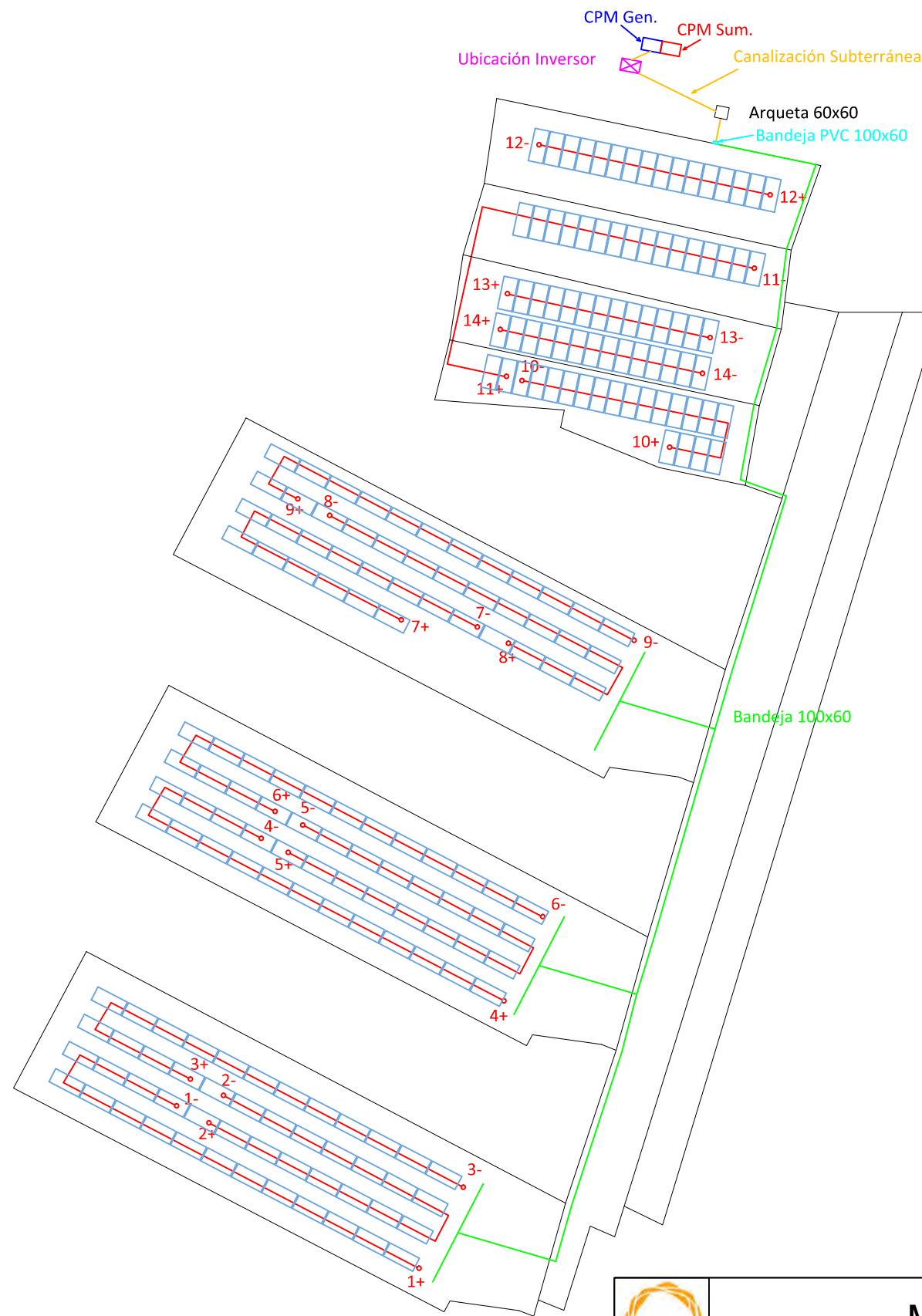
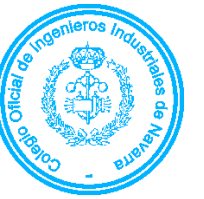
**SMA / SUNNY TRIPOWER STP 110 CORE 2 de 110 kW**

- MPPT#1#: 2 series de 16 módulos (Serie 1-2)
- MPPT#2#: 1 serie de 16 módulos (Serie 3)
- MPPT#3#: 2 series de 16 módulos (Serie 4-5)
- MPPT#4#: 1 serie de 16 módulos (Serie 6)
- MPPT#5#: 2 series de 14 módulos (Serie 7-8)
- MPPT#6#: 1 serie de 14 módulos (Serie 9)
- MPPT#7#: 2 series de 18 módulos (Serie 10-11)
- MPPT#8#: 1 serie de 16 módulos (Serie 12)
- MPPT#9#: 2 series de 14 módulos (Serie 13-14)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  
 07/11/2023  
 Profesional  
 Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

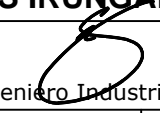
 MB SOLAR	<b>METALLBAUEN SOLAR, S.L</b> Pol. Ind. Mutilva Baja, C/ E, Edificio 3, 2º C 31192 Mutilva Baja (Navarra)		
	PROYECTO: <b>BGH5 @ 7 4 B' : CHCJC @ 15 7 5 ' 89 ' 5 I HC7 CBGI AC          COLECTIVA DE 100 KW EN CPEIP ELORRI</b>		REALIZADO: <b>TORRES IRUNGARAY, LUIS</b>
NOMBRE: <b>8 GHF 6 I 7 4 B' G9 F 9 G' ; 9 B9 F 5 8 CF' : J</b>		FIRMA:  Ingeniero Industrial Col. nº: 631	
		FECHA: 31-10-23	ESCALA: NO PLANO: <b>3</b>





# METALLBAUEN SOLAR, S.L

Pol. Ind. Mutilva Baja, C/ E, Edificio 3, 2º C  
31192 Mutilva Baja (Navarra)

<b>PROYECTO:</b> <b>BGH5 @ 7-é B' : CHCJC @ 15-75'89'51 HC7 CBGI AC</b> <b>COLECTIVA DE 100 KW EN CPEIP ELORRI</b>	<b>REALIZADO:</b> <b>TORRES IRUNGARAY, LUIS</b>		
	<b>FIRMA:</b>  Ingeniero Industrial Col. nº: 631		
<b>NOMBRE:</b> <b>8-GHF-6I 7-é B'G9F-9G'; 9B9F58CF': J</b>	<b>FECHA:</b> 31-10-23	<b>ESCALA:</b>	<b>Nº PLANO:</b> 4

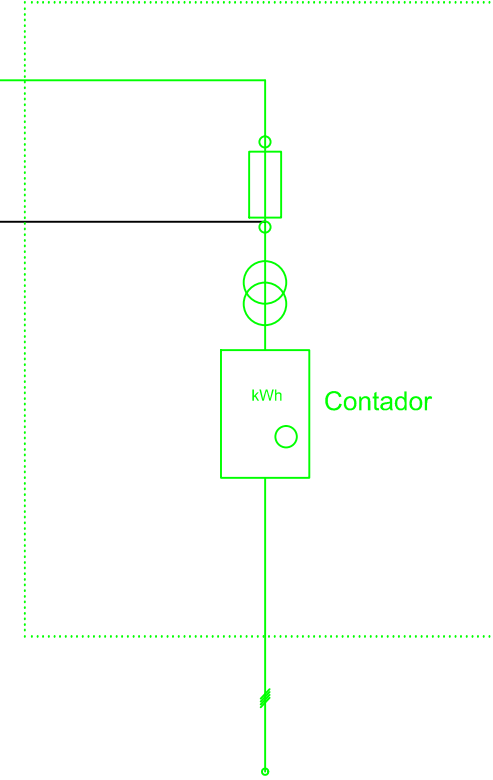
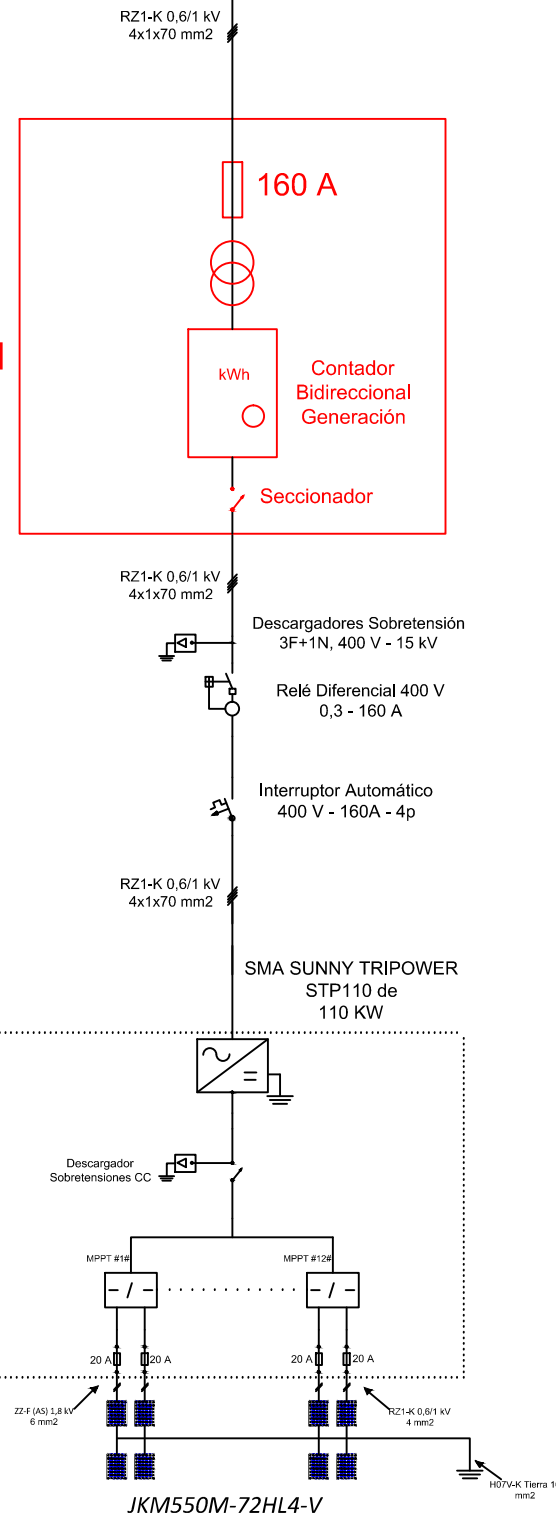
Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11/2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  
 VNI03



Red Eléctrica Distribución  
Baja Tensión (IBERDROLA)  
400 V



C.P.M.  
GENERACIÓN



C.P.M. CPEIP ELORRI

- MEDIDA PUNTO FRONTERA - IMPORTACIÓN RED
- CPM GENERACIÓN
- INSTALACIÓN FV AUTOCONSUMO



**METALLBAUEN SOLAR, S.L**

Pol. Ind. Mutilva Baja, C/ E, Edificio 3, 2º C  
31.192 Mutilva Baja (Navarra)

PROYECTO:

**BGH5 @ 7 é B: CHCJC @ 5 7 5 '89 '51 HC7 CBGI AC  
COLECTIVO DE 100 kW EN CPEIP ELORRI**

REALIZADO:

**TORRES IRUNGARAY, LUIS**

FIRMA:

Ingeniero Industrial Col. nº: 631

NOMBRE:

**ESQUEMA UNIFILAR**

FECHA:

31-10-23

ESCALA: Nº PLANO:

5

Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11/2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  
 UNICO



MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# PLIEGO DE CONDICIONES

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES:**

### **1.1 CONDICIONES GENERALES**

El presente Pliego forma parte de la documentación del Proyecto, que cita y registrará 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, aún 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.

### **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.

### **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.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

## 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 el 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.

## 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, aún 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.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **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.

## **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.

## **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.

## **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.

## **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.

## **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

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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.

## **2. CONDICIONES ECONÓMICAS:**

### **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.

### **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.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **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.

## **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.

## **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, 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.

## **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.

Habilitación Profesional  
Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



## 2.7 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.

## 2.8 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 pié 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.

## 3. CONDICIONES FACULTATIVAS:

### 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



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

- 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

### 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.

### 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. 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.

### 4.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS

El movimiento de tierras se realizará de acuerdo con las rasantes que figuran en los planos del proyecto y las que determinen 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



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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.

## 4.2 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.

## 4.3 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.



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

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, 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 Extruídos de Aluminio y sus Aleaciones y su Homologaciones”.

#### **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.

##### **4.4.1 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, como el presente, dispondrán de doble aislamiento reforzado clase II.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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:

- a) La intensidad de empleo en función de factor de potencia, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos.
- b) La intensidad de cortocircuito.
- c) El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la intensidad de cortocircuito del punto en el cual está instalado.
- d) La coordinación del dispositivo de protección con el aparillaje situado aguas arriba.
- e) La selectividad a considerar en cada caso.

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

- a) La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo previamente calculada.
- b) 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 ( $V_c/V_l$ ), 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.

#### **4.4.2 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:

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- 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.

#### **4.4.3 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 EJECUCIÓN Y PUESTA EN SERVICIO

1. 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:
  - a) 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.
  - b) 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.
  - c) Asimismo, cuando así determine la correspondiente ITC, la instalación deberá ser objeto de una inspección inicial por un organismo de control.
  - d) 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.
  - e) 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.
2. Las instalaciones eléctricas deberán ser realizadas únicamente por instaladores autorizados.
3. 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.
4. 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.

#### 4.5 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



**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

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)..

#### **4.5.1 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. La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.
3. 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.
4. 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.
5. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.
6. 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.
7. 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.
8. 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 del apartado 4.1.1.3.







**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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.

3.1 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.

3.2 Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

3.3 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.

3.4 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.



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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 (terracea) 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 ó 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:

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- 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:

6.1 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.

6.2 Los valores de eficiencia al 25 % y 100 % de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 85 % y 88 % respectivamente (valores medidos incluyendo el transformador de salida, si lo hubiere) para inversores de potencia inferior a 5 kW, y del 90 % al 92 % para inversores mayores de 5 kW.

6.3 El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 0,5 % de su potencia nominal.

6.4 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.





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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.

## **4.5.2 MANTENIMIENTO**

### **GENERALIDADES**

1. Se realizará un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos cinco años.
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:





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- 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 8.3.5.2 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).

### **4.5.3 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

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

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:

- a) 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.

- b) 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.

- c) 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.

“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”

d) 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 Fotovoltaicas 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.

Mutilva Baja, a 31 de Octubre de 2023

El Ingeniero Industrial



Luis Torres Irungaray  
Colegiado nº 631 por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





• **ÍNDICE:**

**CAPÍTULO PRIMERO: OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO**

- 1.1.- Objeto del presente estudio básico de Seguridad y Salud.
- 1.2.- Establecimiento posterior de un Plan de Seguridad y Salud en la obra.

**CAPÍTULO SEGUNDO: IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

- 2.1.- Tipo de obra.
- 2.2.- Situación del terreno y/o locales de la obra.
- 2.3.- Accesos y comunicaciones.
- 2.4.- Características del terreno y/o de los locales.
- 2.5.- Propietario / promotor.

**CAPÍTULO TERCERO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

- 3.1.- Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud.
- 3.2.- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de elaboración de proyecto.
- 3.3.- Presupuesto total de ejecución de la obra.
- 3.4.- Plazo de ejecución estimado.
- 3.5.- Número de trabajadores.
- 3.6.- Relación resumida de los trabajos a realizar.

**CAPÍTULO CUARTO: FASES DE OBRA A DESARROLLAR CON IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS**

**CAPÍTULO QUINTO: RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACION DE RIESGOS**

- 5.1.- Maquinaria.
- 5.2.- Medios de transporte.
- 5.3.- Medios Auxiliares.
- 5.4.- Herramientas (manuales, eléctricas, neumáticas, etc.)
- 5.5.- Tipos de energía a utilizar.
- 5.6.- Materiales.
- 5.7.- Mano de obra, medios humanos.

**CAPÍTULO SEXTO: MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE LOS RIESGOS**

- 6.1.- Protecciones colectivas.
- 6.2.- Equipos de protección individual (EPIS).
- 6.3.- Protecciones especiales en relación con las diferentes fases de obra.
- 6.4.- Normativa a aplicar en las fases del estudio.
- 6.5.- Directrices generales para la prevención de riesgos dorsolumbares.
- 6.6.- Mantenimiento preventivo.
- 6.7.- Instalaciones generales de higiene.
- 6.8.- Vigilancia de la Salud y Primeros Auxilios.
- 6.9.- Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos.

**CAPITULO SÉPTIMO.- LEGISLACIÓN AFECTADA**



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **CAPÍTULO PRIMERO: OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO**

### **1.1 OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud (E.B.S.S.) tiene como 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 proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse en lo que se refiere a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

### **1.2 ESTABLECIMIENTO POSTERIOR DE UN PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN LA OBRA**

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este E.B.S.S.

## **CAPÍTULO SEGUNDO: IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

### **2.1 TIPO DE OBRA**

La obra, objeto de este E.B.S.S, consiste en la ejecución de las diferentes fases de obra e instalaciones para desarrollar el siguiente proyecto:

***Instalación Fotovoltaica de Autoconsumo Compartido de 100 kW en CPEIP Elorri HLHIP***

### **2.2 SITUACION DEL TERRENO Y/O LOCALES DE LA OBRA**

Calle y número: Calle Señorío De Echalaz (Pol. 16 Parcela 155)  
 Localidad: PAMPLONA  
 Código Postal: 31016  
 Provincia: NAVARRA

### **2.3 ACCESOS Y COMUNICACIONES**

El terreno se encuentra en buenas condiciones para el inicio de la obra, sin obstáculos y con adecuados accesos para camiones y plataformas elevadoras.

El CPEIP Elorri HLHIP dispone de suministro eléctrico propio, por lo que no será necesaria la contratación de grupos electrógenos para realizar trabajos que requieran herramientas eléctricas.

### **2.4 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO Y/O DE LOS LOCALES**

El CPEIP Elorri HLHIP se encuentra ubicado en pleno núcleo urbano, pero en un recinto vallado y aislado.

Habilitación Profesional  
 Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

07/11  
 2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812





MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



## 2.5 PROPIETARIO / PROMOTOR.

Nombre: ASOCIACIÓN ENERGÉTICA MENDILLORRIKO KOMUNITATE ENERGETIKOA KEMENDI  
 C.I.F: G71472500  
 Dirección: CALLE CONCEJO DE ELCANO, 15 - 2C  
 Localidad: PAMPLONA  
 Provincia: NAVARRA  
 Código postal: 31016

## CAPÍTULO TERCERO: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### 3.1 AUTOR DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

Nombre y Apellidos: LUIS TORRES IRUNGARAY  
 Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL  
 Colegiado en: NAVARRA  
 Núm. colegiado: 631

### 3.2 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN FASE DE ELABORACION DE PROYECTO

El promotor de la obra, de acuerdo con lo ordenado por el R.D. 1627/97, ha designado como Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de proyecto de la obra a:

Nombre y Apellidos: LUIS TORRES IRUNGARAY  
 Titulación: INGENIERO INDUSTRIAL  
 Colegiado en: NAVARRA  
 Núm. colegiado: 631

### 3.3 PRESUPUESTO TOTAL DE EJECUCIÓN DE LA OBRA

El presupuesto total de la obra asciende a la cantidad indicada en el proyecto.

### 3.4 PLAZO DE EJECUCIÓN ESTIMADO

El plazo de ejecución se estima en 30 días.

### 3.5 NÚMERO DE TRABAJADORES

Durante la ejecución de las obras se estima la presencia en las obras de seis trabajadores aproximadamente.

Por ello se realiza el presente Estudio de Seguridad y Salud, para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

### 3.6 RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Los trabajos a realizar en la presente obra son los siguientes:

- Colocación de la línea de vida temporal
- Montaje de la estructura soporte en las cubiertas
- Conexión de la estructura soporte a tierra
- Montaje de los módulos fotovoltaicos en la estructura soporte
- Tendido de las series de módulos
- Conexión de las series eléctricas al inversor
- Instalación del inversor y protecciones eléctricas en el exterior del edificio
- Instalación de Baja Tensión

Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

Habilitación Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINIO

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- Colocación de la CPM de generación
- Conexión a la red en CPM del suministro
- Pruebas y Puesta en Marcha

## **CAPÍTULO CUARTO: FASES DE OBRA CON IDENTIFICACION DE RIESGOS**

Durante la ejecución de los trabajos se plantea la realización de las siguientes fases de obras con identificación de los riesgos que conllevan:

### **INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS DE AUTOCONSUMO:**

- o Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- o Quemaduras físicas y químicas.
- o Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- o Ambiente pulverulento.
- o Animales y/o parásitos.
- o Aplastamientos.
- o Atrapamientos.
- o Atropellos y/o colisiones.
- o Caída de objetos y/o de máquinas.
- o Caídas de personas a distinto nivel.
- o Caídas de personas al mismo nivel.
- o Contactos eléctricos directos.
- o Cuerpos extraños en ojos.
- o Desprendimientos.
- o Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- o Pisada sobre objetos punzantes.
- o Sobreesfuerzos.
- o Ruido de compresores martillos y maquinaria cimentación en roca.
- o Vuelco de máquinas y/o camiones.

## **CAPÍTULO QUINTO: RELACIÓN DE MEDIOS HUMANOS Y TÉCNICOS PREVISTOS CON IDENTIFICACION DE RIESGOS**

Se describen, a continuación, los medios humanos y técnicos que se prevé utilizar para el desarrollo de este proyecto. De conformidad con lo indicado en el R.D. 1627/97 de 24/10/97 se identifican los riesgos inherentes a tales medios técnicos.

### **5.1 MAQUINARIA**

Bomba de hormigonado.

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Quemaduras físicas y químicas.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

Vuelco de máquinas y/o camiones.  
Camión grúa.

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Atropellos y/o colisiones.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Contactos eléctricos directos.  
Desprendimientos.  
Golpe por rotura de cable.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Vibraciones.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.  
Vuelco de máquinas y/o camiones.

Camión hormigonera.

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Atropellos y/o colisiones.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Contactos eléctricos directos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Vibraciones.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.  
Vuelco de máquinas y/o camiones.

Plataforma Elevadora

Caída de personas a distinto nivel  
Caída de personas transportadas  
Caída de objetos almacenados  
Vuelco de la plataforma  
Atrapamiento  
Golpes  
Cortes y erosiones  
Choques  
Sobreesfuerzos

Hormigonera.

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.  
Quemaduras físicas y químicas.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Ambiente polvoriento.  
Atrapamientos.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.  
Vuelco de máquinas y/o camiones.

## 5.2 MEDIOS DE TRANSPORTE

Bateas, cestas, cangilones, vagones y chalanas.

Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Atropellos y/o colisiones.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.  
Vuelco de máquinas y/o camiones.

Sacos textiles para evacuación de escombros.

Ambiente polvoriento.  
Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Ternales, trócolas, poleas, cuerdas de izado, polipastos, eslingas, estrobos.

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Aplastamientos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Golpe por rotura de cable.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

## 5.3 MEDIOS AUXILIARES

Banqueta aislante.

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Cestas metálicas.

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Codales, monteras y tensores

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpe por rotura de cable.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray Profesional
07/11 2023
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812



MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Detector de conducciones eléctricas y metálicas.

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Letreros de advertencia a terceros.

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Útiles y herramientas accesorias.

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

#### **5.4 HERRAMIENTAS**

- Herramientas de combustión.

Equipo de soldadura autónoma y oxicorte.  
Quemaduras físicas y químicas.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Explosiones.  
Exposición a fuentes luminosas peligrosas.  
Incendios.  
Inhalación de sustancias tóxicas.

Pistola de clavos de impulsión.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Explosiones.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Ruido.  
Trauma sonoro.

- Herramientas eléctricas.

Atornilladoras con y sin alimentador.  
  
Quemaduras físicas y químicas.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Compresor.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINA



MB SOLAR



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Atrapamientos.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Explosiones.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.

Esmeriladora radial.

Quemaduras físicas y químicas.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Ambiente polvoriento.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Incendios.  
Inhalación de sustancias tóxicas.  
Sobreesfuerzos.  
Ruido.

Grupo de soldadura.

Quemaduras físicas y químicas.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.  
Atmósferas tóxicas, irritantes.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Exposición a fuentes luminosas peligrosas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Incendios.  
Inhalación de sustancias tóxicas.

Taladradora.

Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Ambiente polvoriento.  
Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.  
- Herramientas de mano.  
Bolsa porta herramientas

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray Profesional
07/11 2023
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Caja completa de herramientas dieléctricas homologadas

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Cizalla cortacables

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.  
Sobreesfuerzos.

Cuchillas

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Cuerda de servicio

Quemaduras físicas y químicas.  
Atrapamientos.  
Sobreesfuerzos.

Pelacables

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Sierra de metales

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Tenacillas

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Tijeras

Atrapamientos.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

## **5.5 TIPOS DE ENERGÍA**

Combustibles gaseosos y comburentes (oxígeno y acetileno)

Atmósferas tóxicas, irritantes.  
Deflagraciones.  
Derrumbamientos.  
Explosiones.  
Incendios.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



Inhalación de sustancias tóxicas.

Electricidad.

Quemaduras físicas y químicas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Exposición a fuentes luminosas peligrosas.  
Incendios.

Esfuerzo humano.

Sobreesfuerzos.

Motores eléctricos.

Quemaduras físicas y químicas.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Contactos eléctricos directos.  
Contactos eléctricos indirectos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Incendios.  
Sobreesfuerzos.

## 5.6 MATERIALES

Alambre de atar

Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Anclajes de cable o barra de acero de alta resistencia

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Cables tensores (vientos)

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Caídas de personas a distinto nivel.  
Caídas de personas al mismo nivel.  
Golpe por rotura de cable.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Cables, mangueras eléctricas y accesorios

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

Cajetines, regletas, anclajes, prensacables

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

**Cemento**

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.  
Quemaduras físicas y químicas.  
Ambiente polvoriento.  
Sobreesfuerzos.

**Cinta adhesiva**

**Electrodos**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Inhalación de sustancias tóxicas.

**Ferralla de distintos diámetros**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.  
Sobreesfuerzos.

**Grapas, abrazaderas y tornillería**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.

**Hormigón en masa o armado**

Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.  
Proyecciones de objetos y/o fragmentos.  
Cuerpos extraños en ojos.

**Ladrillos de todos los tipos**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Cuerpos extraños en ojos.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Sobreesfuerzos.

**Mallazo**

Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Pisada sobre objetos punzantes.  
Sobreesfuerzos.

**Pinturas**

Atmósferas tóxicas, irritantes.  
Caída de objetos y/o de máquinas.  
Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.  
Incendios.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINA

## 5.7 MANO DE OBRA, MEDIOS HUMANOS

Ayudantes

Encargado

Gruístas

Mando intermedio

Oficiales

Operadores de maquinaria de excavación

Peones

Responsable técnico

## CAPITULO 6: MEDIDAS DE PREVENCION DE LOS RIESGOS

### 6.1 PROTECCIONES COLECTIVAS

#### GENERALES:

- Señalización

El Real Decreto 485/1997, de 14 de abril por el que se establecen las disposiciones mínimas de carácter general relativas a la señalización de seguridad y salud en el trabajo, indica que deberá utilizarse una señalización de seguridad y salud a fin de:

- A) Llamar la atención de los trabajadores sobre la existencia de determinados riesgos, prohibiciones u obligaciones.
- B) Alertar a los trabajadores cuando se produzca una determinada situación de emergencia que requiera medidas urgentes de protección o evacuación.
- C) Facilitar a los trabajadores la localización e identificación de determinados medios o instalaciones de protección, evacuación, emergencia o primeros auxilios.
- D) Orientar o guiar a los trabajadores que realicen determinadas maniobras peligrosas.

Tipos de señales:

- a) En forma de panel:

Señales de advertencia

Forma: Triangular  
Color de fondo: Amarillo  
Color de contraste: Negro  
Color de Símbolo: Negro

Señales de prohibición:

Forma: Redonda  
Color de fondo: Blanco  
Color de contraste: Rojo  
Color de Símbolo: Negro

Señales de obligación:

Forma: Redonda  
Color de fondo: Azul

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

VISADO: 231812





**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Color de Símbolo: Blanco

Señales relativas a los equipos de lucha contra incendios:

Forma: Rectangular o cuadrada:

Color de fondo: Rojo

Color de Símbolo: Blanco

Señales de salvamento o socorro:

Forma: Rectangular o cuadrada:

Color de fondo: Verde

Color de Símbolo: Blanco

b) Cinta de señalización

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, caída de personas a distinto nivel, choques, golpes, etc., se señalará con los antes dichos paneles o bien se delimitará la zona de exposición al riesgo con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 45°.

c) Iluminación (anexo IV del R.D. 486/97 de 14/4/97)

Zonas o partes del lugar de trabajo	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
11 Baja exigencia visual	100
21 Exigencia visual moderada	200
30 Exigencia visual alta	500
41 Exigencia visual muy alta	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	25
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Estos niveles mínimos deberán duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a) En áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choque u otros accidentes.
- b) En las zonas donde se efectúen tareas, y un error de apreciación visual durante la realización de las mismas, pueda suponer un peligro para el trabajador que las ejecuta o para terceros.

Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.

Portátiles manuales de alumbrado eléctrico: 24 voltios.

Prohibición total de utilizar iluminación de llama.


Protección de personas en instalación eléctrica

Instalación eléctrica ajustada al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y hojas de interpretación, certificada por instalador autorizado.

En aplicación de lo indicado en el apartado 3A del Anexo IV al R.D. 1627/97 de 24/10/97, la instalación eléctrica deberá satisfacer, además, las dos siguientes condiciones:

Deberá proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañe peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.

El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  


**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conectados a las bases mediante clavijas normalizadas, blindados e interconexiónados con uniones antihumedad y antichoque. Los fusibles blindados y calibrados según la carga máxima a soportar por los interruptores.

Continuidad de la toma de tierra en las líneas de suministro interno de obra con un valor máximo de la resistencia de 80 Ohmios. Las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.

Las tomas de corriente estarán provistas de conductor de toma a tierra y serán blindadas.

Todos los circuitos de suministro a las máquinas e instalaciones de alumbrado estarán protegidos por fusibles blindados o interruptores magnetotérmicos y disyuntores diferenciales de alta sensibilidad en perfecto estado de funcionamiento.

d) Señales óptico-acústicas de vehículos de obra

Las máquinas autoportantes que puedan intervenir en las operaciones de manutención deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica cuyo nivel sonoro sea superior al ruido ambiental, de manera que sea claramente audible; si se trata de señales intermitentes, la duración, intervalo y agrupación de los impulsos deberá permitir su correcta identificación, Anexo IV del R.D. 485/97 de 14/4/97.
- Señales sonoras o luminosas (previsiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás, Anexo I del R.D. 1215/97 de 18/7/97.
- Los dispositivos de emisión de señales luminosas para uso en caso de peligro grave deberán ser objeto de revisiones especiales o ir provistos de una bombilla auxiliar.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizado rotativo luminoso destelleante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivo de balizamiento de posición y preseñalización (lamas, conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).

**PROTECCIONES COLECTIVAS PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA:**

**PROTECCIONES COMUNES A SISTEMAS FOTOVOLTAICOS E INSTALACIONES ELECTRICAS ALTA TENSION**

Protección contra caídas de altura de personas u objetos.

El riesgo de caída de altura de personas (precipitación, caída al vacío) es contemplado por el Anexo II del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1.997 como riesgo especial para la seguridad y salud de los trabajadores, por ello, de acuerdo con los artículos 5.6 y 6.2 del mencionado Real Decreto se adjuntan las medidas preventivas específicas adecuadas.

Barandillas de protección:

Se utilizarán como cerramiento provisional de huecos verticales y perimetrales de plataformas de trabajo, susceptibles de permitir la caída de personas u objetos desde una altura superior a 2 m; estarán constituidas por balaustre, rodapié de 20 cm de alzada, travesaño intermedio y pasamanos superior, de 90 cm. de altura, sólidamente anclados todos sus elementos entre sí y serán lo suficientemente resistentes.

Pasarelas:

En aquellas zonas que sean necesarias, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos se realizarán mediante pasarelas. Serán preferiblemente prefabricadas de metal, o en su defecto realizadas "in situ", de una anchura mínima de 1 m, dotada en sus laterales de barandilla de seguridad reglamentaria:

La plataforma será capaz de resistir 300 Kg. de peso y estará dotada de guirnaldas de iluminación nocturna, si se encuentra afectando a la vía pública.

Escaleras portátiles:

Tendrán la resistencia y los elementos de apoyo y sujeción necesarios para que su utilización en las condiciones requeridas no suponga un riesgo de caída, por rotura o desplazamiento de las mismas.

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Las escaleras que tengan que utilizarse en obra habrán de ser preferentemente de aluminio o hierro, a no ser posible se utilizarán de madera, pero con los peldaños ensamblados y no clavados. Estará dotadas de zapatas, sujetas en la parte superior, y sobrepasarán en un metro el punto de apoyo superior.

Previamente a su utilización se elegirá el tipo de escalera a utilizar, en función de la tarea a la que esté destinada y se asegurará su estabilidad. No se emplearán escaleras excesivamente cortas ó largas, ni empalmadas.

#### Sirgas

Sirgas de desplazamiento y anclaje del cinturón de seguridad

Variables según los fabricantes y dispositivos de anclaje utilizados.

#### Accesos y zonas de paso del personal, orden y limpieza

Las aperturas de huecos horizontales sobre los forjados, deben condenarse con un tablero resistente, red, mallazo electrosoldado o elemento equivalente cuando no se esté trabajando en sus inmediaciones con independencia de su profundidad o tamaño.

Las armaduras y/o conectores metálicos sobresalientes de las esperas de las mismas estarán cubiertas por resguardos tipo "seta" o cualquier otro sistema eficaz, en previsión de punciones o erosiones del personal que pueda colisionar sobre ellos.

En aquellas zonas que sea necesario, el paso de peatones sobre las zanjas, pequeños desniveles y obstáculos, originados por los trabajos, se realizarán mediante pasarelas.

#### Eslingas de cadena

El fabricante deberá certificar que disponen de un factor de seguridad 5 sobre su carga nominal máxima y que los ganchos son de alta seguridad (pestillo de cierre automático al entrar en carga). El alargamiento de un 5% de un eslabón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

#### Eslinga de cable

A la carga nominal máxima se le aplica un factor de seguridad 6, siendo su tamaño y diámetro apropiado al tipo de maniobras a realizar; las gazas estarán protegidas por guardacabos metálicos fijados mediante casquillos prensados y los ganchos serán también de alta seguridad. La rotura del 10 % de los hilos en un segmento superior a 8 veces el diámetro del cable o la rotura de un cordón significa la caducidad inmediata de la eslinga.

## 6.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIS)

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

- Quemaduras físicas y químicas.

Guantes de protección frente a abrasión

Guantes de protección frente a agentes químicos

Guantes de protección frente a calor

Sombreros de paja (aconsejables contra riesgo de insolación)

- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos

Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)

Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Ambiente polvoriento.

Equipos de protección de las vías respiratorias con filtro mecánico

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"

Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)  
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Animales y/o parásitos.

- Aplastamientos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Atmósfera anaerobia (con falta de oxígeno) producida por gases inertes.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Atmósferas tóxicas, irritantes.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado  
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)  
Impermeables, trajes de agua  
Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura  
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Atrapamientos.

Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos  
Guantes de protección frente a abrasión

- Atropellos y/o colisiones.

- Caída de objetos y/o de máquinas.

Bolsa portaherramientas  
Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos

- Caídas de personas a distinto nivel.

Cinturón de seguridad anticaídas  
Cinturón de seguridad clase para trabajos de poda y postes

- Caídas de personas al mismo nivel.


Bolsa portaherramientas  
Calzado de protección sin suela antiperforante

- Contactos eléctricos directos.

Calzado con protección contra descargas eléctricas  
Casco protector de la cabeza contra riesgos eléctricos  
Gafas de seguridad contra arco eléctrico  
Guantes dieléctricos

- Contactos eléctricos indirectos.

Botas de agua

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray Profesional
07/11 2023
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812
 COIINA



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- Cuerpos extraños en ojos.

Gafas de seguridad contra proyección de líquidos  
Gafas de seguridad para uso básico (choque o impacto con partículas sólidas)  
Pantalla facial abatible con visor de rejilla metálica, con atalaje adaptado al casco

- Deflagraciones.
- Derrumbamientos.
- Desprendimientos.
- Explosiones.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Bolsa portaherramientas  
Calzado con protección contra golpes mecánicos  
Casco protector de la cabeza contra riesgos mecánicos  
Chaleco reflectante para señalistas y estrobadores  
Guantes de protección frente a abrasión

- Pisada sobre objetos punzantes.

Bolsa portaherramientas  
Calzado de protección con suela antiperforante

- Incendios.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado

- Inhalación de sustancias tóxicas.

Equipo de respiración autónomo, revisado y cargado  
Mascarilla respiratoria de filtro para humos de soldadura

- Vibraciones.

Cinturón de protección lumbar

- Sobreesfuerzos.

Cinturón de protección lumbar

- Ruido.

Protectores auditivos

- Trauma sonoro.

Protectores auditivos

- Vuelco de máquinas y/o camiones.

- Caída de personas de altura.

Cinturón de seguridad anticaídas

## 6.3 PROTECCIONES ESPECIALES

### GENERALES

Circulación y accesos en obra:

Se estará a lo indicado en el artículo 11 A del Anexo IV del R.D. 1627/97 de 24/10/97 respecto a vías de circulación y zonas peligrosas.

Los accesos de vehículos deben ser distintos de los del personal, en el caso de que se utilicen los mismos se debe dejar un pasillo para el paso de personas protegido mediante vallas.

En ambos casos los pasos deben ser de superficies regulares, bien compactados y nivelados, si fuese necesario realizar pendientes se recomienda que estas no superen un 11% de desnivel. Todas estas vías estarán debidamente señalizadas y periódicamente se procederá a su control y mantenimiento. Si existieran zonas de acceso limitado deberán estar equipadas con dispositivos que eviten el paso de los trabajadores no autorizados.

El paso de vehículos en el sentido de entrada se señalará con limitación de velocidad a 10 ó 20 Km/h. y ceda el paso. Se obligará la detención con una señal de STOP en lugar visible del acceso en sentido de salida.

En las zonas donde se prevé que puedan producirse caídas de personas o vehículos deberán ser balizadas y protegidas convenientemente.

Las maniobras de camiones y/u hormigonera deberán ser dirigidas por un operario competente, y deberán colocarse topes para las operaciones de aproximación y vaciado.

El grado de iluminación natural será suficiente y en caso de luz artificial (durante la noche o cuando no sea suficiente la luz natural) la intensidad será la adecuada, citada en otro lugar de este estudio.

En su caso se utilizarán portátiles con protección antichoque. Las luminarias estarán colocadas de manera que no supongan riesgo de accidentes para los trabajadores (art. 9).

Si los trabajadores estuvieran especialmente a riesgos en caso de avería eléctrica, se dispondrá iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

Protecciones y resguardos en máquinas:

Toda la maquinaria utilizada durante la obra, dispondrá de carcasas de protección y resguardos sobre las partes móviles, especialmente de las transmisiones, que impidan el acceso involuntario de personas u objetos a dichos mecanismos, para evitar el riesgo de atrapamiento.

Protección contra contactos eléctricos.

Protección contra contactos eléctricos indirectos:

Esta protección consistirá en la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica asociada a un dispositivo diferencial.

El valor de la resistencia a tierra será tan bajo como sea posible, y como máximo será igual o inferior al cociente de dividir la tensión de seguridad (Vs), que en locales secos será de 50 V y en los locales húmedos de 24 V, por la sensibilidad en amperios del diferencial(A).

Protecciones contra contacto eléctricos directos:

Los cables eléctricos que presenten defectos del recubrimiento aislante se habrán de reparar para evitar la posibilidad de contactos eléctricos con el conductor.

Los cables eléctricos deberán estar dotados de clavijas en perfecto estado a fin de que la conexión a los enchufes se efectúe correctamente.


Los vibradores estarán alimentados a una tensión de 24 voltios o por medio de transformadores o grupos convertidores de separación de circuitos. En todo caso serán de doble aislamiento.

En general cumplirán lo especificado en el presente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

### PROTECCIONES ESPECIALES PARTICULARES A CADA FASE DE OBRA:

#### INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS CON INSTALACIONES ELECTRICAS ALTA TENSION

Condiciones preventivas del entorno de la zona de trabajo:

Habilitación Profesional  
Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray  
07/11 2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  


**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Se comprobará que están bien colocadas las barandillas, horcas, redes, mallazo o ménsulas que se encuentren en la obra, protegiendo la caída de altura de las personas en la zona de trabajo.

No se efectuarán sobrecargas sobre la estructura de los forjados, acopiando en el contorno de los capiteles de pilares, dejando libres las zonas de paso de personas y vehículos de servicio de la obra.

Debe comprobarse periódicamente el perfecto estado de servicio de las protecciones colectivas colocadas en previsión de caídas de personas u objetos, a diferente nivel, en las proximidades de las zonas de acopio y de paso.

El apilado en altura de los diversos materiales se efectuará en función de la estabilidad que ofrezca el conjunto.

Los pequeños materiales deberán acopiarse a granel en bateas, cubilotes o bidones adecuados, para que no se diseminen por la obra.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable al operario, una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, picos, tablones, bridas, cables, ganchos y lonas de plástico.

Para evitar el uso continuado de la sierra circular en obra, se procurará que las piezas de pequeño tamaño y de uso masivo en obra (p.e. cuñas), sean realizados en talleres especializados. Cuando haya piezas de madera que por sus características tengan que realizarse en obra con la sierra circular, esta reunirá los requisitos que se especifican en el apartado de protecciones colectivas.

Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente junto a la zona de acopio y corte.

Acopio de materiales paletizados:

Los materiales paletizados permiten mecanizar las manipulaciones de cargas, siendo en sí una medida de seguridad para reducir los sobreesfuerzos, lumbalgias, golpes y atrapamientos.

También incorporan riesgos derivados de la mecanización, para evitarlos se debe:

Acopiar los palets sobre superficies niveladas y resistentes.

No se afectarán los lugares de paso.

En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.

La altura de las pilas no debe superar la altura que designe el fabricante.

No acopiar en una misma pila palets con diferentes geometrías y contenidos.

Si no se termina de consumir el contenido de un palet se flejará nuevamente antes de realizar cualquier manipulación.

Acopio de materiales sueltos:

El abastecimiento de materiales sueltos a obra se debe tender a minimizar, remitiéndose únicamente a materiales de uso discreto.

Los soportes, cartelas, cerchas, máquinas, etc., se dispondrán horizontalmente, separando las piezas mediante tacos de madera que aislen el acopio del suelo y entre cada una de las piezas.

Los acopios de realizarán sobre superficies niveladas y resistentes.

No se afectarán los lugares de paso.

En proximidad a lugares de paso se deben señalar mediante cintas de señalización.

## 6.4 NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO

### NORMATIVA GENERAL

Exige el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre la realización de este Estudio de Seguridad y Salud que debe contener una descripción de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas preventivas adecuadas; relación de aquellos otros que no han podido evitarse conforme a lo señalado anteriormente, indicando las protecciones técnicas tendentes a reducir los y las medidas preventivas que los controlen. Han de tenerse en cuenta, sigue el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que se manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña este Estudio de Seguridad y Salud.

Sobre la base de lo establecido en este estudio, se elaborará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (art. 7 del citado R.D.) por el Contratista en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las instalaciones a que se refiere este Proyecto. En dicho plan se recogerán las propuestas de medidas de prevención alternativas que el contratista crea oportunas siempre que se justifiquen técnicamente y que tales cambios no impliquen la disminución de los niveles de prevención previstos. Dicho plan deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras (o por la Dirección Facultativa sino fuere precisa la Coordinación citada).

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

A tales personas compete la comprobación, a pie de obra, de los siguientes aspectos técnicos previos:

- Revisión de los planos de la obra o proyecto de instalaciones
- Replanteo
- Maquinaria y herramientas adecuadas
- Medios de transporte adecuados al proyecto
- Elementos auxiliares precisos
- Materiales, fuentes de energía a utilizar
- Protecciones colectivas necesarias, etc.

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.

Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.

El comienzo de los trabajos, sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.

Se establecerá un planning para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.

Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.

Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos al respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

Cita el art. 10 del R.D. 1627/97 la aplicación de los principios de acción preventiva en las siguientes tareas o actividades:

- a) Mantenimiento de las obras en buen estado de orden y limpieza
- b) Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de vías de paso y circulación.
- c) La manipulación de los diferentes materiales y medios auxiliares.
- d) El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios con el objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e) La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular los peligrosos.
- f) La recogida de materiales peligrosos utilizados
- g) El almacenamiento y la eliminación de residuos y escombros.
- h) La adaptación de los diferentes tiempos efectivos a dedicar a las distintas fases del trabajo.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iruñagaray  
Profesional  
07/11  
2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINCO

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- i) La cooperación entre Contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j) Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se desarrolle de manera próxima.

**Protecciones personales:**

Quando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello -CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de Mayo. En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado según (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

**Manipulación manual de cargas:**

No se manipularán manualmente por un solo trabajador más de 25 Kg.

Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.

Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.

Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.

El esfuerzo de levantar el peso lo deben realizar los músculos de las piernas.

Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiendo evitarse los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.

Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.

Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.

Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.

Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.

Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

**Manipulación de cargas con la grúa:**

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.

Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.

Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.

Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.

De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima.

Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.

Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán palonnières o vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.

El gruista antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera. Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata al la Dirección Técnica de la obra.

**NORMATIVA PARTICULAR A CADA MEDIO A UTILIZAR:**

» Herramientas de corte:

Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

Habilitación Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINNA

**Causas de los riesgos:**

- Rebabas en la cabeza de golpeo de la herramienta.
- Rebabas en el filo de corte de la herramienta.
- Extremo poco afilado.
- Sujetar inadecuadamente la herramienta o material a talar o cercenar.
- Mal estado de la herramienta.

**Medidas de prevención:**

- Las herramientas de corte presentan un filo peligroso.
- La cabeza no debe presentar rebabas.
- Los dientes de las sierras deberán estar bien afilados y triscados. La hoja deberá estar bien templada (sin recalentamiento) y correctamente tensada.
- Al cortar las maderas con nudos, se deben extremar las precauciones.
- Cada tipo de sierra sólo se empleará en la aplicación específica para la que ha sido diseñada.
- En el empleo de alicates y tenazas, y para cortar alambre, se girará la herramienta en plano perpendicular al alambre, sujetando uno de los lados y no imprimiendo movimientos laterales.
- No emplear este tipo de herramienta para golpear.

**Medidas de protección:**

- En trabajos de corte en que los recortes sean pequeños, es obligatorio el uso de gafas de protección contra proyección de partículas.
- Si la pieza a cortar es de gran volumen, se deberá planificar el corte de forma que el abatimiento no alcance al operario o sus compañeros.
- En el afilado de éstas herramientas se usarán guantes y gafas de seguridad.

» Pistola de clavos de impulsión:

Deberá de ser de seguridad ("tiro indirecto") en la que el clavo es impulsado por una buterola o empujador que desliza por el interior del cañón, que se desplaza hasta un tope de final de recorrido, gracias a la energía desprendida por el fulminante. Las pistolas de "Tiro directo", tienen el mismo peligro que un arma de fuego.

El operario que la utilice, debe estar habilitado para ello por su Mando Intermedio en función de su destreza demostrada en el manejo de dicha herramienta en condiciones de seguridad.

El operario estará siempre detrás de la pistola y utilizará gafas anti-impactos. Nunca se desmontarán los elementos de protección que traiga la pistola.

Al manipular la pistola, cargarla, limpiarla, etc., el cañón deberá apuntar siempre oblicuamente al suelo.

No se debe clavar sobre tabiques de ladrillo hueco, ni junto a aristas de pilares.

Se elegirá siempre el tipo de fulminante que corresponda al material sobre el que se tenga que clavar.

La posición, plataforma de trabajo e inclinación del operario deben garantizar plena estabilidad al retroceso del tiro.

La pistola debe transportarse siempre descargada y aún así, el cañón no debe apuntar a nadie del entorno.

» Compresor:

Antes de la puesta en marcha, revisar las mangueras, uniones y manómetros, sustituyéndose los que no estén en buen estado.

Con el calderín, ya despresurizado, se purgará periódicamente el agua de condensación que se acumula en el mismo. Se extenderán las mangueras procurando no interferir en los pasos.

No se interrumpirá el suministro de aire doblando la manguera, deberán ponerse en el circuito de aire las llaves necesarias.

No se utilizará el aire a presión para la limpieza de personas o de vestimentas.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray  
Profesional  
07/11  
2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINIA

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

En el caso de producir ruido con niveles superiores a los que establece la ley (90 dB) utilizarán protectores auditivos todo el personal que tenga que permanecer en su proximidad. Al terminar el trabajo se recogerán las mangueras y se dejarán todo el circuito sin presión.

En los lugares cerrados se conducirán los humos de escape al exterior ó se realizará ventilación forzada, o se dotará al tubo de escape de un filtro contra emanaciones de CO2.

» Esmeriladora radial:

Todos los operarios utilizarán cinturón de seguridad dotado de arnés, anclado aun punto fijo, en aquellas operaciones en las que por el proceso productivo no puedan ser protegidos mediante el empleo de elementos de protección colectiva.

Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

El circuito es abrirá con corte visible.

Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.

Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte "PROHIBIDO MANIOBRAR: PERSONAL TRABAJANDO".

Se verificará la ausencia de tensión con un discriminador de tensión ó medidor de tensión.

Se cortocircuitarán las fases y se pondrá a tierra.

Los trabajos en tensión se realizarán cuando existan causas muy justificadas, se realizarán por parte de personal autorizado y adiestrado en los métodos de trabajo a seguir, estando en todo momento presente un Jefe de trabajos que supervisará la labor del grupo de trabajo. Las herramientas que utilicen y prendas de protección personal deberán ser homologadas.

Al realizar trabajos en proximidad a elementos en tensión, se informará al personal de este riesgo y se tomarán las siguientes precauciones:

En un primer momento se considerará si es posible cortar la tensión en aquellos elementos que producen la el riesgo. Si no es posible cortar la tensión se protegerá mediante mamparas aislantes (vinilo).

En el caso que no fuera necesario tomar las medidas indicadas anteriormente se señalará y delimitará la zona de riesgo.

» Soldadura eléctrica:

En previsión de contactos eléctricos respecto al circuito de alimentación, se deberán adoptar las siguientes medidas:

Revisar periódicamente el buen estado del cable de alimentación.

Adecuado aislamiento de los bornes.

Conexión y perfecto funcionamiento de la toma de tierra y disyuntor diferencial.

Respecto al circuito de soldadura se deberá comprobar:

Que la pinza esté aislada.

Los cables dispondrán de un perfecto aislamiento.

Disponen en estado operativo el limitador de tensión de vacío (50 V / 110 V).

El operario utilizará careta de soldador con visor de características filtrantes.

En previsión de proyecciones de partículas incandescentes se adoptarán las siguientes previsiones:

El operario utilizará los guantes de soldador, pantalla facial de soldador, chaqueta de cuero, mandil, polainas y botas de soldador (de desatado rápido).

Se colocarán adecuadamente las mantas ignífugas y las mamparas opacas para resguardar de rebotes al personal próximo.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray  
Profesional  
07/11  
2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINIA

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

En previsión de la inhalación de humos de soldadura se dispondrá de: Extracción localizada con expulsión al exterior, o dotada de filtro electrostático si se trabaja en recintos cerrados.  
Ventilación forzada.

Quando se efectúen trabajos de soldadura en lugares cerrados húmedos o buenos conductores de la electricidad se deberán adoptar las siguientes medidas preventivas adicionales:  
Los porta electrodos deberán estar completamente aislados.

El equipo de soldar deberá instalarse fuera del espacio cerrado o estar equipado con dispositivos reductores de tensión (en el caso de tratarse de soldadura al arco con corriente alterna).

Se adoptarán precauciones para que la soldadura no pueda dañar las redes y cuerdas de seguridad como consecuencia de entrar en contacto con calor, chispas, escorias o metal candente.

Provocar incendios al entrar en contacto con materiales combustibles.

Provocar deflagraciones al entrar en contacto con vapores y sustancias inflamables.

Los soldadores deberán tomar precauciones para impedir que cualquier parte de su cuerpo o ropa de protección húmeda cierre un circuito eléctrico o con el elemento expuesto del electrodo o porta electrodo, cuando esté en contacto con la pieza a soldar.

Se emplearán guantes aislantes para introducir los electrodos en los porta electrodos.  
Se protegerá adecuadamente contra todo daño los electrodos y los conductores de retorno.  
Los elementos bajo tensión de los porta electrodos deberán ser inaccesibles cuando no se utilicen.  
Cuando sea necesario, los restos de electrodos se guardarán en un recipiente piroresistente.  
No se dejará sin vigilancia ningún equipo de soldadura al arco bajo tensión.

» Taladradora:

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes:  
Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes ó cualquier otro defecto.

Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.

Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.

Al terminar se dejará la máquina limpia y desconectada de la corriente.

Quando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 v como máximo ó mediante transformadores separadores de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

Utilizar gafas anti-impactos ó pantalla facial.

La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.

En el caso de que el material a taladrar se desmenuzara en polvo fino utilizar mascarilla con filtro mecánico (puede utilizarse las mascarillas de celulosa desechables).

Para fijar la broca al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.

No frenar el taladro con la mano.

No soltar la herramienta mientras la broca tenga movimiento.

No inclinar la broca en el taladro con objeto de agrandar el agujero, se debe emplear la broca apropiada a cada trabajo.

En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta esta estará apoyada y sujeta.

Al terminar el trabajo retirar la broca de la maquina.

Utilizar gafas anti-impacto o pantalla facial.

La ropa de trabajo no presentará partes sueltas o colgantes que pudieran engancharse en la broca.

Para fijar el plato flexible al portabrocas utilizar la llave específica para tal uso.

No frenar la rotación inercial de la herramienta con la mano.

No soltar la herramienta mientras esté en movimiento.



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

No inclinar el disco en exceso con objeto de aumentar el grado de abrasión, se debe emplear la recomendada por el fabricante para el abrasivo apropiado a cada trabajo.

En el caso de tener que trabajar sobre una pieza suelta, ésta estará apoyada y sujeta.

Al terminar el trabajo retirar el plato flexible de la máquina.

» Máquinas eléctricas portátiles:

De forma genérica las medidas de seguridad a adoptar al utilizar las máquinas eléctricas portátiles son las siguientes: Cuidar de que el cable de alimentación esté en buen estado, sin presentar abrasiones, aplastamientos, punzaduras, cortes ó cualquier otro defecto.

Conectar siempre la herramienta mediante clavija y enchufe adecuados a la potencia de la máquina.

Asegurarse de que el cable de tierra existe y tiene continuidad en la instalación si la máquina a emplear no es de doble aislamiento.

Al terminar se dejará la maquina limpia y desconectada de la corriente.

Cuando se empleen en emplazamientos muy conductores (lugares muy húmedos, dentro de grandes masas metálicas, etc.) se utilizarán herramientas alimentadas a 24 V como máximo ó mediante transformadores separadores de circuitos.

El operario debe estar adiestrado en el uso, y conocer las presentes normas.

## **6.5. DIRECTRICES GENERALES PARA LA PREVENCIÓN DE RIESGOS DORSOLUMBARES**

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

### **1. Características de la carga.**

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

### **2. Esfuerzo físico necesario.**

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.

### **3. Características del medio de trabajo.**

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iruñagaray  
Profesional  
07/11  
2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINVA

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.
- Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- Cuando la iluminación no sea adecuada.
- Cuando exista exposición a vibraciones.

#### 4. Exigencias de la actividad.

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

#### 5. Factores individuales de riesgo.

Constituyen factores individuales de riesgo:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.

### 6.6 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

- Vías de circulación y zonas peligrosas:

a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escaleras fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionado y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.

b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.

Quando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.

c) Las vías de circulación destinada a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

d) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas. Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

- Mantenimiento de la maquinaria y equipos:

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Colocar la máquina en terreno llano.

Bloquear las ruedas o las cadenas.

Apoyar en el terreno el equipo articulado. Si por causa de fuerza mayor ha de mantenerse levantado, deberá inmovilizarse adecuadamente.

Desconectar la batería para impedir un arranque súbito de la máquina.

No permanecer entre las ruedas, sobre las cadenas, bajo la cuchara o el brazo.

No colocar nunca una pieza metálica encima de los bornes de la batería.

No utilizar nunca un mechero o cerillas para iluminar el interior del motor.

Disponer en buen estado de funcionamiento y conocer el manejo del extintor.

Conservar la máquina en un estado de limpieza aceptable.

Mantenimiento de la maquinaria en el taller de obra:

Antes de empezar las reparaciones, es conveniente limpiar la zona a reparar.

No limpiar nunca las piezas con gasolina, salvo en local muy ventilado.

No fumar.

Antes de empezar las reparaciones, quitar la llave de contacto, bloquear la máquina y colocar letreros indicando que no se manipulen los mecanismos.

Si son varios los mecánicos que deban trabajar en la misma máquina, sus trabajos deberán ser coordinados y conocidos entre ellos.

Dejar enfriar el motor antes de retirar el tapón del radiador.

Bajar la presión del circuito hidráulico antes de quitar el tapón de vaciado, así mismo cuando se realice el vaciado del aceite, comprobar que su temperatura no sea elevada.

Si se tiene que dejar elevado el brazo del equipo, se procederá a su inmovilización mediante tacos, cuñas o cualquier otro sistema eficaz, antes de empezar el trabajo.

Tomar las medidas de conducción forzada para realizar la evacuación de los gases del tubo de escape, directamente al exterior del local.

Cuando deba trabajarse sobre elementos móviles o articulados del motor (p.e. tensión de las correas), éste estará parado.

Antes de arrancar el motor, comprobar que no ha quedado ninguna herramienta, trapo o tapón encima del mismo.

Utilizar guantes que permitan un buen tacto y calzado de seguridad con piso antideslizante.

- Mantenimiento de los neumáticos

Para cambiar una rueda, colocar los estabilizadores.

No utilizar nunca la pluma o la cuchara para levantar la máquina.

Utilizar siempre una caja de inflado, cuando la rueda esté separada de la máquina.

Cuando se esté inflando una rueda no permanecer enfrente de la misma sino en el lateral junto a la banda de rodadura, en previsión de proyección del aro por sobrepresión.

No cortar ni soldar encima de una llanta con el neumático inflado.

En caso de transmisión hidráulica se revisarán frecuentemente los depósitos de aceite hidráulico y las válvulas indicadas por el fabricante. El aceite a emplear será el indicado por el fabricante.

## MANTENIMIENTO PREVENTIVO GENERAL

Mantenimiento preventivo:

El articulado y Anexos del R.D. 1215/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar las medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

Si esto no fuera posible, el empresario adoptará las medidas adecuadas para disminuir esos riesgos al mínimo.

Como mínimo, sólo deberán ser utilizados equipos que satisfagan las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y las condiciones generales previstas en el Anexo I.

Cuando el equipo requiera una utilización de manera o forma determinada se adoptarán las medidas adecuadas que reserven el uso a los trabajadores especialmente designados para ello.

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

El empresario adoptará las medidas necesarias para que mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones tales que satisfagan lo exigido por ambas normas citadas.

Son obligatorias las comprobaciones previas al uso, las previas a la reutilización tras cada montaje, tras el mantenimiento o reparación, tras exposiciones a influencias susceptibles de producir deterioros y tras acontecimientos excepcionales.

Todos los equipos, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), estarán acompañados de instrucciones adecuadas de funcionamiento y condiciones para las cuales tal funcionamiento es seguro para los trabajadores.

Los artículos 18 y 19 de la citada Ley indican la información y formación adecuadas que los trabajadores deben recibir previamente a la utilización de tales equipos.

El constructor, justificará que todas las máquinas, herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, tienen su correspondiente certificación -CE- y que el mantenimiento preventivo, correctivo y la reposición de aquellos elementos que por deterioro o desgaste normal de uso, haga desaconsejarse su utilización sea efectivo en todo momento.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere necesario, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes polvorientos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.

La instalación eléctrica provisional de obra se revisará periódicamente, por parte de un electricista, se comprobarán las protecciones diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y los defectos de aislamiento.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las de mano, deberán:

- 1) Estar bien proyectados y contruidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.
- 2) Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- 3) Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
- 4) Ser manejados por trabajadores que hayan sido formados adecuadamente.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario (mangos agrietados o astillados).

## **6.7 INSTALACIONES GENERALES DE HIGIENE EN LA OBRA**

Servicios higiénicos:

a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a su disposición vestuarios adecuados.

Los vestuarios deberán ser de fácil acceso, tener las dimensiones suficientes y disponer de asientos e instalaciones que permitan a cada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.

Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad, suciedad), la ropa de trabajo deberá ponerse guardarse separada de la ropa de calle y de los efectos personales.

Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de este apartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa y sus objetos personales bajo llave.

b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, lo requieran, se deberán poner a disposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficientes.

Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquier trabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene.

Las duchas deberán disponer de agua corriente, caliente y fría. Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas, deberán tener lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuese necesario cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.

Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieran separados, la comunicación entre uno y otros deberá ser fácil

c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo de los locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de locales especiales equipados con un núm. suficiente de retretes y de lavabos.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iruygaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIIN

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres, o deberán preverse una utilización por separado de los mismos.

Locales de descanso o de alojamiento:

a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivo de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

b) Los locales de descanso o de alojamiento deberán tener unas dimensiones suficientes y estar amueblados con un número de mesas y de asientos con respaldo acorde con el número de trabajadores.

c) Cuando no existan estos tipos de locales se deberá poner a disposición del personal otro tipo de instalaciones para que puedan ser utilizadas durante la interrupción del trabajo.

d) Cuando existan locales de alojamiento dichos, deberán disponer de servicios higiénicos en número suficiente, así como de una sala para comer y otra de esparcimiento.

Dichos locales deberán estar equipados de camas, armarios, mesas y sillas con respaldo acordes al número de trabajadores, y se deberá tener en cuenta, en su caso, para su asignación, la presencia de trabajadores de ambos sexos.

e) En los locales de descanso o de alojamiento deberán tomarse medidas adecuadas de protección para los no fumadores contra las molestias debidas al humo del tabaco.

## 6.8 VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS EN LA OBRA

### VIGILANCIA DE LA SALUD

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de Noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para si mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

La actividad a desarrollar deberá abarcar:

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.

Evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores. Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.

La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador. La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración oídas las sociedades científicas correspondientes. En cualquier caso incluirán historia clínico-laboral, descripción detallada del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en el mismo y riesgos detectados y medidas preventivas adoptadas. Deberá contener, igualmente, descripción de los anteriores puestos de trabajo, riesgos presentes en los mismos y tiempo de permanencia en cada uno de ellos.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.

Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.

El art. 14 del Anexo IV A del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre de 1.997 por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que habrán de instalarse en aquellas obras en las que por su tamaño o tipo de actividad así lo requieran.

## **6.9. OBLIGACIONES DEL EMPRESARIO EN MATERIA FORMATIVA ANTES DE INICIAR LOS TRABAJOS**

Formación de los trabajadores:

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de Noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

## **7. LEGISLACION DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO**

### **Accidentes de trabajo**

- Orden del 16/12/1987 (BOE: 29/12/87)

Nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo e instrucciones para su cumplimiento.

### **Elevación, transporte y manutención**

- Real Decreto 2370/1996 de 18/11/96 (BOE: 24/12/96)

Grúas Instrucción técnica Complementaria MIE-AEM4 del Reglamento de aparatos de elevación y manutención referente a grúas móviles autopropulsadas usadas.

### **Enfermedades profesionales**

- Orden Ministerial 22/01/73 (BOE: 30/01/73)

Partes de Enfermedades profesionales.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iruigaray  
Profesional  
07/11  
2023  
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812  
COIINA

**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

- Resolución de 06/03/73 (BOE: 22/04/73)  
Modelo oficial de Parte de enfermedad profesional.

- Decreto 1995/1978 de 12/05/78 (BOE: 22/08/78)  
Cuadro de enfermedades en el sistema de la seguridad social.

### **Equipos de protección individual**

-Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la utilización de equipos de protección individual.

### **Incendios**

- Orden de 29/11/84 (BOE : 26/02/84)  
Manual de autoprotección para el desarrollo del plan de Emergencia contra incendios y de Evaluación en locales y edificios.

- Real Decreto 1942/1993 de 05/11/93  
Reglamento contra incendios.

### **Lugares de trabajo**

- Real Decreto 486/1997 de 14 de Abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

### **Manipulación manual de cargas**

- Real Decreto 487/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación de cargas que entrañan riesgos.

### **Máquinas y Equipos de trabajo**

- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio, sobre disposiciones mínimas de trabajo.

- Real Decreto 1495/1986 de 26/05/86 (BOE: 21/07/86)  
Reglamento de seguridad en las máquinas.

### **Prevención-Aspectos Organizativos y Generales**

- Orden de 9 de Marzo de 1.971, por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

- Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 39/1997 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, sobre la reforma del marco normativo de Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 171/2004 de 30 de Enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en materia de Coordinación de Actividades Empresariales.

- Prevención de Riesgos Laborales.  
Ley 54/2003 de 12 de Diciembre, sobre la reforma del marco normativo de



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

**Señalización**

- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril, sobre disposiciones mínimas en materia de Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo.

**Riesgo eléctrico**

- Real Decreto 842/2002 (BOE: 18/09/02) Reglamento electrotécnico de baja tensión.

**Ruido**

Real decreto 1316/1989 de 27/10/1989 (BOE: 02/11/89)

Mutilva Baja a 31 de Octubre de 2023

Fdo: Luis Torres Irungaray

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812







MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# GESTIÓN DE RESIDUOS

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray

Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINA



**"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"**

## **1. OBJETO:**

Con el presente documento, se pretende mostrar tanto la tipología y cantidad de residuos generados durante la instalación del sistema fotovoltaico de autoconsumo colectivo de 100 kW en el *CPEIP ELORRI HLHIP* ubicado en la localidad de Pamplona (31016 Navarra), así como la posterior gestión que se realiza con los mismos.

El estudio se realiza de acuerdo a lo establecido en el Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, así como la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos (LER).

Indicar que los residuos que se generan a la hora de realizar una instalación fotovoltaica, están clasificados como **no peligrosos**.

Cabe mencionar que METALLBAUEN SOLAR S.L. está dado de alta en el Registro de productores/poseedores de residuos de Gobierno de Navarra con el NIMA 3102309231.

## **2. RESIDUOS GENERADOS:**

Los residuos que se generan a la hora de llevar a cabo una instalación fotovoltaica de autoconsumo, son los tipificados como **Residuos de Envases** (código nº 15 en el listado europeo de residuos de la Orden MARM/304/2002) y **Residuos de Construcción y Demolición** (código nº 17 en el listado europeo de residuos de la Orden MARM/304/2002).

Además, estos residuos generados son **no peligrosos**.

Los residuos generados durante el montaje de una instalación fotovoltaica de autoconsumo son:

- Cartón: embalajes de los módulos, inversores, estructura, etc.
- Plásticos: embalajes de los módulos, inversores, etc.
- Madera: palets embalaje de los módulos, inversores.
- Aluminio/Acero: restos de perfil de aluminio de la estructura soporte (sobrantes, retales, etc.)
- Cobre: algún retal de conductor eléctrico de la instalación eléctrica.

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



### 3. ESTIMACIÓN RESIDUOS GENERADOS:

A continuación, se presenta una estimación de la cantidad de residuos que se generarán en la realización de la instalación solar fotovoltaica de autoconsumo colectivo de 100 kW en el centro de trabajo ubicado en Calle Señorío de Echalaz S/N de Pamplona (31016 Navarra), propiedad del *CPEIP Elorri HLHIP*.

Ciñéndonos a las medidas que aparecen en el apartado del Presupuesto del Proyecto Eléctrico, los residuos generados serán:

Residuo	Tipo de Residuo	Procedencia	Cantidad
<b>Cartón</b>	Envases	Embalaje módulos, inversores, estructura y pequeño material	<b>0,05 Tm</b>
<b>Plástico</b>	Envases	Embalaje módulos, inversores, etc.	<b>0,01 Tm</b>
<b>Madera</b>	Envases	Embalaje módulos e inversores, estructura soporte, bobinas	<b>0,08 Tm</b>
<b>Aluminio/Acero</b>	Construcción/Demolición	Retales estructura soporte	<b>0,01 Tm</b>
<b>Cobre</b>	Construcción/Demolición	Retales instalación eléctrica	<b>0,005 Tm</b>

### 4. MEDIDAS PREVENCIÓN RESIDUOS:

Dado el uso habitual de envases y embalajes en las instalaciones solares fotovoltaicas y el impacto medioambiental que una mala gestión de los mismos ocasiona, se enumera a continuación una serie de propuestas concretas, con el fin de reducir dicho impacto medioambiental y no incurrir en costes económicos derivados.

- Se emplearán contenedores o materiales de embalaje reutilizables o reciclables.
- Se demarcará adecuadamente el área de almacenamiento de materias primas, subproductos, productos y residuos.
- Al término de cada fase de trabajo, se procederá a la limpieza de los residuos y a su depósito en un contenedor dispuesto para tal fin:
  - o *Montaje estructura*: una vez desmontada la estructura soporte, se depositarán los cartones en su contenedor correspondiente, así como lo

**“PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP”**

plásticos de embalaje y retractilado, y se apilarán los palets en la zona designada. Cuando se termine el montaje de la estructura soporte en las cubiertas, se procederá a la limpieza de las mismas y a la recogida de los retales de aluminio/acero y restos de tornillería y a su depósito en su respectivo contenedor.

- *Montaje módulos:* los cartones del embalaje de los módulos fotovoltaicos se depositarán en su contenedor correspondiente, así como los plásticos de embalaje y retractilado, y los palets de madera se apilarán en la zona designada para su almacenamiento temporal hasta su retirada a un gestor de residuos autorizado.
- *Montaje de inversores:* los embalajes de cartón y plástico se depositarán en su contenedor correspondiente, y los palets se apilarán en la zona designada.
- *Montaje instalación eléctrica:* una vez terminada la instalación, se procederá a la limpieza y recogida de los retales de conductor eléctrico, plásticos y cartones del pequeño material.

## 5. ELIMINACIÓN – GESTIÓN DE LOS RESIDUOS:

Todos los residuos generados en la realización de la instalación fotovoltaica, se llevarán a un Gestor Autorizado para que sean tratados y gestionados correctamente y según la normativa existente.

A la finalización de la obra, se dispondrá de los albaranes y justificantes de entrega de los residuos no peligrosos del Gestor Autorizado.

Asimismo la empresa contratista deberá estar dada de alta como “pequeño productor de residuos peligrosos” en el Registro de productores/poseedores de residuos de Navarra.

Mutilva Baja, a 31 de Octubre de 2023



Luis Torres Irungaray  
Colegiado nº 631 por el Colegio de Ingenieros Industriales de Navarra



MB SOLAR

"PROYECTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO COLECTIVO DE 100 KW EN CPEIP ELORRI HLHIP"



# ANEXOS

 Colegiado: 631 Luis Torres Irugaray Profesional	07/11 2023	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 231812 
---	---------------	--

www.jinkosolar.com



# Tiger Pro 72HC

## 530-550 Watt

### MONO-FACIAL MODULE

#### P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

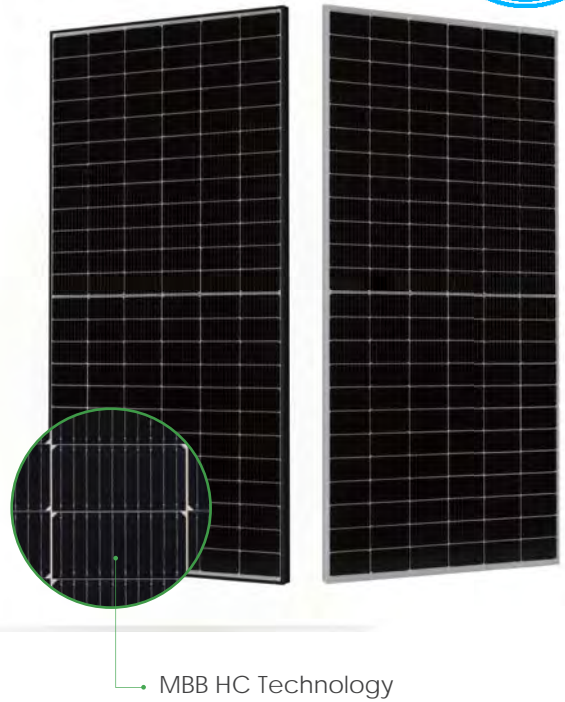
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



MBB HC Technology

## Key Features



#### Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



#### Reduced Hot Spot Loss

Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.



#### Longer Life-time Power Yield

0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.



#### Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.



#### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



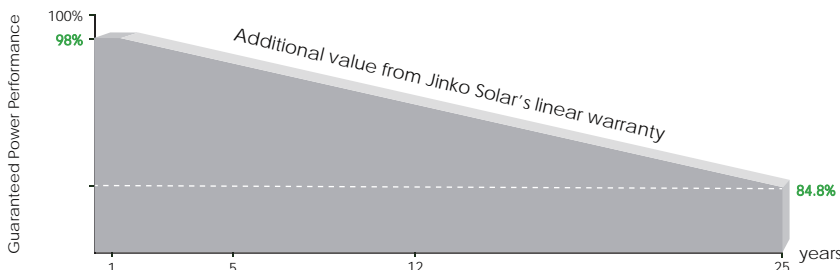
Habilitación Profesional  
Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

07/11 2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

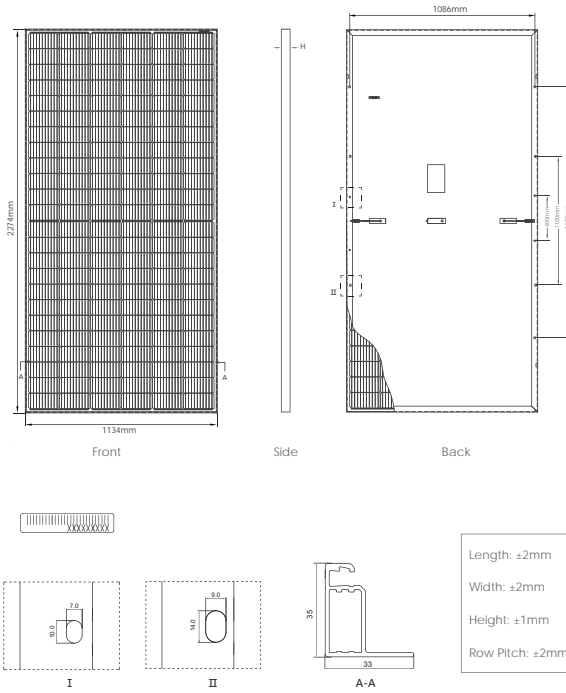


12 Year Product Warranty

25 Year Linear Power Warranty

0.55% Annual Degradation Over 25 years

## Engineering Drawings

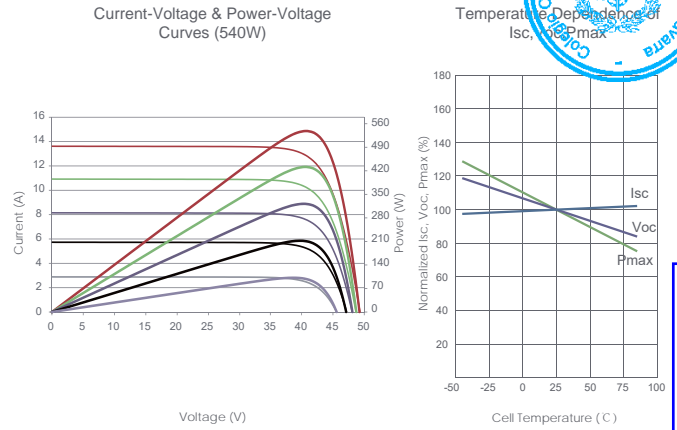


## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2274×1134×35mm (89.53×44.65×1.38 inch)
Weight	28.9 kg (63.7 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP68 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM530M-72HL4		JKM535M-72HL4		JKM540M-72HL4		JKM545M-72HL4		JKM550M-72HL4	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	530Wp	394Wp	535Wp	398Wp	540Wp	402Wp	545Wp	405Wp	550Wp	409Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.56V	37.84V	40.63V	37.91V	40.70V	38.08V	40.80V	38.25V	40.90V	38.42V
Maximum Power Current (Imp)	13.07A	10.42A	13.17A	10.50A	13.27A	10.55A	13.36A	10.60A	13.45A	10.65A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.26V	46.50V	49.34V	46.57V	49.42V	46.65V	49.52V	46.74V	49.62V	46.84V
Short-circuit Current (Isc)	13.71A	11.07A	13.79A	11.14A	13.85A	11.19A	13.94A	11.26A	14.03A	11.33A
Module Efficiency STC (%)	20.55%		20.75%		20.94%		21.13%		21.33%	
Operating Temperature(°C)	-40°C ~ +85°C									
Maximum system voltage	1000/1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0 ~ +3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

# SUNNY TRIPOWER CORE2

## STP 110-60



STP 110-60



**SMA ShadeFix**  
STRING LEVEL OPTIMIZATION

Servicio de monitorización prémium  
**SMA SMART CONNECTED**



### Mayor flexibilidad

- Para grandes instalaciones de tejado y en campos abiertos hasta el rango de los MW
- 12 seguidores del MPP
- 24 strings con conectores de enchufe Sunclix de 1100 V CC

### Mayor potencia

- 110 kW para estándar de 400 V CA
- Rápida puesta en marcha sin DC-Combiner adicional
- Rendimiento máximo del 98,6 %

### Mayor rendimiento

- Servicio de monitorización prémium para un rendimiento fiable de la planta
- El máximo rendimiento gracias a una solución de software integrada SMA ShadeFix

### Mayor integración del sistema

- Flexible y ampliable de cara al futuro en SMA Energy System Business
- Gestión de la energía integral con ennexOS
- Gran seguridad de IT

## SUNNY TRIPOWER CORE2

Diseño de la planta flexible y el máximo rendimiento gracias a funciones integradas

Diseño de la planta flexible para plantas fotovoltaicas comerciales mayores: el Sunny Tripower CORE2 es el inversor ideal para estructuras de plantas descentralizadas hasta el rango de los megavatios. Con una potencia de 110 kilovatios, 24 strings y 12 seguidores del MPP, el Sunny Tripower CORE2 permite un grado de cobertura solar especialmente elevado durante el transcurso del día en plantas en campo abierto, así como con diferentes inclinaciones en los tejados. La solución de software integrada SMA ShadeFix optimiza en todo momento el rendimiento de la planta de forma automática, incluso con módulos parcialmente a la sombra. El servicio de monitorización automática SMA Smart Connected, gracias a una detección de averías precoz, ofrece también el máximo rendimiento de la planta fotovoltaica.

Con el Sunny Tripower CORE2 como componente central del SMA Energy System Business, los instaladores y los operadores de la planta se benefician de componentes de alta calidad de un mismo proveedor y de las posibilidades de ampliación a futuro con soluciones de almacenamiento de SMA.

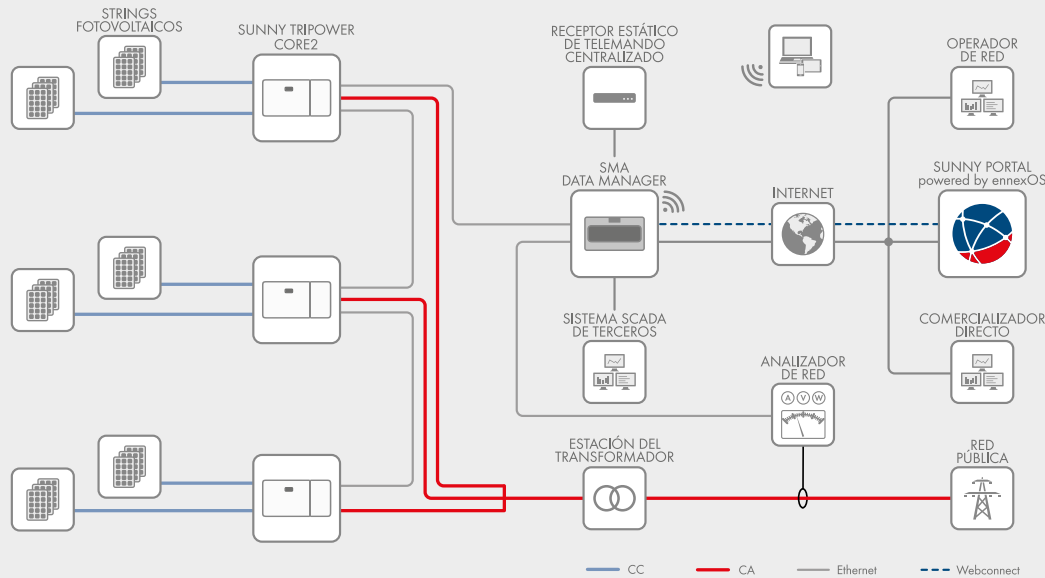
Habilitación Profesional  
Colegiado: 631 Luis Torres Inungaray

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812







Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



COIINIA

Impreso en papel FSC. Nos reservamos el derecho de realizar cambios en las prácticas y servicios, incluyendo los métodos, por requisitos específicos de cada país, así como modificaciones en los datos técnicos. Siempre consulte la información actualizada, consulte [www.SMA-Solar.com](http://www.SMA-Solar.com)

Datos técnicos	Sunny Tripower CORE2
<b>Entrada (CC)</b>	
Potencia máx. del generador fotovoltaico	165000 Wp STC
Tensión de entrada máx.	1100 V
Rango de tensión del MPP	500 V a 800 V
Tensión asignada de entrada	585 V
Tensión de entrada mín. / Tensión de entrada de inicio	200 V / 250 V
Corriente de entrada máx. por seguidor del MPP / Corriente de cortocircuito máx. por seguidor del MPP	26 A / 40 A
Cantidad de seguidores del MPP independientes / Strings por seguidor del MPP	12 / 2
<b>Salida (CA)</b>	
Potencia asignada a tensión nominal	110000 W
Potencia máx. aparente de CA	110000 VA
Tensión nominal de CA	400 V
Rango de tensión de CA	320 V a 460 V
Frecuencia de red de CA/Rango	50 Hz / 45 Hz a 55 Hz 60 Hz / 55 Hz a 65 Hz
Frecuencia de red asignada	50 Hz
Corriente máx. de salida	159 A
Factor de potencia a potencia asignada / Factor de desfase ajustable	1 / 0,8 inductivo a 0,8 capacitivo
Armónicos (THD)	< 3 %
Fases de inyección / Conexión de CA	3 / 3-PE
<b>Rendimiento</b>	
Rendimiento máx. / Rendimiento europeo	98,6 % / 98,4 %
<b>Dispositivos de protección</b>	
Punto de desconexión en el lado de entrada	●
Monitorización de toma a tierra / Monitorización de red / Protección contra polarización inversa de CC	● / ● / ●
Resistencia al cortocircuito de CA / Con separación galvánica	● / -
Dispositivo de monitorización de corriente residual sensible a cualquier corriente	●
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados	● / ●
Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I/CA: III; CC: II
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones (ancho / alto ∅ / fondo)	1117 mm / 682 mm / 363 mm (44,0 in / 26,9 in / 14,3 in)
Peso	93,5 kg (206,1 lb)
Rango de temperaturas de funcionamiento	De -30 °C a +60 °C (de -22 °F a +140 °F)
Emisión sonora, típica	< 65 db(A)
Autoconsumo (nocturno)	< 5 W
Topología / Principio de refrigeración	Sin transformador / Refrigeración activa
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP66
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %
<b>Equipamiento / Función / Accesorios</b>	
Conexión de CC/CA	Sunclix / Terminal de cable (hasta 240 mm <sup>2</sup> )
Indicador led (estado / error / comunicación)	●
Interfaz ethernet	● (2 puertos)
Interfaz de datos	Interfaz web / Modbus SunSpec
Tipo de montaje	Montaje en pared / Montaje en bastidor
Garantía: 5 / 10 / 15 / 20 años	● / ○ / ○ / ○
Certificados y autorizaciones (selección)	IEC 62109-1/-2, EN50549-1/-2:2018, VDE-AR-N 4105/4110/4120:2018, IEC 62116, IEC 61727, C10/C11 LV2/MV1:2018, CEI 0-16:2019, AS/NZS 4777.2, SI 4777, TOR Erzeuger tipo A/B
Modelo comercial	STP 110-60

● De serie ○ Opcional - No disponible Datos en condiciones nominales Versión: 03/2020

# CERTIFICATE of Conformity



Registration No.: AK 50552456 0001

Report No.: CN207PAR 003

Holder: **SMA Solar Technology AG**  
**Sonnenallee 1**  
**34266 Niestetal**  
**Deutschland**

Product: **PV-Inverter**  
**(Grid-connected PV Inverter)**

Identification: Type Designation : STP 110-60  
Serial Number : Engineering Samples  
Firmware version : 1.00.00.R

Tested acc. to: RD 1699:2011  
RD 661:2007  
RD 413:2014  
UNE 217002:2020

The certificate of conformity refers to the above mentioned product. This is to certify that the specimen is in conformity with the assessment requirement mentioned above. This certificate does not imply assessment of the production of the product and does not permit the use of a TÜV Rheinland mark of conformity.

Certification Body

Date 29.08.2022



Weichun Li

**TÜV Rheinland LGA Products GmbH - Tillystraße 2 - 90431 Nürnberg**

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



# CERTIFICATE of Conformity



Registration No.: AK 50552456 0002

Report No.: CN207PAR 003

Holder: **SMA Solar Technology AG**  
**Sonnenallee 1**  
**34266 Niestetal**  
**Deutschland**

Product: **PV-Inverter**  
**(Grid-connected PV Inverter)**

Identification: As page 0001 continuation  
Remark(s) : Being only certified the protective functions requirements for voltage and frequency abnormal variations, Self-reconnection and Power Factor in the grid stated in the Real Decreto 647/2020. Refer to report CN207PAR 003 for details.

Tested acc. to: RD 1699:2011  
RD 661:2007  
RD 413:2014  
UNE 217002:2020

The certificate of conformity refers to the above mentioned product. This is to certify that the specimen is in conformity with the assessment requirement mentioned above. This certificate does not imply assessment of the production of the product and does not permit the use of a TÜV Rheinland mark of conformity.

Certification Body

Date 29.08.2022



Weichun Li

**TÜV Rheinland LGA Products GmbH - Tillystraße 2 - 90431 Nürnberg**

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Iturgaray  
Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 231812



# Certificado de Conformidad

Por medio del certificado de producto número / By the product certificate number

No. 2621/0149-1-A-E2-CER

Emitido a / Issued to:

Propietario de la licencia / License holder: **SMA Solar Technology AG**  
Sonnenallee 1. 34266, Niestetal. Germany.

Marca / Trademark:



Dirección de Fábrica / Factory location: No. 1699, Xiyou Road, New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei City, Anhui Province, P.R. China.

Se certifica que el producto / It is certified that the product:

Tipo de aparato / Type of product: Inversor fotovoltaico para conexión a red / Grid Connected PV Inverter

Familia y modelos / Family and models: **STP 110-60**

Datos técnicos / Rated characteristics:	<b>Potencia nominal / Rated Power</b>	<b>110 kW</b>
	<b>Tensión nominal / Rated Voltage</b>	<b>400 V</b>
	<b>Frecuencia nominal / Rated Frequency</b>	<b>50 Hz</b>
	<b>Versión Firmware / Firmware version</b>	<b>1.00.00.R</b>
	<b>Número de fases / Number of phases</b>	<b>Three phase / Trifásico</b>
	<b>Transformador de aislamiento / Isolation transformer</b>	<b>No</b>

Está en cumplimiento con las normas / Is in compliance with of the standards:

- Norma Técnica de Supervisión de la conformidad de los Módulos de Generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631. Versión 2.0. De 3 de noviembre de 2020 (\*)
- Corrección de errores de la versión 2.0 de la Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos de Generación de Electricidad según el Reglamento UE 2016/631. Revisión 1.0. De 13 de abril de 2021.

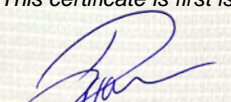
(\*) Ver en página 2 los requisitos de estas normas que están evaluados bajo este certificado / See the page 2 for information about points of above referenced standards which are covered by this certificate.

Se certifica que las Unidades de Generación Eléctrica (UGE) indicadas en este certificado cumplen con los requisitos estipulados en la norma certificada para solicitudes de conexión según TIPO A, B, C y D. / It is certified that Electrical Generating Units (UGE) indicated are in compliance with requirements detailed in the above referenced standard for grid connections of TYPE A, B, C and D.

El equipo antes mencionado está certificado conforme con el procedimiento interno de SGS PE.T-ECPE-65 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / The above-mentioned generating unit is certified according to the SGS internal procedure PE.T-ECPE-65 based on the requirements of the UNE-EN ISO / IEC 17065.

Este certificado cancela y suspende el certificado No. 2621/0149-1-A-CER/E1 / This certificate cancels and supersedes the certificate No. 2621/0149-1-A-CER/E1

Este certificado se emite por vez primera: 26 de agosto de 2021 / This certificate is first issued on 26<sup>th</sup> August 2021.  
**Madrid, 31 de enero de 2022**

  
Daniel Arranz Muñiz  
Certification Manager





Requisito / Requirement	NTS	Tipo / Type	Cumplimiento / Compliant	Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity	Ev. (*)
Modo regulación potencia-frecuencia limitado sobrefrecuencia (MRPFL-O) / Power-frequency regulation mode limited to overfrequency (MRPFL-O)	5.1	≥A	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Modo regulación potencia-frecuencia limitado-subfrecuencia (MRPFL-U) / Power-frequency regulation mode limited to underfrequency (MRPFL-U)	5.2	≥C	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Modo regulación potencia-frecuencia (MRPF) / Power-frequency regulation mode (MRPF)	5.3	≥C	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Control de potencia-frecuencia / Power-Frequency Control	5.4	≥C	NO APLICABLE A NIVEL DE UGE/ NOT APPLICABLE	--	--
Capacidad de control y el rango de control de la potencia activa en remoto / Active Power Requirements	5.5	≥C	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Emulación de inercia durante variaciones de frecuencia muy rápidas / Inertia Emulations	5.6	≥C	NO EVALUADO, REQUISITO NO OBLIGATORIO / NON MANDATORY	--	--
Capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima y por debajo / Reactive power capabilities at the EUT rated power and below	5.7	≥B	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Modos de control de la potencia reactiva / Reactive power control modes	5.8	≥B	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Control de amortiguamiento de oscilaciones / Control of oscillation damping	5.10	≥C	NO EVALUADO / NOT EVALUATED	--	--
Capacidad para soportar huecos de tensión de los MPE conectados por debajo de 110 kV / Capability to withstand voltage grid faults for POC below 110 kV	5.11	≥B	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Capacidad para soportar huecos de tensión de los MPE conectados por encima de 110 kV / Capability to withstand voltage grid faults for POC above 110 kV	5.11	D	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Recuperación de la potencia activa después de una falta / Active power recovery after a grid fault	5.11	≥B	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Inyección rápida de corriente de falta en el punto de conexión en caso de faltas trifásicas) simétricas / Rapid current injection control	5.11	≥B	SÍ / YES (TRF No. 2221/0149-1)	SGS	P
Capacidad de participar en el funcionamiento en isla / Islanding requirements	5.13	≥C	NO EVALUADO, REQUISITO NO OBLIGATORIO / NON MANDATORY	--	--

(\*) Evaluado por / Evaluated by:

P: Prueba de conformidad / Test of compliance

S: Simulación de conformidad / Simulation of compliance



Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812  
 VNIIOO

# Certificado de Conformidad

Por medio del certificado de producto número / By the product certificate number

No. 2621/0149-1-B-E2-CER

Emitido a / Issued to:

Propietario de la licencia / License holder: **SMA Solar Technology AG**  
Sonnenallee 1. 34266, Niestetal. Germany.

Marca / Trademark:



Dirección de Fábrica / Factory location: No. 1699, Xiyou Road, New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei City, Anhui Province, P.R. China.

Se certifica que el modelo dinámico de simulación/ It is certified that the Dynamic Simulation Model:

<b>Modelo Dinámico de simulación / Dynamic Simulation Model:</b>	<b>Nombre de referencia / Reference name</b>	<b>NTS_STP 110-60_PF2019.pfc</b>
	<b>Versión / Version</b>	<b>V1.0</b>
	<b>Plataforma de simulación y versión usada para el proceso de validación / Simulation platform and version used for the validation process</b>	<b>DigSilent PowerFactory 2021 SP2 Versión: 21.0.4.0</b>
	<b>Código de compilación (MD5 Checksum) / Compilation code (MD5 Checksum)</b>	<b>E0C7588D535BF1913F2AF011EC042BB3</b>

Correspondiente al producto / Corresponding with the product:  
**Inversor fotovoltaico para conexión a red / Grid Connected PV Inverter**

Modelos / Models: **STP 110-60**

Versión Firmware / Firmware version: **1.00.00.R**

Es validado en cumplimiento con las normas / Is validated in compliance with the standards:

- Norma Técnica de Supervisión de la conformidad de los Módulos de Generación de electricidad según el Reglamento UE 2016/631. Versión 2.0. De 3 de noviembre de 2020 (\*)
- Corrección de errores de la versión 2.0 de la Norma Técnica de Supervisión de la Conformidad de los Módulos

(\*) Ver en página 2 los requisitos de estas normas que están evaluados bajo este certificado / See the page 2 for information about points of above referenced standards which are covered by this certificate.

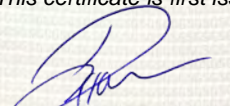
Se certifica que el **Modelo de Dinámico de Simulación de UGE FV** indicado en este certificado cumple con los requisitos de validación estipulados en la norma certificada para solicitudes de conexión / It is certified that the Dynamic Simulation Model of **PV UGE** above indicated are in compliance with requirements detailed in the above referenced standard.

La validación modelo de dinámico de simulación antes mencionado está certificada conforme con el procedimiento interno de SGS PE.T-ECPE-65 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / The validation of the above-mentioned Dynamic Simulation Model is certified according to the SGS internal procedure PE.T-ECPE-65 based on the requirements of the UNE-EN ISO/IEC 17065.

Este certificado cancela y suspende el certificado No. 2621/0149-1-B-CER/E1 / This certificate cancels and supersedes the certificate No. 2621/0149-1-B-CER/E1

Este certificado se emite por vez primera: 26 de agosto de 2021. / This certificate is first issued on 26<sup>th</sup> August 2021.

Madrid, 31 de enero de 2022

  
Daniel Arranz Muñiz  
Certification Manager



Colegiado: 631 Lic. Torres Irujaryar  
 Habilitación Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 N.º 33312  
 COIINA





Requisito / Requirement	Apartado / Clause NTS	Cumplimiento / Compliant		
		SI / YES	NO / NO	N/A
Validación de modelo de UGE de MGE de Pmax inferior a 5 MW / Validation of the model of UGE for MGE with Pmax below 5MW	6.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<b>TRF No. 2221/0149-E1-NTS</b>		
		<b>Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity SGS</b>		
Condiciones para la realización de las simulaciones / Conditions for the performance of simulations	6.2.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		<b>TRF No. 2221/0149-E1-NTS</b>		
		<b>Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity SGS</b>		
Validación de modelo de CAMGE / Validation of the model of CAMGE	6.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		<b>TRF No. --</b>		
		<b>Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity --</b>		

Colegiado: 631 Luis Torres Iungaray  
 Habilitación Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812



# Certificado de Conformidad

Por medio del certificado de producto número / By the product certificate number

No. 2621/0149-2-A-E2-CER

Emitido a / Issued to:

Propietario de la licencia / License holder: **SMA Solar Technology AG**  
Sonnenallee 1. 34266, Niestetal. Germany.

Marca / Trademark:



Dirección de Fábrica / Factory location: No. 1699, Xiyou Road, New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei City, Anhui Province, P.R. China.

Se certifica que el producto / It is certified that the product:

Tipo de aparato / Type of product: **Inversor fotovoltaico para conexión a red / Grid Connected PV Inverter**

Familia y modelos / Family and models: **STP 110-60**

Datos técnicos / Rated characteristics:	<b>Potencia nominal / Rated Power</b>	<b>110 kW</b>
	<b>Tensión nominal / Rated Voltage</b>	<b>400 V</b>
	<b>Frecuencia nominal / Rated Frequency</b>	<b>50 Hz</b>
	<b>Versión Firmware / Firmware version</b>	<b>1.00.00.R</b>
	<b>Número de fases / Number of phases</b>	<b>Three phases / Trifásico</b>
	<b>Transformador de aislamiento / Isolation transformer</b>	<b>No</b>

Está en cumplimiento con / Is in compliance with:

Regulación / Regulation **P.O. 12.2 (SENP)** "Instalaciones conectadas a la red de transporte y equipo generador: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad" de los sistemas eléctricos no peninsulares (febrero 2018).

Norma / Standard **Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el P.O. 12.2 SENP. (!)**

Revisión 1.0. de 03/11/2020 + Corrección de errores de la Versión 1.0 de 13/04/2021

(!) Ver en página 2 los puntos de estas normas que están bajo el alcance de este certificado /

See the page 2 for information about points of above referenced standards which are covered by this certificate

Se certifica que las Unidades de Generación Eléctrica (UGE) indicadas en este certificado cumplen con los requisitos estipulados en la norma certificada / It is certified that Electrical Generating Units (UGE) above indicated are in compliance with requirements detailed in the above referenced standard.

El equipo antes mencionado está certificado conforme con el procedimiento interno de SGS PE.T-ECPE-65 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / The above-mentioned generating unit is certified according to the SGS internal procedure PE.T-ECPE-65 based on the requirements of the UNE-EN ISO / IEC 17065.

Este certificado cancela y suspende el certificado No. 2621/0149-2-A-CER/E1 / This certificate cancels and supersedes the certificate No. 2621/0149-2-A-CER/E1

Este certificado se emite por vez primera: 07 de septiembre de 2021. / This certificate is first issued on 7<sup>th</sup> septiembre 2021.

Madrid, 31 de enero de 2022



Daniel Arranz Muñiz  
Certification Manager

Habilitación Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray  
Profesional

07/11/2023

INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISA DGC 231012

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA







Requisito / Requirement	Apartado / Clause	Apartado / Clause	Cumplimiento / Compliant			Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity	Ev. (*)
	P.O. 12.2 SENP	NTS SENP/ NTS SENP	Si / YES	NO	N/A		
Modo regulación potencia-frecuencia limitado sobrefrecuencia (MRPFL-O) / Power-frequency regulation mode limited to overfrequency (MRPFL-O)	8.2.3	5.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Modo regulación potencia-frecuencia limitado-subfrecuencia (MRPFL-U) / Power-frequency regulation mode limited to underfrequency (MRPFL-U)	8.2.4	5.2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Modo regulación potencia-frecuencia (MRPF) / Power-frequency regulation mode (MRPF)	8.2.5	5.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Capacidad de limitar las rampas de subida o bajada de la producción	8.2.2.c	5.4	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Capacidad de control y el rango de control de la potencia activa en remoto / Active Power Requirements	8.2.2.c	5.5	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima y por debajo / Reactive power capabilities at the EUT rated power and below	8.4.2.a 8.4.2.b	5.7	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-1 TRF Nº 2221/0149-2				
Modos de control de la potencia reactiva / Reactive power control modes	8.4.2.c	5.8	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Capacidad para soportar huecos de tensión / Capability to withstand voltage grid faults		5.11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Recuperación de la potencia activa después de una falta / Active power recovery after a grid fault	8.4.3	5.11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				
Inyección rápida de corriente de falta en el punto de conexión en caso de faltas (trifásicas) simétricas / Rapid current injection control		5.11	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SGS	[P]
			TRF Nº 2221/0149-2				

Colegiado: 631 Luis Torres Irungaray

Habilitación Profesional 07/11/2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO 231812



# Certificado de Conformidad

Por medio del certificado de producto número / By the product certificate number

No. 2621/0149-2-B-E2-CER

Emitido a / Issued to:

Propietario de la licencia / License holder: **SMA Solar Technology AG**  
Sonnenallee 1. 34266, Niestetal. Germany.



Marca / Trademark:



Dirección de Fábrica / Factory location: No. 1699, Xiyou Road, New & High Technology Industrial Development Zone, Hefei City, Anhui Province, P.R. China.

Se certifica que el modelo dinámico de simulación/ It is certified that the Dynamic Simulation Model:

<b>Modelo Dinámico de simulación / Dynamic Simulation Model:</b>	<b>Nombre de referencia / Reference name</b>	<b>NTS_STP 110-60_PF2019.pfd</b>
	<b>Versión / Version</b>	<b>V1.0</b>
	<b>Plataforma de simulación y versión usada para el proceso de validación / Simulation platform and version used for the validation process</b>	<b>DigSilent PowerFactory 2021 SP2 Versión: 21.0.4.0</b>
	<b>Código de compilación (MD5 Checksum) / Compilation code (MD5 Checksum)</b>	<b>E0C7588D535BF1913F2AF011EC042BB3</b>

Correspondiente al producto / Corresponding with the product:

Inversor fotovoltaico para conexión a red / Grid Connected PV Inverter

Modelos / Models: **STP 110-60**

Versión Firmware / Firmware version: **1.00.00.R**

Está en cumplimiento con: / Is validated in compliance with:

Regulación / Regulation **P.O. 12.2 (SENP)** "Instalaciones conectadas a la red de transporte y equipo generador: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad" de los sistemas eléctricos no peninsulares (febrero 2018).

Norma / Standard **Norma técnica de supervisión de la conformidad de los módulos de generación de electricidad según el P.O. 12.2 SENP.**  
Revisión 1.0. de 03/11/2020 + Corrección de errores de la Versión 1.0 de 13/04/2021.

(\* Ver en página 2 los requisitos de estas normas que están evaluados bajo este certificado / See the page 2 for information about points above referenced standards which are covered by this certificate.

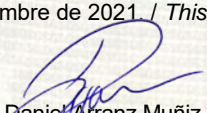
Se certifica que el **Modelo de Dinámico de Simulación de UGE FV** indicado en este certificado cumple con los requisitos de validación estipulados en la norma certificada para solicitudes de conexión / It is certified that the Dynamic Simulation Model of **PV UGE FV** indicated are in compliance with requirements detailed in the above referenced standard.

La validación modelo de dinámico de simulación antes mencionado está certificada conforme con el procedimiento interno de SGS T-ECPE-65 de acuerdo con los requisitos de la norma UNE-EN ISO/IEC 17065. / The validation of the above-mentioned Dynamic Simulation Model is certified according to the SGS internal procedure PE.T-ECPE-65 based on the requirements of the UNE-EN ISO/IEC 17065.

Este certificado cancela y suspende el certificado No. 2621/0149-2-B-CER/E1 / This certificate cancels and supersedes the certificate No. 2621/0149-2-B-CER/E1

Este certificado se emite por vez primera: 07 de septiembre de 2021 / This certificate is first issued on 7<sup>th</sup> September 2021.

Madrid, 31 de enero de 2022

  
Daniel Arranz Muñoz  
Certification Manager



Colegiado: 631 Lu. Torres Irungaray  
 Habilitación Profesional  
 07/11 2023  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 MISAID 231812  
 COIINA



Requisito / Requirement	Apartado / Clause	Cumplimiento / Compliant		
	NTS SENP	SI / YES	NO	N/A
Validación de modelo de UGE de MGE de Pmax inferior a 5 MW / Validation of the model of UGE for MGE with Pmax below 5 MW	6.2.1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		TRF No. 2221/0149-E1-NTS		
		Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity SGS		
Condiciones para la realización de las simulaciones / Conditions for the performance of simulations	6.2.3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		TRF No. 2221/0149-E1-NTS		
		Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity SGS		
Validación de modelo de CAMGE / Validation of the model of CAMGE	6.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
		TRF No. --		
		Nombre Entidad Emisora / Name of Issuing Entity --		

Colegiado 631 Luis Torres Irujary  
 Habilitación Profesional

07/11  
2023

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 231812

