

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn  
Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**

## Índice del proyecto

- Documento nº 1: Memoria y anejos a la memoria
  - Anejo 1: Estudio de producción energética
  - Anejo 2: Fichas técnicas de equipos
  - Anejo 3: Cronograma
  - Anejo 4: RBDA
  - Anejo 5: Informe Urbanístico
- Documento nº 2: Planos
  - 1. Planos generales
  - 2. Planos LSMT 20 kV

### Características principales

Elemento	Parámetro	Unidad	
<b>Módulo FV</b>	Fabricante y modelo	-	TRINA SOLAR VERTEX NEG21C.20 700 Wp
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	700
	Número de módulos	Qty	11.502
<b>Estructura Soporte</b>	Tipo	-	Estructura Fija 2V
	Fabricante y modelo	-	Baks o similar
	Configuración	-	2V
	Número de estructuras	Qty	120
<b>Inversor</b>	Tipo	-	String
	Fabricante y modelo	-	HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
	Potencia AC a 40 °C	kW	330
	Potencia limitada AC a 40 °C	kW	330
	Número de inversores	Qty	22
<b>Estación de potencia</b>	Fabricante	-	Selma
	Potencia AC a 40°C	kVA	5.500
	Número de estaciones de potencia	Qty	2
<b>Parámetros de Diseño</b>	Tª de diseño	°C	40
	Nº de módulos / string	Qty.	27
	Pitch	m	10
	Nº de strings	Qty	426
	Potencia Pico	MW	8,051
	Potencia Instalada	MW	7,26

## **Documento nº 1: Memoria**

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

**Julio 2024**

## ÍNDICE

<b>MEMORIA DESCRIPTIVA .....</b>	<b>5</b>
<b>1. DATOS GENERALES .....</b>	<b>6</b>
1.1. OBJETO DEL PROYECTO .....	6
1.2. ANTECEDENTES .....	6
1.3. POTENCIA INSTALADA .....	7
1.3.1. <i>Capacidad de acceso en el punto de conexión</i> .....	7
1.3.2. <i>Potencia instalada</i> .....	7
1.4. IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR .....	8
1.5. ORDEN DE ENCARGO .....	8
1.6. DATOS DEL PROYECTISTA .....	8
1.7. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	8
1.8. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	10
<b>2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA .....</b>	<b>13</b>
2.1. SITUACIÓN .....	13
2.2. ACCESOS A LA PLANTA .....	16
2.3. ESTUDIO DE AFECCIONES PLANTA SOLAR .....	17
2.3.1. <i>Afección a Red Natura 2000</i> .....	17
2.3.2. <i>Afección a Áreas de Importancia para la Conservación de la Avifauna Esteparia</i> .....	18
2.3.3. <i>Afección a Áreas de Protección de la Fauna Silvestre</i> .....	18
2.3.4. <i>Afección a Áreas importantes para las Aves y la Biodiversidad</i> .....	18
2.3.5. <i>Afección a Caminos Públicos</i> .....	19
2.3.6. <i>Afección a Vías Pecuarias</i> .....	19
2.3.7. <i>Riesgo Sísmico</i> .....	20
2.3.8. <i>Afección a carreteras</i> .....	20
2.3.9. <i>Afección a Líneas Eléctricas</i> .....	22
2.3.10. <i>Afección a líneas férreas</i> .....	23
2.3.11. <i>Afección a la red hidrográfica</i> .....	23
2.3.12. <i>Afección urbanística</i> .....	28
<b>3. FUNCIONAMIENTO .....</b>	<b>40</b>
<b>4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN SOLAR .....</b>	<b>40</b>
4.1. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES .....	41
4.2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA .....	42
<b>5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>43</b>
5.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	43
5.2. INVERSOR FOTOVOLTAICO .....	44
5.3. ESTRUCTURA SOPORTE (ESTRUCTURA FIJA) .....	47
5.4. ESTACIÓN DE POTENCIA .....	48
5.4.1. <i>Transformador</i> .....	49
5.4.2. <i>Celdas de media tensión</i> .....	50
5.4.3. <i>Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA</i> .....	51
5.4.4. <i>Cuadro de comunicaciones/control</i> .....	51
5.4.5. <i>Sistema de puesta a tierra</i> .....	51

5.4.6.	Interconexión MT .....	52
5.4.7.	Interconexión B.T.....	52
5.5.	CENTRO DE PROTECCIÓN Y MEDIDA ANEXO A LA RED INTERIOR DEL CLIENTE. ....	52
5.5.1.	Descripción del centro de protección y medida. ....	53
5.5.2.	Centro de hormigón prefabricado .....	54
5.5.3.	Celdas de 24 kV .....	57
5.5.4.	Sistema de puesta a tierra .....	57
5.5.5.	Interconexión MT .....	58
5.5.6.	Interconexión B.T.....	58
5.5.7.	Medida.....	58
<b>6.</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN (BT) .....</b>	<b>58</b>
<b>7.</b>	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT) .....</b>	<b>60</b>
<b>8.</b>	<b>SISTEMA DE PROTECCIONES .....</b>	<b>60</b>
8.1.	PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA.....	61
8.2.	PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA.....	62
8.3.	RED DE TIERRAS .....	62
8.4.	PUESTA A TIERRA .....	64
<b>9.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....</b>	<b>66</b>
9.1.	TOPOGRAFÍA .....	66
9.2.	OBRA CIVIL .....	67
9.2.1.	Cimentación estructura.....	67
9.2.2.	Preparación del terreno y movimientos de tierra .....	67
9.2.3.	Canalizaciones.....	68
9.2.4.	Viales internos.....	70
9.2.5.	Vallado perimetral.....	70
9.2.6.	Estudio geotécnico.....	71
9.2.7.	Sistema de drenaje .....	71
9.3.	SISTEMA DE SEGURIDAD .....	72
9.4.	SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL .....	72
9.4.1.	Estación meteorológica .....	73
9.4.2.	Contador.....	74
9.4.3.	Inversores.....	75
9.4.4.	Sistema de control de planta (PPC).....	75
9.5.	SUMINISTRO DE EQUIPOS.....	77
9.6.	MONTAJE MECÁNICO .....	77
9.6.1.	Montaje de estructuras.....	77
9.6.2.	Montaje de Estación de potencia .....	77
9.7.	MONTAJE ELÉCTRICO .....	78
9.7.1.	Baja tensión (BT) .....	78
9.7.2.	Media tensión (MT) .....	78
<b>10.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN .....</b>	<b>81</b>
10.1.	INFORMACIÓN GENERAL .....	81
10.2.	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO.....	82
10.3.	TRAZADO .....	82
10.4.	AFECCIONES DE LA LÍNEA DE EVACUACIÓN.....	83

10.4.1.	<i>Afección a líneas eléctricas</i> .....	83
10.4.2.	<i>Afección a carreteras</i> .....	83
10.4.3.	<i>Afección Urbanística</i> .....	84
10.5.	CARACTERÍSTICAS DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN.....	84
10.5.1.	<i>Características del conductor</i> .....	85
10.5.2.	<i>Disposición de montaje</i> .....	86
10.5.3.	<i>Accesorios</i> .....	86
10.5.3.1.	<i>Terminaciones</i> .....	86
10.5.3.2.	<i>Empalmes</i> .....	86
10.5.3.3.	<i>Cable de comunicación</i> .....	87
10.5.4.	<i>Sistema de puesta a tierra</i> .....	87
10.5.5.	<i>Derivaciones</i> .....	88
10.5.6.	<i>Ensayos eléctricos después de la instalación</i> .....	88
10.5.7.	<i>Canalización</i> .....	88
10.5.8.	<i>Arquetas</i> .....	88
10.6.	DISTANCIAS REGLAMENTARIAS A AFECCIONES LSMT .....	89
10.6.1.	<i>Cruzamientos</i> .....	89
10.6.1.1.	<i>Calles, caminos y carreteras</i> .....	89
10.6.1.2.	<i>Ferrocarriles</i> .....	89
10.6.1.3.	<i>Otros cables de energía eléctrica</i> .....	89
10.6.1.4.	<i>Cables de telecomunicación</i> .....	89
10.6.1.5.	<i>Canalizaciones de agua</i> .....	90
10.6.1.6.	<i>Canalizaciones de gas</i> .....	90
10.6.2.	<i>Proximidades y paralelismos</i> .....	91
10.6.2.1.	<i>Acometidas (conexiones de servicio)</i> .....	91
10.7.	PROTECCIÓN AVIFAUNA .....	92
<b>11.</b>	<b>RESUMEN DE PRESUPUESTO</b> .....	<b>92</b>

## MEMORIA DESCRIPTIVA



## 1. Datos generales

### 1.1. Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las características de la Instalación Fotovoltaica para autoconsumo de 8,051 MWp de potencia pico y 7,260 MWn de potencia instalada, para la legalización ante los organismos correspondientes.

La energía generada en instalación fotovoltaica se conduce mediante una línea subterránea de media tensión desde el centro de transformación hasta la red interior del consumidor situado en las instalaciones industriales que Sofidel Group posee en el T.M. Buñuel (Navarra).

La instalación fotovoltaica y su línea de evacuación se proyectan en el municipio de Buñuel municipio perteneciente a la provincia de Navarra.

La finalidad del presente documento es servir de proyecto para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Autorización Ambiental.

### 1.2. Antecedentes

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> y SO<sub>x</sub> principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

En este contexto, la sociedad Ekhi Energy 16, S.L. es la desarrolladora de la Planta Solar Fotovoltaica para Autoconsumo en el término municipal de Buñuel, provincia de Navarra, cuya energía generada evacúa en una línea subterránea hasta la red interior del consumidor ubicado en las instalaciones industriales que Sofidel Group España posee en el término municipal de Buñuel (Navarra), siendo esta última sociedad la promotora de la planta.

En el presente proyecto, se contempla una instalación de potencia pico autoconsumo de 8,051 MWp de potencia pico y 7,260 MWn de potencia instalada, la cual está preparada para una ampliación de 3 MWp. Para contemplar dicha ampliación se ha sobredimensionado la Estación de Potencia 2. Dicha ampliación se contempla en una segunda fase en la balsa, ubicada entre ambas islas, la cual es de titularidad municipal.

### 1.3. Potencia instalada

A continuación, se establecen las potencias del Proyecto tal y como establece el Real Decreto 1183/2020 y Real Decreto-Ley 23/2020.

#### 1.3.1. Capacidad de acceso en el punto de conexión

La Planta Fotovoltaica proyectada no necesita punto de conexión, puesto que se trata de una instalación fotovoltaica de autoconsumo sin excedentes.

#### 1.3.2. Potencia instalada

Según la disposición final tercera del Real Decreto 1183/2020, la potencia instalada se define como:

“En el caso de instalaciones fotovoltaicas, la potencia instalada será la menor de entre las dos siguientes:

- a) La suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.
- b) La potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación.

Por lo tanto, para la Instalación Fotovoltaica Buñuel se obtienen los siguientes valores:

Número de módulos	11.502
Potencia unitaria cara delantera en STC	700
<b>Potencia pico</b>	<b>8,051 MW</b>
Número de inversores	22
Potencia unitaria del inversor (40°C)	330,00 kW
<b>Potencia máxima de inversores</b>	<b>330,00 kW</b>
Potencia limitada del inversor (40°C)	330,00 kW
<b>Potencia máxima limitada de inversores</b>	<b>7,26 MW</b>

*Tabla 1. Potencia instalada*

Según los valores recogidos en la tabla anterior, la potencia instalada de la Planta Fotovoltaica PSFV Buñuel es de 7,26 MW.

#### 1.4. Identificación del titular

El promotor del proyecto es la sociedad SOFIDEL SPAIN S.L., con C.I.F: [REDACTED] y con domicilio a efectos de notificaciones en [REDACTED]

El desarrollador del proyecto es la sociedad Ekhi Energy 16, S.L.U., con C.I.F: [REDACTED] y con domicilio a efectos de notificaciones en [REDACTED].

#### 1.5. Orden de encargo

La sociedad mercantil Ekhi Energy 16, S.L.U., con domicilio en [REDACTED], [REDACTED] y CIF: [REDACTED] encarga a Don Manuel Cañas Mayordomo en representación de Ingnova Enterprise, S.L. con domicilio a efectos de notificaciones en [REDACTED] y CIF: [REDACTED], la elaboración del **“Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)”**

#### 1.6. Datos del proyectista

El presente proyecto básico ha sido redactado por:

- Proyectista: Manuel Cañas Mayordomo
- Titulación: Ingeniero Técnico Superior
- Proyectista: Daniel Correro Cabrera
- Titulación: Ingeniero Industrial
- Empresa: Ingnova Enterprise S.L.
- Dirección: [REDACTED]
- CIF: [REDACTED]

#### 1.7. Justificación del proyecto

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto consisten en la construcción de una planta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables capaz de generar 7,26 MW en el punto de evacuación.

La Directiva 2018/2001 de fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables establece los objetivos mínimos en materia de energías renovables que debe alcanzar la Unión Europea, así como cada uno de sus estados miembros, estableciendo:

- Objetivo de energías renovables en el conjunto de la UE del 32% en 2030.

- Mejora del diseño y la estabilidad de los esquemas de apoyo para las energías renovables.
- Busca racionalizar y reducir los procedimientos administrativos.
- Establece un marco regulatorio claro y estable para el autoconsumo.
- Pone al ciudadano en el centro de la Unión de la Energía mediante, entre otros, la creación de la figura de la comunidad de energía renovable.
- Aumenta el nivel de ambición en los sectores del transporte y de calefacción/refrigeración.
- Mejora la sostenibilidad de la bioenergía.

Además, desde el sector eléctrico español se encuentra en fase de borrador el nuevo Plan Nacional de Energía y Clima 2021-2030, mediante el cual se pretenden cumplir los siguientes objetivos:

- 23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42% de energías renovables sobre el consumo total de energía final.
- 39,5% de mejora de la eficiencia energética.
- En 2050, el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones brutas totales de GEI, en total coherencia con los objetivos de la Unión Europea. Además, alcanzar un sistema eléctrico 100% en 2050.
- La economía se electrifica con mayor intensidad gracias a las medidas introducidas. El consumo final de electricidad pasa de representar un 23% del mix de energía final en 2015 al 27% en 2030.
- En el año 2030 se prevé una potencia total instalada en el sector eléctrico de 160.837 MW, de los que 50.333 serán energía eólica, 39.181 solar fotovoltaica, 26.612 centrales de ciclo combinado de gas, 17.296 hidráulica y bombeo mixto y 7.303 solar termoeléctrica.
- Prevé añadir otros 59 GW de potencia renovable y 6 GW de almacenamiento (3,5 GW de bombeo y 2,5 GW de baterías), con una presencia equilibrada de las diferentes tecnologías renovables.
- El nivel de penetración de energías renovables en el sector de la generación eléctrica alcanzará en 2030 el 74%, desde el aproximadamente 38-40% actual.
- La generación eléctrica prevista para el año 2030 es de 346.290 GWh. Las principales contribuciones a dicha generación provendrán de las siguientes fuentes: la eólica aportará 119.520 GWh; la solar fotovoltaica 70.491; la hidráulica, 28.351; la nuclear 24.952, los ciclos combinados, 32.725.
- No será necesaria la presencia de potencia de generación de respaldo adicional de centrales de gas para cubrir los periodos de baja generación renovable.

- El sector eléctrico presentará una reducción de emisiones de un 72% entre los años 2017 y 2030.
- El sector energético será el sector de la economía que lidera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- La inversión total requerida para la transformación del sector eléctrico (renovables y redes) superará los 150.000 millones de euros a lo largo de la década 2021-2030. Incluirá las inversiones en tecnologías renovables y en la ampliación y modernización de las redes de transporte y distribución. Esa inversión será realizada mayoritariamente por el sector privado.

Por lo tanto, las instalaciones fotovoltaicas generan electricidad a partir de fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas por lo que son inagotables si se utilizan de forma sostenible.

Este tipo de proyectos presentan numerosas ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

- a. Disminución de la dependencia de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético favorable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- b. Utilización de recursos renovables.
- c. No emisión de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- d. Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Según lo expuesto anteriormente, se justifica que la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables es de utilidad pública e interés social.

## 1.8. Normativa de aplicación

El presente proyecto básico se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

### Normativa energética

- 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.
- Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuo.
- Real Decreto – Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

## Normativa Autonómica y Local

- Plan General de Ordenación Urbana (PGOU) de Buñuel
- Real Decreto legislativo 1/1992, de 26 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley sobre el régimen del suelo y ordenación urbana
- Decreto Foral 84/1990, de 5 de abril, por el que se regula la implantación territorial de polígonos y actividades industriales en Navarra

## Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba 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.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

## Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

### **Seguridad y salud**

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- 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.

- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las Obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

## **2. Caracterización de la Zona**

### **2.1. Situación**

La Planta Solar Fotovoltaica para autoconsumo se localiza en el término municipal de Buñuel (Navarra), ubicada al oeste del núcleo urbano de Buñuel. El fin de la instalación es la generación de energía eléctrica y evacuación a la red interior de la industria Sofidel Group, situada en el T.M de Buñuel.



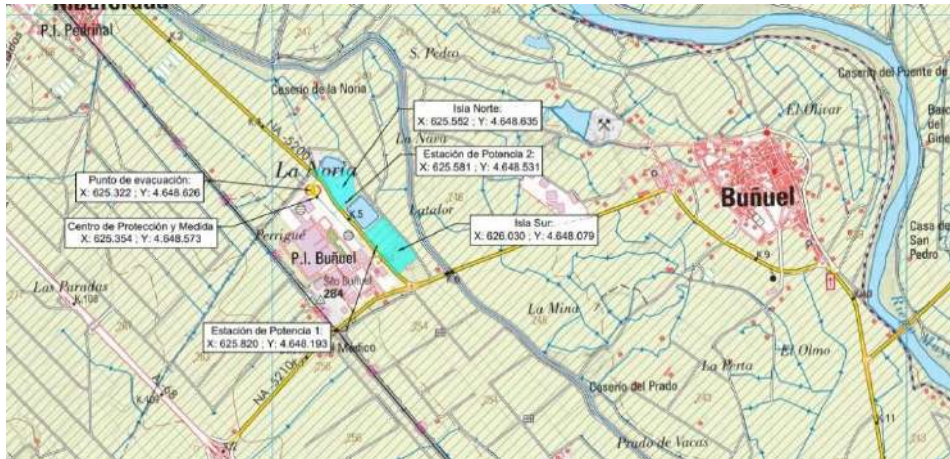


Ilustración 1. Situación PSFV Buñuel

Las coordenadas del centro geométrico de la planta son las siguientes:

Coordenadas UTM ETRS89 Huso 30		
	Isla Norte	Isla Sur
X	625.552	626.030
Y	4.648.635	4.648.079

Tabla 2. Coordenadas del emplazamiento

El recinto donde se implantará la instalación fotovoltaica pertenece al término municipal de Buñuel, provincia de Navarra. Las parcelas catastrales en la que se ubicará la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	REFCAT	Superficie (ha)
Buñuel	3	126	310000000002224883FB	4,62
Buñuel	3	522	310000000001090647GM	1,00
Buñuel	3	532	310000000002256351KT	5,23
Buñuel	3	535	310000000001090658MI	2,12
Buñuel	3	536	310000000001090659QO	1,82

Tabla 3. Datos catastrales



Ilustración 2. Parcelas PSFV Buñuel

Las coordenadas del vallado perimetral son las siguientes:

<b>Coordenadas Vallado Sur UTM ETRS89 Huso 30</b>	
<b>X</b>	<b>Y</b>
626.019	4.648.006
625.994	4.647.982
626.043	4.648.028
626.071	4.648.056
626.062	4.648.050
626.052	4.648.039
625.848	4.648.153
625.807	4.648.205
625.759	4.648.263
625.867	4.648.130
625.953	4.648.029
625.934	4.648.049
625.923	4.648.062
625.914	4.648.363
625.963	4.648.305
625.986	4.648.283
625.878	4.648.402
625.738	4.648.288
625.800	4.648.339
625.844	4.648.377
626.086	4.648.161
626.115	4.648.123
626.133	4.648.099
626.068	4.648.184
625.999	4.648.270
626.027	4.648.240
626.055	4.648.206

<b>Coordenadas Vallado Norte UTM ETRS89 Huso 30</b>	
<b>X</b>	<b>Y</b>
625.631	4.648.670
625.614	4.648.763
625.627	4.648.735
625.631	4.648.645
625.651	4.648.598
625.630	4.648.578
625.634	4.648.632
625.639	4.648.622
625.520	4.648.533

625.531	4.648.517
625.552	4.648.496
625.519	4.648.531
625.493	4.648.595
625.553	4.648.746
625.602	4.648.785
625.456	4.648.677
625.504	4.648.706

Tabla 4. Coordenadas vallado perimetral

La superficie total de las parcelas es 14,80 Ha, cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica mediante su cerramiento perimetral es de 10,50 Ha, con una longitud de vallado de 1.892,63 m.

Los centros de transformación de la planta solar se conectarán a través de una línea subterránea de 20 kV con el centro de protección y medida, saliendo de este una única línea la cual conecta con la red interior del consumidor industrial.

En los Planos Nº 1.1: Situación y Nº 1.2: Emplazamiento se podrá observar con más detalle el emplazamiento de la instalación fotovoltaica.

## 2.2. Accesos a la planta

El acceso principal a la Planta Solar se proyecta a través de carretera la NA-5200

Las coordenadas UTM ETRS89 (HUSO 30) de referencia de la puerta de acceso de la Planta Solar PSFV Buñuel son las siguientes:

Acceso	X	Y
Acceso Isla Norte	625.456	4.648.695
Acceso Isla Sur	625.741	4.648.284

Tabla 5. Accesos a la planta solar



Ilustración 3. Accesos a la planta solar

### 2.3. Estudio de afecciones planta solar

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por la implantación de la Planta Solar son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Buñuel.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras. Gobierno de Navarra.
- Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Gobierno de Navarra.
- Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda, Paisaje y Proyectos Estratégicos
- Departamento de Cultura, Deporte y Turismo
- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Red Eléctrica España.

#### 2.3.1. Afección a Red Natura 2000

El emplazamiento de la planta solar fotovoltaica no tiene afección directa sobre zonas de la Red Natura 2000.



*Ilustración 4. Red Natura 2000.*

### 2.3.2. Afección a Áreas de Importancia para la Conservación de la Avifauna Esteparia.

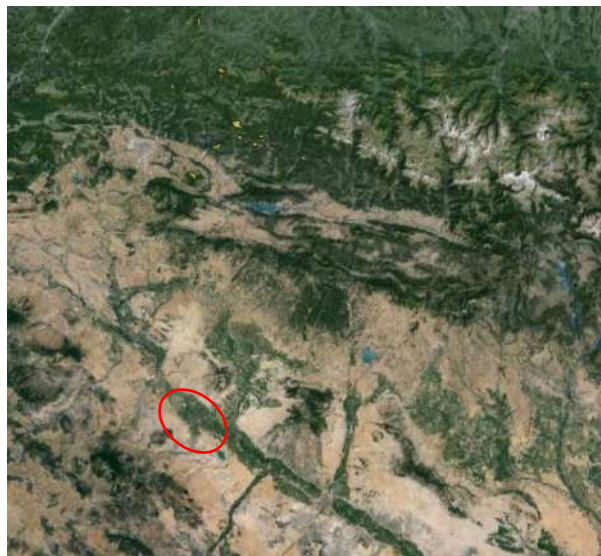
El emplazamiento de la planta solar fotovoltaica no tiene afección en la zona de Áreas de Importancia para la Conservación de la Avifauna Esteparia



*Ilustración 5. Ámbito de protección de especies amenazadas*

### 2.3.3. Afección a Áreas de Protección de la Fauna Silvestre

El emplazamiento de la planta solar fotovoltaica no tiene afección en la zona de Áreas de Protección de la Fauna Silvestre



*Ilustración 6. Ámbito de protección de especies amenazadas*

### 2.3.4. Afección a Áreas importantes para las Aves y la Biodiversidad

La zona del emplazamiento en estudio no se encuentra dentro de la zona IBA.

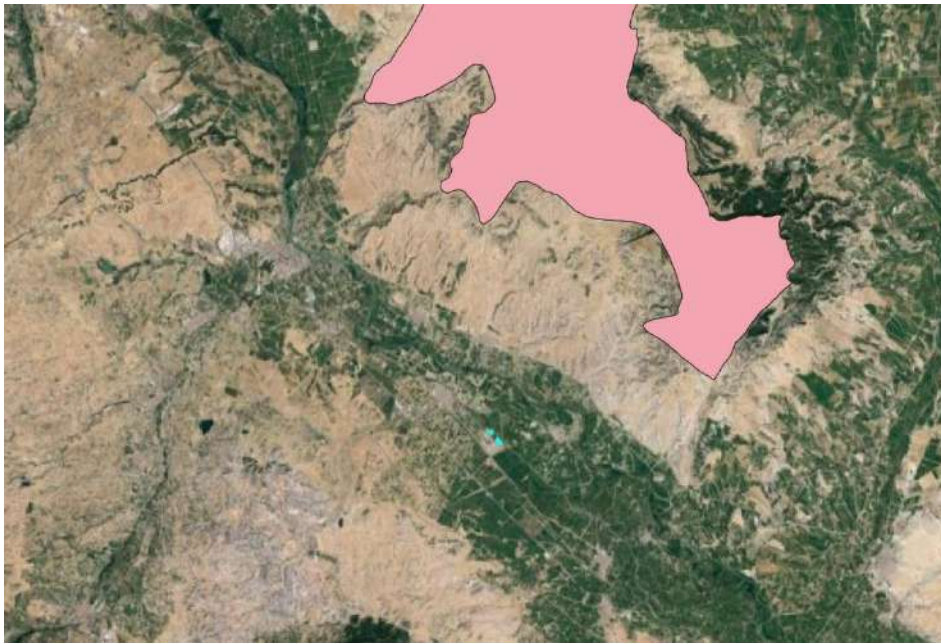


Ilustración 7. Área IBA

### 2.3.5. Afección a Caminos Públicos

La parcela donde se ubicará la planta linda con un camino catastrado en el Polígono 3 Parcela 532, además de varios caminos los cuales no se reflejan en el catastro.



Ilustración 8. Caminos en el entorno de la planta

### 2.3.6. Afección a Vías Pecuarias

Las parcelas donde se ubicará la planta no se encuentran en las proximidades ninguna vía pecuaria.

### 2.3.7. Riesgo Sísmico

La peligrosidad sísmica del territorio nacional se define por medio del mapa de peligrosidad sísmica. Dicho mapa suministra, expresada en relación al valor de la gravedad,  $g$ , la aceleración sísmica básica,  $a_b$  - un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno- y el coeficiente de contribución  $K$ , que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados en la peligrosidad sísmica de cada punto.

La figura que se muestra a continuación ilustra la evaluación de los riesgos sísmicos y volcánicos en la zona de actuación del Proyecto, que como se puede observar, están clasificados de riesgo bajo y una intensidad igual a VI en la Escala de Mercalli.



Ilustración 9. Mapa de riesgo sísmico

### 2.3.8. Afección a carreteras

En base a los **Artículos 34, 35 y 36** de la **LEY FORAL 5/2007, DE 23 DE MARZO, DE CARRETERAS DE NAVARRA**, se establecen las siguientes distancias mínimas para carreteras nacionales:

*“Artículo 34. Delimitación de la zona de dominio público adyacente.*

*1. La zona de dominio público adyacente comprende los terrenos contiguos a la carretera y a sus zonas funcionales y de servicio.*

*2. La zona de dominio público adyacente está formada por dos franjas de terreno, una a cada lado de la carretera, cuya anchura medida desde la línea exterior de la explanación, según se define en el artículo 8.1, es la siguiente:*

a) *Autopistas, autovías y vías desdobladas: ocho metros.*

b) *Carreteras de altas prestaciones y carreteras convencionales: tres metros.*

3. *En las zonas funcionales y de servicio de las carreteras la zona de dominio público adyacente está formada por una franja de terreno equivalente a la dispuesta con carácter general para el tipo de carretera en que se encuentren, medida desde la línea exterior de su correspondiente explanación.*

*Artículo 35. Delimitación de la zona de servidumbre.*

1. *La zona de servidumbre está formada por dos franjas de terreno, una a cada lado de la carretera, cuya anchura medida desde la línea exterior de la zona de dominio público adyacente es la siguiente:*

a) *Autopistas, autovías y vías desdobladas: diecisiete metros.*

b) *Carreteras de altas prestaciones, carreteras convencionales: cinco metros.*

2. *En las zonas funcionales y de servicio de las carreteras la zona de servidumbre está formada por una franja de terreno de cinco metros, medida desde la línea exterior de su zona de dominio público adyacente.*

*Artículo 36. Delimitación de la línea de edificación.*

1. *La línea de edificación está situada a ambos lados de la carretera con un trazado que discurre en paralelo a la línea exterior de delimitación de la calzada y a las siguientes distancias de ésta:*

a) *Autopistas, autovías y vías desdobladas: cincuenta metros.*

b) *Carreteras de altas prestaciones, carreteras de interés general y carreteras de interés de la Comunidad Foral: veinticinco metros.*

c) *Carreteras locales: dieciocho metros.*

2. *En el supuesto de que la línea de edificación quede incluida dentro de las zonas de protección, dicha línea se establecerá en la delimitación exterior de la zona de servidumbre.*

3. *El Departamento competente en materia de carreteras podrá reducir excepcional y motivadamente las distancias señaladas en este artículo, siempre que quede garantizada la ordenación de las márgenes de la carretera, el adecuado control de sus accesos y la seguridad vial, cuando en una carretera las características del lugar hagan imposible el respeto de las distancias señaladas o razones técnicas o socioeconómicas así lo aconsejen.”*



La carretera más cercana a la planta es la Carretera NA-5200, con una distancia a la planta mayor a 18 metros (Delimitación de la línea de edificación), como puede verse en la siguiente imagen:



Ilustración 10. Carreteras en el entorno de la planta

### 2.3.9. Afección a Líneas Eléctricas.

Existe una línea eléctrica de media tensión a la cual se ha respetado una zona de servidumbre de 8 m a cada lado de esta.



Ilustración 11. Líneas eléctricas en el entorno de la planta

### 2.3.10. Afección a líneas férreas

De acuerdo a la Ley 26/2022, de 19 de diciembre, del sector ferroviario, se establecen las siguientes restricciones:

- Zona de Dominio Público: *En suelo clasificado por el planeamiento urbanístico como no urbanizable o urbanizable no delimitado, sectorizado, programado o categoría equivalente que pase a tener la clasificación de urbanizable delimitado, sectorizado, programado o categoría equivalente no será de aplicación a la Zona de Dominio Público la reducción a cinco metros de las zonas urbanas. En este supuesto, la Zona de Dominio Público se mantendrá en los ocho metros desde la arista exterior de la explanación, salvo que los administradores de infraestructuras ferroviarias utilicen el procedimiento previsto en este apartado para determinar esta reducción.*
- Zona de Protección: *La zona de protección de las líneas ferroviarias consiste en una franja de terreno a cada lado de las mismas delimitada, interiormente, por la zona de dominio público definida en el artículo anterior y, exteriormente, por dos líneas paralelas situadas a 70 metros de las aristas exteriores de la explanación.*
- Límite de Edificación: *ambos lados de las líneas ferroviarias que formen parte de la Red Ferroviaria de Interés General se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta la línea ferroviaria queda prohibido cualquier tipo de obra de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las edificaciones existentes.*

*La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros de la arista exterior más próxima de la plataforma, medidos horizontalmente a partir de la mencionada arista.*

En el presente proyecto no existen afecciones con ninguna vía férrea

### 2.3.11. Afección a la red hidrográfica

En el entorno de las parcelas se localizan varias acequias y dos balsas, además del Canal Imperial de Aragón.

Las acequias han sido identificadas mediante la cartografía del instituto geográfico nacional:

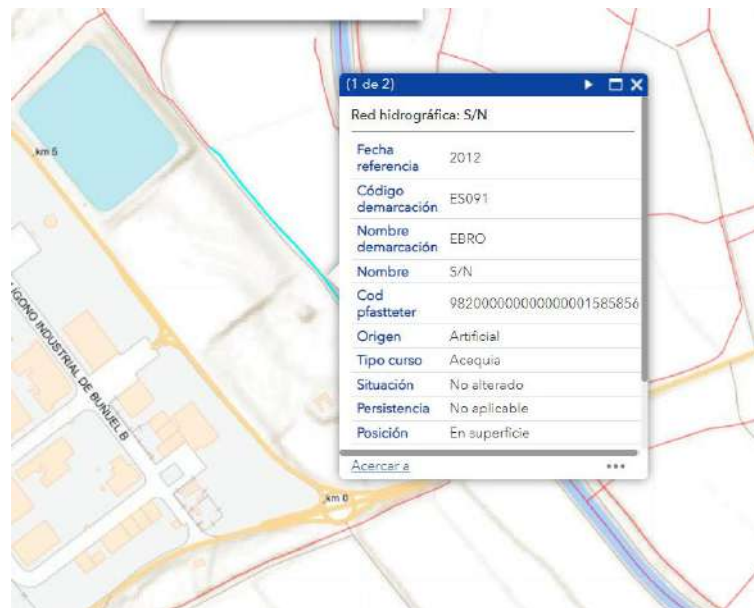


Ilustración 12. Acequias en el entorno de la planta.

En la figura que se muestra a continuación se observa que se ha respetado la zona de servidumbre y la zona de flujo preferente, con más de 5 metros de separación a los módulos:



Ilustración 13. Hidrografía en el entorno de la planta.

En base a lo definido por la “Delimitación del Dominio Público Hidráulico se establecen las siguientes distancias mínimas:

- Zona de Servidumbre: corresponde a la franja de 5 m que linda con el cauce, dentro de la zona de policía, y que se reserva para usos de vigilancia, pesca y salvamento.
- Zona de Policía: es la constituida por una franja lateral de 100 m de anchura a cada lado, contados a partir de la línea que delimita el cauce, en la que se condiciona el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen. Su tamaño se puede ampliar hasta recoger la zona de flujo preferente, la cual es la zona constituida por la unión de la zona donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas.

En el apartado 2.3.10.3. *Afección por flujo preferente y zonas inundables* se profundiza en la Delimitación del Dominio Público Hidráulico del proyecto.

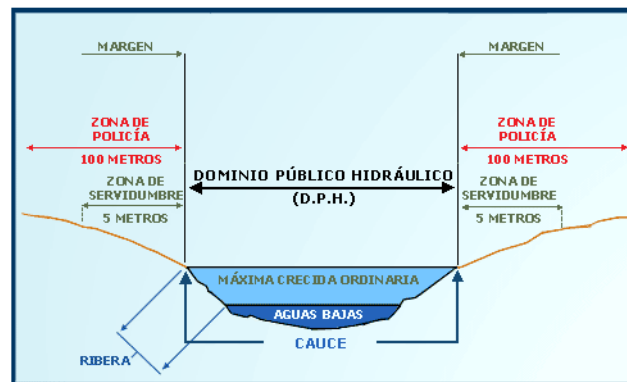


Ilustración 14. Zonificación del espacio fluvial (Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico)

### 2.3.11.1. Disponibilidad de recursos hídricos

Para la limpieza de las instalaciones, así como para el mantenimiento de las placas solares se contratará una empresa autorizada que se encargará de realizar esas labores y que contará con las autorizaciones pertinentes que se presentarán debidamente en este organismo cuando se formalice la contratación.

### 2.3.11.2. Evacuación de aguas pluviales

En cuanto al trasvase de aguas pluviales, se realizará si fuese necesario, un sistema de evacuación de aguas que evacúe todas las pluviales hacia los drenajes naturales de las fincas. El sistema de drenaje debe estar diseñado para controlar, conducir y filtrar el agua al terreno. El drenaje de las aguas de escorrentía superficial será canalizado mediante una red de cunetas longitudinales en los viales de la instalación fotovoltaica. Estas cunetas captarán las escorrentías y las conducirán hasta los puntos bajos del trazado, donde se localizan las obras de fábrica de paso de pluviales bajo los caminos, que dan continuidad a la red de drenaje natural de la parcela. Se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas provenientes de fincas colindantes.

En ningún caso se trasvasarán aguas pluviales a una cuenca distinta a la aportadora. Así mismo, se respetarán los actuales puntos de desagüe a los cauces, es decir, no se trasladarán ni se crearán otros distintos que puedan provocar perjuicio a terceras aguas abajo.

No se construirán obras sobre el DPH que impidan o dificulten la continuidad longitudinal de los cauces, así como obras de protección (sobreelevaciones del terreno, muros...) frente a avenidas.

Para todas las actuaciones descritas se solicitará la autorización expresa por parte del organismo de Cuenca.

### 2.3.11.3. Afección por flujo preferente y zonas inundables

En el Real Decreto 849/1986, se especifica lo siguiente con respecto a las actividades en la zona de policía:

Para realizar cualquier tipo de construcción en zona de policía de cauces, se exigirá la autorización previa al organismo de cuenca, a menos que el correspondiente Plan de Ordenación Urbana, otras figuras de ordenamiento urbanístico o planes de obras de la Administración, hubieran sido informados por el organismo de cuenca y hubieran recogido las oportunas previsiones formuladas al efecto. En todos los casos, los proyectos derivados del desarrollo del planeamiento deberán ser comunicados al organismo de cuenca para que se analicen las posibles afecciones al dominio público hidráulico y a lo dispuesto en el artículo 9, 9 bis, 9 ter, 9 quáter, 14 y 14 bis del citado Real Decreto.

El procedimiento de actuación administrativa aparece definido en los artículos 240 a 242 del Reglamento del Dominio Público Hidráulico.

Resulta necesario, en ciertos casos, definir con claridad los límites del dominio público hidráulico y sus zonas asociadas, con objeto no sólo de proteger dicho dominio sino también de poder evitar o disminuir riesgos potenciales en áreas contiguas de propiedad privada.

En lo que respecta al presente apartado de “afección por flujo preferente y zonas inundables”, atendiendo a las limitaciones de usos aplicables a nivel estatal definidas en los artículos 9 bis, 9 ter, 9 quáter y 14 bis del Reglamento de Dominio Público Hidráulico para las instalaciones objeto del proyecto no resulta limitante las avenidas de T100 y T500, debiéndose respetar exclusivamente, para la tipología de actuación proyectada, los límites establecidos por la Zona de Servidumbre y Zona de Flujo Preferente.

En las áreas afectadas por la Zona de flujo preferente y en las Zonas de Servidumbre no se ocuparán con módulos fotovoltaicos ni instalación alguna. Asimismo, no se realizarán acopios de material ni se almacenarán residuos que puedan ser arrastrados o que puedan degradar el DPH.

#### *2.3.11.4. Saneamiento y depuración*

En la fase de explotación no se prevén vertidos de agua residuales, mientras que en la fase de construcción se instalarán baños químicos portátiles que serán gestionados por un gestor autorizado.

Para el resto de residuos y/o vertidos se llevarán a cabo las siguientes medidas preventivas y correctoras:

- El parque de maquinaria y las instalaciones auxiliares se ubicarán en una zona donde las aguas superficiales no vayan a ser afectadas. Se realizarán las labores de mantenimiento y lavado de la maquinaria en áreas específicas acondicionadas a tal efecto.
- Se protegerán los cauces de la llegada de sedimentos con el agua de escorrentía mediante la instalación de barreras de sedimentos.
- Todas las instalaciones de almacenamiento y distribución de sustancias susceptibles de contaminar el medio hídrico, como los depósitos de combustibles, deberán ir selladas y ser estancas, para evitar su filtración y contaminación de las aguas superficiales y subterráneas.

- Los aceites usados y residuos peligrosos que pueda generar la maquinaria de la obra y los transformadores, se recogerán y almacenarán en recipientes adecuados para su evacuación y tratamiento por gestor autorizado, al igual que los lodos procedentes de la balsa de sedimentación o el material de absorción de los derrames de aceites y combustibles.
- En fase de explotación, las instalaciones requieren agua para la limpieza de paneles, que no contendrán productos químicos de ningún tipo.
- En fase de explotación no se prevén vertidos de ningún tipo.

#### *2.3.11.5. Justificación de la no alteración del flujo de avenida por la instalación*

Las estructuras de placas fotovoltaicas no deben considerarse como una actividad vulnerable frente a las avenidas ni tampoco suponen una reducción significativa de la capacidad de desagüe de dicha vía. Esto se justifica por:

- Carecen de cimentación que sobresalga del terreno (son hincadas directamente al suelo)
- Las hincas (pilares de la estructura) son perfiles de acero conformado en frío o laminado calidad S-275 o S-355, con un tratamiento superficial de las superficies de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión.
- La altura mínima sobre el terreno de la estructura portante es de 0.5 m de forma que existe un margen para que fluya el agua libremente debajo de ellas. En las zonas donde sea necesario esta zona puede ampliarse.

Por tanto, permiten el flujo del agua por debajo de las estructuras, sin alterarlo.

#### *2.3.12. Afección urbanística*

La normativa de aplicación será la siguiente:

- DECRETO FORAL 84/1990, DE 5 DE ABRIL, POR EL QUE SE REGULA LA IMPLANTACIÓN TERRITORIAL DE POLÍGONOS Y ACTIVIDADES INDUSTRIALES EN NAVARRA.
- POT 5 Eje del Ebro.
- PLAN GENERAL MUNICIPAL Modificación para adaptación al Plan de Ordenación Territorial Eje del Ebro en suelo no urbanizable. (BON 125)

##### *2.3.12.1. Plan General Urbanístico (PGOU).*

###### *2.3.12.1.1. Clasificación del suelo.*

Según el informe técnico emitido el 22/03/2023, las parcelas se encuentran según la normativa urbanística municipal en Suelo no Urbanizable de preservación, Regadío tipo 2.

###### *2.3.12.1.2. Usos del suelo.*

Según el informe técnico emitido el 22/03/2023, las instalaciones energéticas son autorizables en este tipo de suelo.

### 2.3.12.2. Planes de Ordenación Territorial.

En el desarrollo de la Estrategia Territorial de Navarra, los Planes de Ordenación Territorial son instrumentos esenciales para la organización del territorio. Estructuran Navarra en 5 áreas (Pirineo, Navarra Atlántica, Área Central, Zonas Medias y Eje del Ebro) y establecen los elementos básicos para la organización y articulación del territorio en cada una de ellas.

La homogeneidad territorial y funcional histórica de estas áreas permite definir un Modelo de Desarrollo Territorial particular centrado en los siguientes ejes de intervención: 1. Ordenación del patrimonio natural y cultural; 2. Ordenación del sistema urbano, y 3. Ordenación de las comunicaciones, transporte e infraestructuras.

Los Planes de Ordenación Territorial (POT) fueron concebidos como instrumentos dinámicos que evolucionan en el tiempo. En tanto que están referidos a una realidad cambiante, pueden llegar a convertirse, en todo o parte, en documentos obsoletos o poco operativos. Por ello, fueron dotados de mecanismos de revisión, modificación y actualización, que permiten ajustar las previsiones de los POT a la continua evolución del territorio y garantizar el cumplimiento de los objetivos prefijados.

Los Planes de Ordenación Territorial están sometidos a Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) como exige la Ley Foral 4/2005 de Intervención para la Protección Ambiental (LFIPA). La Evaluación Ambiental Estratégica es el procedimiento establecido para evaluar, corregir y controlar, anticipadamente, los efectos que pueden tener sobre el medio ambiente determinados planes y programas, públicos o privado



Ilustración 15. Planes de Ordenación Territorial.

Tal y como se puede apreciar en la ilustración previa, el T.M. de Buñuel se ubica en el eje del Ebro.

#### 2.3.12.2.1. POT 5 Eje del Ebro.

El Plan de Ordenación Territorial 5 “Eje del Ebro” (POT 5) tiene por objeto la ordenación del territorio de las zonas comprendidas en el ámbito del “Eje del Ebro”, de acuerdo con los artículos 27 y 34 de la Ley Foral 35/2002, de 20 de diciembre, de Ordenación del Territorio y Urbanismo (LFOTU). En este sentido, el POT 5 desarrolla el Modelo de Desarrollo Territorial de Futuro y las directrices relacionadas con la ordenación del territorio del ámbito del “Eje del Ebro” establecidos por la Estrategia Territorial de Navarra (ETN).



### 2.3.12.2.2. Clasificación del suelo.

La clasificación del suelo según el POT 5 Eje del Ebro, encontramos las siguientes clasificaciones del suelo:

- Según 02- Modelo Desarrollo Territorial (MDT), Áreas de alto valor Productivo-Agrícola, Regadíos.

- Según 03- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Áreas de Especial Protección, estaría en Suelo Para Su explotación Natural, Suelos de elevada Capacidad Agrícola.

- Según 05- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Suelo Protegido por la Legislación Vigente, estaría en Suelo Para su explotación Natural, Regadíos sin delimitación Precisa.

- Según 06- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Unidades Ambientales

- Según 11- Estrategia para la Ordenación de las Comunicaciones, Transporte e Infraestructuras- Infraestructuras Energéticas. Abastecimiento y Saneamiento. Residuos, estaría en Área de mejora e infraestructura Electricidad.

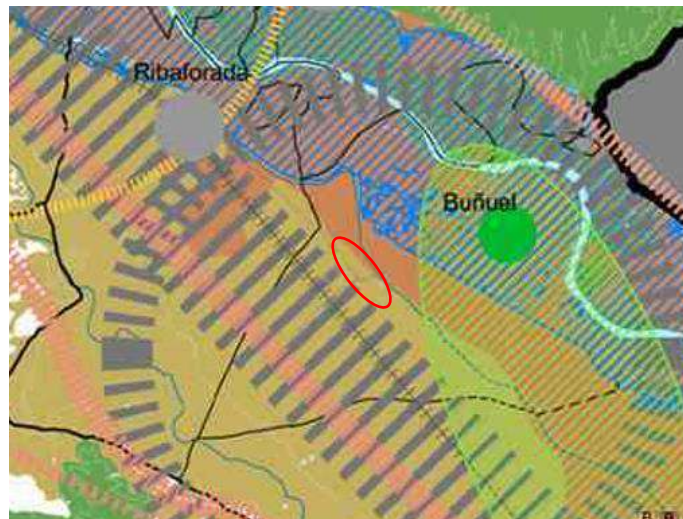


Ilustración 16. Planes de Ordenación Territorial (02- Modelo Desarrollo Territorial (MDT)).

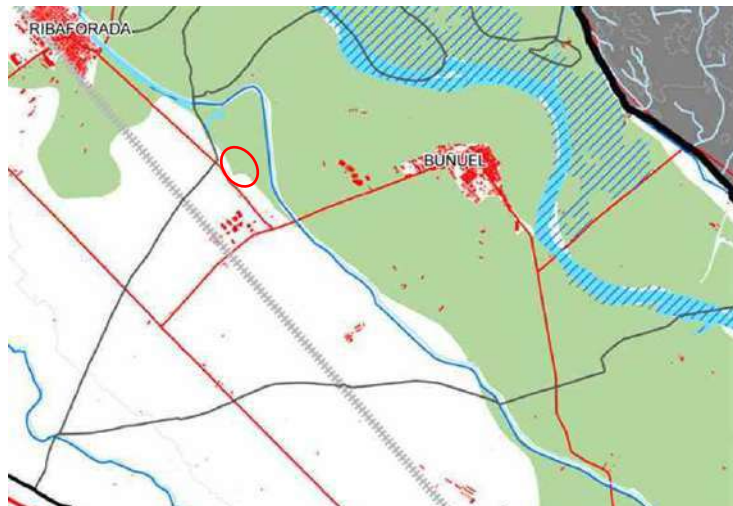


Ilustración 17. Planes de Ordenación Territorial (03- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Áreas de Especial Protección)

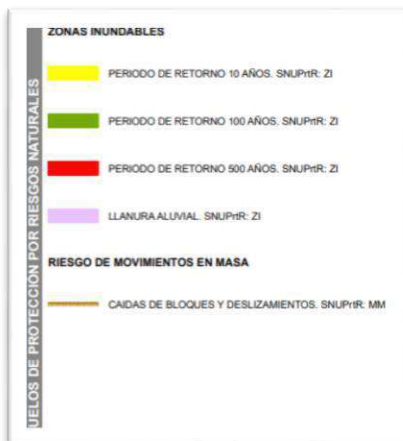
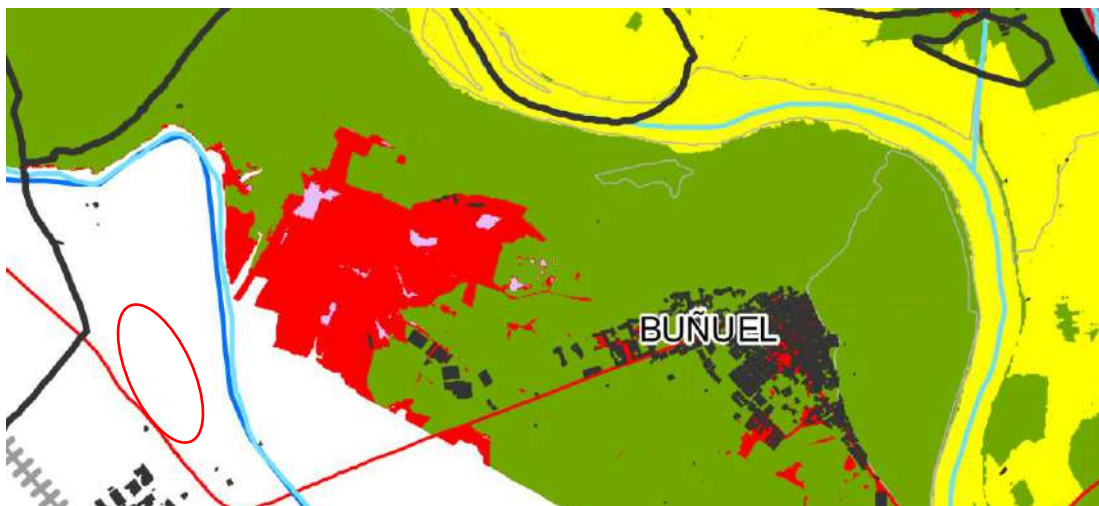
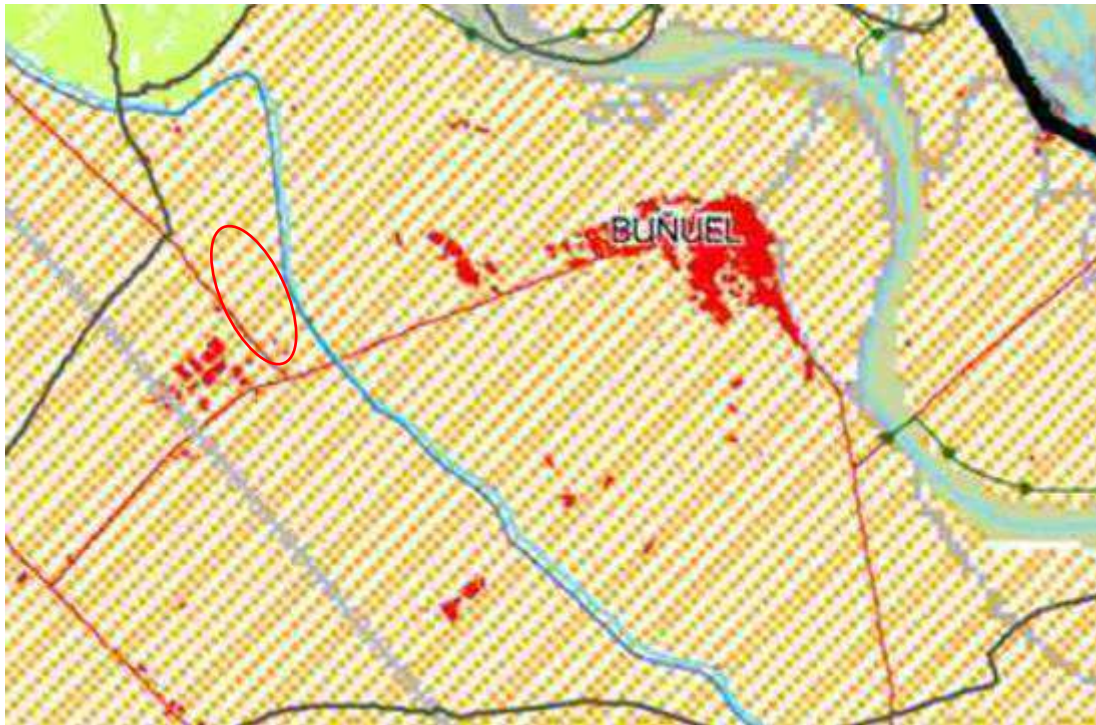


Ilustración 18. Planes de Ordenación Territorial (04-Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural - Patrimonio Natural. Suelo de Protección por Riesgos Naturales)



**SUELO DE VALOR AMBIENTAL**

■ ESPACIOS NATURALES PROTEGIDOS. SNUPHA: ENP

■ HUMEDALES PROTEGIDOS. SNUPHA: HP

**SUELO PARA SU EXPLOTACIÓN NATURAL**

■ MONTES DE UTILIDAD PÚBLICA. SNUPHEN: MUP

■ REGADÍOS. SNUPHEN: R

■ REGADÍOS SIN DELIMITACIÓN PRECISA. SNUPHEN: R

**SUELO DE VALOR CULTURAL**

■ CAMINO DE SANTIAGO. SNUPHCu: CS

■ VÍAS PECUARIAS. SNUPHCu: VP

■ VÍAS VERDES. SNUPHCu: VV

*Ilustración 19. Planes de Ordenación Territorial (05- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Suelo Protegido por la Legislación Vigente)*



Ilustración 20. Planes de Ordenación Territorial (06- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Unidades Ambientales)





*Ilustración 21. Planes de Ordenación Territorial (11- Estrategia para la Ordenación de las Comunicaciones, Transporte e Infraestructuras- Infraestructuras Energéticas. Abastecimiento y Saneamiento. Residuos).*

### 2.3.12.2.3. Usos del suelo.

Según la normativa del plan de ordenación territorial POT 5 “Eje del Ebro”, los criterios y normas de uso y protección de estas zonas vienen establecidos en los diferentes anexos que acompañan a la normativa.

En un primer lugar en Suelos de Elevada Capacidad Agrológica, se prohíbe la instalación según ANEXO PN3. ÁREAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN.

En el resto de los suelos, no se regula en el POT 5, por lo que se deberá atender al resto de normativa vigente.

Según, 06- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Unidades Ambientales, las parcelas se encuentran catalogadas como unidades Cultivo (SNUPrS: C) y como Regadío (SNUPrS: R).

Según el Artículo 25 de la normativa del plan territorial, Los criterios de autorización de usos para las diferentes sub-subcategorías de suelo no urbanizable de preservación, vienen especificados en el ANEXO PN7: SUELO DE PRESERVACIÓN, siendo estos orientativos.

En el anexo PN7, para ambas sub-subCategorías es específica que los criterios energéticos podrán realizarse, según criterios expuestos en el Anexo PN8.

El capítulo 7B del Anexo PN8, es dedicado a la energía solar fotovoltaica, permitiendo el uso bajo la premisa de minimizar su impacto paisajístico.

### 2.3.12.3. *DECRETO FORAL 84/1990, DE 5 DE ABRIL, POR EL QUE SE REGULA LA IMPLANTACIÓN TERRITORIAL DE POLÍGONOS Y ACTIVIDADES INDUSTRIALES EN NAVARRA.*

#### 2.3.12.3.1. Usos del suelo.

Los usos autorizables se encuentran en el Art. 6:

**“Artículo 6. Actividades autorizables.**

A los efectos de lo previsto en la Ley Foral 6/1987, de 10 de abril, de Normas Urbanísticas Regionales para protección y uso del territorio, se consideran construcciones e instalaciones vinculadas a actividades industriales autorizables en suelo no urbanizable las siguientes:

(...)

**d) Las actividades de producción que exijan grandes superficies edificables o urbanizables, siempre que resuelvan a su costa las obras y efectos de su implantación. A estos efectos, se entiende por actividades que exigen grandes superficies aquellas cuyo emplazamiento requiera las siguientes dimensiones mínimas:**

- En la Comarca de Pamplona, definida territorialmente por el Decreto Foral 103/1988, de 29 de marzo, por el que se acuerda la formación de las Normas Urbanísticas Comarcales de la Comarca de Pamplona, una parcela de 100.000 metros cuadrados y una superficie edificada en su primera implantación de 20.000 metros cuadrados.
- En Tudela, Estella y Tafalla y en un radio de diez kilómetros, un mínimo de 80.000 metros cuadrados de parcela y una superficie a construir en su primera implantación de 16.000 metros cuadrados.
- En el resto del suelo no urbanizable de Navarra que cumple las demás condiciones de este Decreto Foral, un mínimo de 60.000 metros cuadrados de parcela y una superficie a construir en su primera implantación de 12.000 metros cuadrados.”

A la vista del Art 6, se dictamina que el uso es permitido.

#### **2.3.12.3.2. Condiciones de Implantación.**

En el Art. 7, 11 y 29, regulan las condiciones que deben respetarse en una implantación.

#### **“Artículo 7. Condiciones de emplazamiento.**

1. La implantación de actividades industriales en suelo no urbanizable se ajustará, además de a las restantes condiciones que se establecen en este Decreto Foral, a las siguientes condiciones de emplazamiento:

a) La ubicación sólo podrá autorizarse, en su caso, en suelos categorizables como de genérico o de mediana productividad agrícola o ganadera, conforme a los artículos 22 y 23 de la Ley Foral 6/1987, de 10 de abril, de Normas Urbanísticas Regionales para protección y uso del territorio.

(...)

c) Se prohíbe la instalación de industrias en terrenos con pendientes superiores al 5 por 100. Excepcionalmente, el Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda y Medio Ambiente podrá autorizar instalaciones en terrenos con pendientes que no superen el 8 por 100, a la vista de las medidas correctoras y de tratamiento ambiental y paisajístico que el Proyecto contenga.

d) No podrán autorizarse emplazamientos a menos de 100 metros de bienes inmuebles de interés cultural o de edificios o elementos de interés que participen de valores históricos, culturales o ambientales, ni del Camino de Santiago, calzadas históricas u otras rutas de interés.

(...)

h) Las actividades de producción que exijan grandes superficies, a las que se refiere el artículo 6.d, no podrán situarse a menos de 1.000 metros de distancia de cualquier núcleo de población. Excepcionalmente, podrá reducirse esta distancia atendiendo a los elementos geográficos y topográficos existentes que actúen como barrera. Asimismo, podrá reducirse la distancia señalada hasta 500 metros cuando se incorporen al Proyecto franjas arboladas entre la parcela y el núcleo, en una anchura de 15 metros por cada 100 metros de reducción de la distancia.

(...)

#### **Artículo 11. Distancia de las edificaciones a linderos y cierres.**

1. Las edificaciones se separarán al menos 10 metros de los cierres y linderos de la parcela. Se considerará a estos efectos como lindero la línea paralela situada a 15 metros del borde de la calzada a que se refiere el artículo anterior.

2. En el supuesto de que, por aplicación de la Ley Foral 11/1986, de 10 de octubre, la distancia a la linde que afronte a la carretera sea mayor que la señalada en el número anterior se estará a lo dispuesto en la citada Ley Foral.

(...)

#### **Artículo 29. Altura**

1. La altura máxima de la edificación será de diez metros, medidos en cada punto de contacto del terreno con la edificación, desarrollándose en un máximo de dos plantas.

(...)"

#### **2.3.12.4. Conclusiones**

- La zona de estudio abarca un único municipio Buñuel.
- Según la normativa municipal, se está ante un uso autorizable.
- Atendiendo a los planes de ordenación territorial, nos encontramos que las parcelas se ubican en POT 5, Eje del Ebro.
- Según "03- Estrategia para la Ordenación del Patrimonio Natural y Cultural- Patrimonio Natural. Áreas de Especial Protección" parte de las parcelas se ubican en **Suelos de Elevada Capacidad Agrícola**, donde se prohíbe la instalación según ANEXO PN3. ÁREAS DE ESPECIAL PROTECCIÓN.
- Atendiendo al Art. 7.a) DECRETO FORAL 84/1990, DE 5 DE ABRIL, POR EL QUE SE REGULA LA IMPLANTACIÓN TERRITORIAL DE



POLÍGONOS Y ACTIVIDADES INDUSTRIALES EN NAVARRA, también se prohíbe el uso de los suelos de elevada capacidad agrícola.

- Se debe respetar una separación de linderos de 15 m, Art. 11, DECRETO FORAL 84/1990.
- Se respeta una distancia de 100 metros de bienes inmuebles de interés cultural o de edificios o elementos de interés que participen de valores históricos, culturales o ambientales, ni del Camino de Santiago, calzadas históricas u otras rutas de interés y 1.000 metros de distancia de cualquier núcleo de población.



Ilustración 22. Distancia de 1.000 núcleos de población.

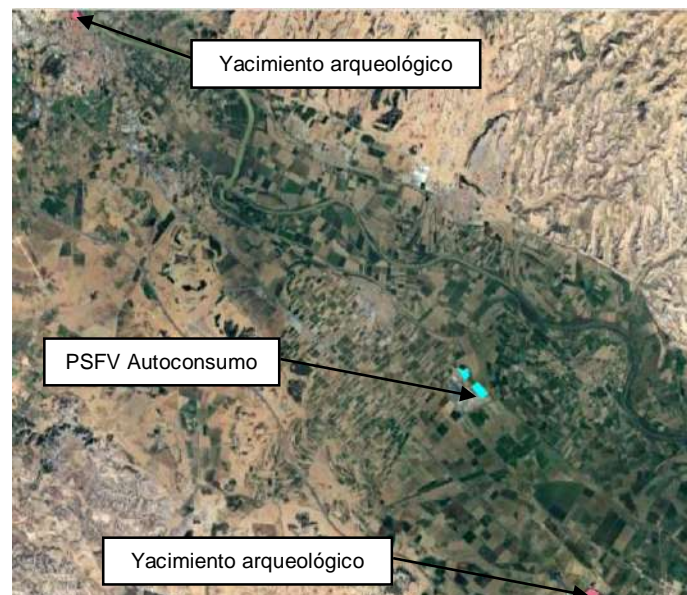


Ilustración 23. Yacimientos en el entorno (Fuente: <https://geoportal.navarra.es/es/idena/descargar>)

- En la siguiente ilustración, se ven las parcelas a usar y la delimitación de este tipo de suelo según la cartografía del POT 5.



Ilustración 24. Limitación parcelas y suelo de elevada capacidad agrícola.

- Tras ver esta incongruencia en la clasificación del Suelo entre el POT 5 y la normativa urbanística, se realizó una consulta telefónica con el técnico de Urbanismo del propio Ayuntamiento, donde se especificó que la normativa por la cual debe regirse el presente proyecto es la expuesta en el BON 125, de 28 de junio de 2019, donde han tenido en cuenta toda la documentación del POT 5 Eje del Ebro, la cual ha sido aprobado por el gobierno de Navarra y siendo la que prevalece.
- Como conclusión, en base a la normativa consultada y a los informes urbanísticos emitidos por el ayuntamiento, que **el uso de la totalidad de las parcelas es permitido ya que se identifica la totalidad del suelo como Suelo no Urbanizable de Preservación: Regadío tipo 2.**

#### 2.3.12.5. Afeción con conducción (Colector de Aguas Sucias)

En el entorno de la parcela se encuentra una conducción, la cual es un colector de Aguas Sucias. Se ha respetado una servidumbre de 10 m para dicha conducción.



Ilustración 25. Afeciones urbanísticas.

### **3. Funcionamiento**

Durante las horas diurnas, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada por el campo fotovoltaico, en corriente continua, es inyectada en sincronía a la red a través de los inversores una vez transformada por éstos en corriente alterna. Esta energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compra-venta previamente establecida con ésta.

Durante las noches el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de “stand-by” con el objetivo de minimizar el consumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta genera suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red, iniciando la alimentación si los valores son correctos. La operación de los inversores es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión, que posee cada uno de los inversores, está básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de la misma.

Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

### **4. Descripción de la instalación solar**

Las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales, por un lado, se encuentra el generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante los módulos fotovoltaicos, y otra parte que se encarga de transformar la energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su posterior inyección a la red.

La presente planta solar fotovoltaica está compuesta por 11.502 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo TSM-NEG21C20-700 700 Wp de Trina Solar o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 8,051 MWp. Dichos módulos estarán distribuidos en 426 cadenas de 27 módulos en serie cada una, las cuales se agruparán en 27 estructuras 2V con dos string cada una y en 93 estructuras 2 V con 4 strings cada una.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de veintidos (22) inversores SUN2000-330 de HUAWEI o similar, los cuales dotan a la instalación de una potencia limitada de inversores a 40 °C de 7,26 MVA, siendo el ratio CC/CA de 1,109.

La energía generada en la estación de potencia será conducida por medio de una red de media tensión (MT) subterránea y en bandeja sobre fachada y galería de 20 kV hasta el punto de conexión con la red del cliente consumidor.

El punto de medida principal de la energía generada por la instalación se encontrará en las celdas de MT (20 kV) de la estación de potencia. La medida de la energía cumplirá con lo dispuesto en el RD1110/2007 por el que se aprueba el Reglamento unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico, referente a medida, seguridad y calidad industrial para permitir y garantizar la correcta medida de la energía eléctrica.

#### 4.1. Características Principales

A continuación, se presentan las características principales de la planta:

Elemento	Parámetro	Unidad	
<b>Módulo FV</b>	Fabricante y modelo	-	TRINA SOLAR VERTEX NEG21C.20 700 Wp
	Tecnología	-	Bi-facial
	Potencia	Wp	700
	Número de módulos	Qty	11.502
<b>Estructura Soporte</b>	Tipo	-	Estructura Fija 2V
	Fabricante y modelo	-	Baks o similar
	Configuración	-	2V
	Número de estructuras	Qty	120
<b>Inversor</b>	Tipo	-	String
	Fabricante y modelo	-	HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
	Potencia AC a 40 °C	kW	330
	Potencia limitada AC a 40 °C	kW	330
	Número de inversores	Qty	22
<b>Estación de potencia</b>	Fabricante	-	Selma
	Modelo	-	CT Selma Mod. CTA
	Potencia AC a 40°C	kVA	5.500
	Número de estaciones de potencia	Qty	2
<b>Parámetros de Diseño</b>	Tª de diseño	°C	40
	Nº de módulos / string	Qty.	27
	Pitch	m	10
	Nº de strings	Qty	426
	Potencia Pico	MW	8,051
	Potencia Instalada	MW	7,26

Tabla 6. Características generales de la planta fotovoltaica

## 4.2. Configuración eléctrica

La Planta Solar Fotovoltaica producirá energía eléctrica a partir de la radiación solar incidente sobre los paneles fotovoltaicos colocados sobre estructuras con seguimiento al sol a un eje horizontal, lo cual favorecerá en gran medida la energía generada por la Planta. Posteriormente, gracias a los inversores fotovoltaicos, se transformará la corriente continua en corriente alterna y el transformador (ubicado en la estación de potencia) elevará la tensión de Baja Tensión (BT) a Media Tensión (MT).

La configuración eléctrica de la Instalación Fotovoltaica se resume en las siguientes tablas:

Estación de potencia	Nº strings	Potencia pico (kWp)	Nº inversores	Potencia nominal (kW)	Ratio CC/CA
Estación de Potencia 1	312	5.897	16	5.280	1,117
Estación de Potencia 2	114	2.155	6	1.980	1,088

Tabla 7. Configuración planta fotovoltaica (1 de 2)

Estación de potencia	Inversor nº	Nº strings	Nº módulos	Potencia pico (kWp)
Estación de Potencia 1	1	19	513	359,1
	2	19	513	359,1
	3	19	513	359,1
	4	19	513	359,1
	5	19	513	359,1
	6	19	513	359,1
	7	19	513	359,1
	8	19	513	359,1
	9	20	540	378
	10	20	540	378
	11	20	540	378
	12	20	540	378
	13	20	540	378
	14	20	540	378
	15	20	540	378
	Estación de Potencia 2	17	19	513
18		19	513	359,1
19		19	513	359,1
20		19	513	359,1
21		19	513	359,1
22		19	513	359,1
<b>Total</b>	<b>22</b>	<b>426</b>	<b>11.502</b>	<b>8.051,4</b>

Tabla 8. Configuración planta fotovoltaica (2 de 2)

## 5. Componentes de la instalación fotovoltaica

### 5.1. Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 11.502 módulos fotovoltaicos bifaciales del modelo TSM-NEG21C.20 de 700 Wp de Trina Solar o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 8,051 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (TSM-NEG21C.20)	STC	NOCT
Potencia máxima (W)	700	543
Voltaje máximo (Vmp)	40,5	38
Corriente máximo (Imp)	17,29	14,05
Voltaje circuito abierto (Voc)	48,6	46
Corriente cortocircuito (Isc)	18,32	14,76
Eficiencia STC (%)	22,5	
Temperatura operación (°C)	-40 °C / +85°C	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500 V	
Capacidad máx. de fusible serie	35 A	
Coef. de temperatura de Pmax (%/°C)	-0,30	
Coef. de temperatura de Voc (%/°C)	-0,24	
Coef. de temperatura de Isc (%/°C)	0,04	

Tabla 9. Características módulo fotovoltaico

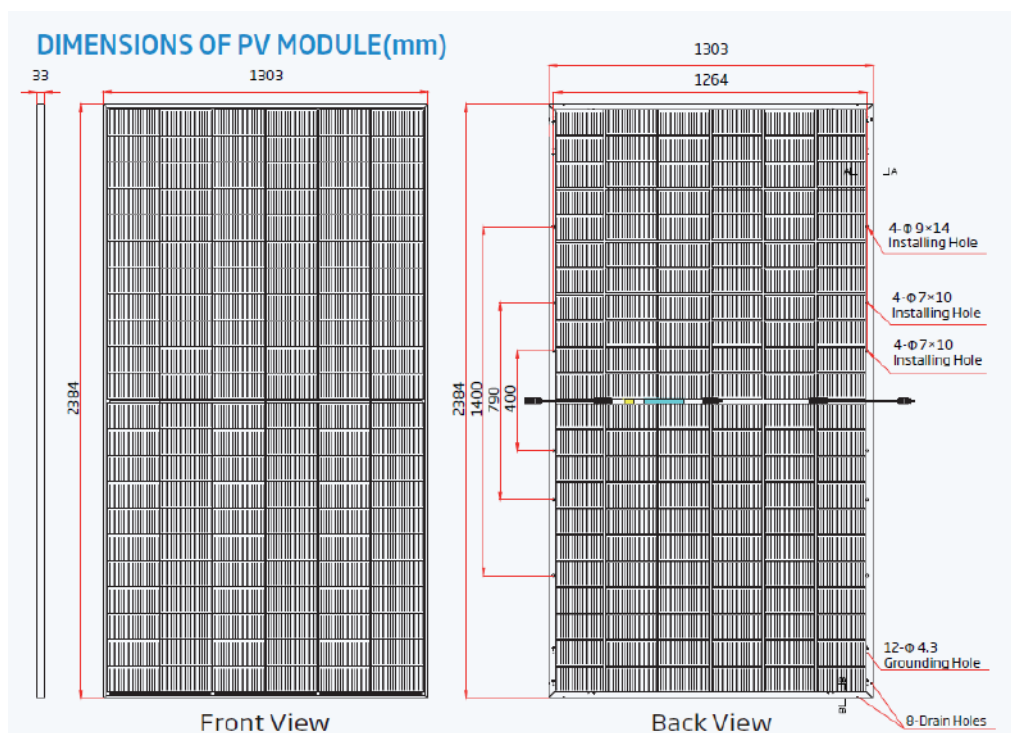


Ilustración 26. Módulo fotovoltaico

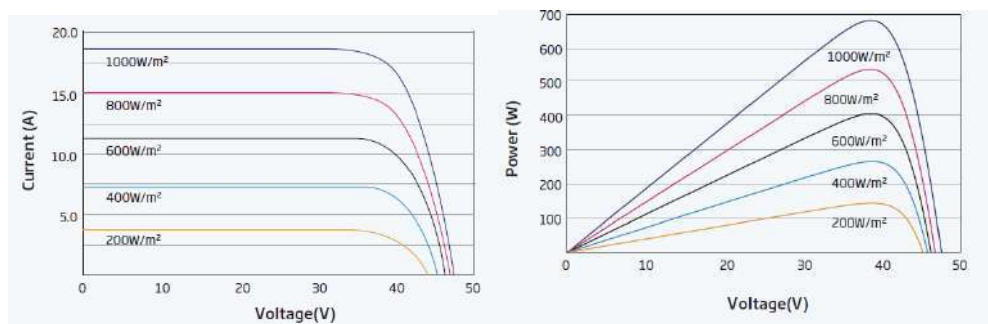


Ilustración 27. Curvas características

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

En el *Anejo 2: Fichas Técnicas* se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

## 5.2. Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo string, concretamente el modelo SUN2000-330 de Huawei o similar. El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor será de veintidos (22) unidades a las cuales se conectarán 426 strings de 27 módulos en serie cada uno, dotando a la instalación de una potencia instalada de 7,26 MW.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).



Ilustración 28. Huawei SUN2000-330

De forma general, las características de inversor empleado en la hoja de características son las siguientes:

<b>Inversor (Huawei SUN2000-330-KTL-H1)</b>	
<b>Valores de entrada CC</b>	
Tensión máxima de entrada (V)	1.500
Rango de tensión por MPP (V)	500   1.500
Máxima Corriente CC (A)	65
<b>Valores de salida CA</b>	
Potencia nominal a 40 °C (kVA/kW)	300 <sup>(*)</sup>
Potencia Máxima (kVA/kW)	330 <sup>(*)</sup>
Tensión nominal de salida (V)	800
Intensidad máxima de salida (A)	216,6
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50
Distorsión armónica total máxima	< 1%
<b>Eficiencia</b>	
Eficiencia máxima	99 %
Eficiencia europea	98,8 %

Tabla 10. Características inversor fotovoltaico

(\*) Puesto que la potencia máxima según ficha técnica es de 330 kW, esta es la que será tomada como nominal para la realización del proyecto, salvo en el Anejo 1: Estudio de producción energética, en el cual se utilizará el fichero de Huawei para la simulación, empleando este una potencia nominal de 300 kW.

El inversor cumple con lo dispuesto en los estándares EN 61000-6-1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-4, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12, EN 62109-1, EN 62109-2, IEC62103, EN 50178, FCC Part 15, AS3100, así como con el P.O.12.3 de conexión a red.

Con el fin de evitar el efecto (PID), degradación inducida por potencial eléctrico de los módulos fotovoltaicos, el polo negativo CC del inversor se conectará a la red de tierras.



Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado y presentan las siguientes características de funcionamiento:

- Seguimiento del punto de máxima potencia (MPP).

Debido a las especiales características de producción de energía de los módulos fotovoltaicos, estos varían su punto de máxima potencia según la irradiación y la temperatura de funcionamiento de la célula. Por este motivo el inversor debe ser capaz de hacer trabajar al campo solar en el punto de máxima potencia, y contar con un rango de tensiones de entrada bastante amplio.

- Características de la señal generada

La señal generada por el inversor está perfectamente sincronizada con la red respecto a frecuencia, tensión y fase a la que se encuentra conectado. Reducción de armónicos de señal de intensidad y tensión.

- Protecciones

- Protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia: Si la frecuencia de la red está fuera de los límites de trabajo (49Hz-51Hz), el inversor interrumpe inmediatamente su funcionamiento pues esto indicaría que la red es inestable, o procede a operar en modo isla hasta que dicha frecuencia se encuentre dentro del rango admisible.
- Protección para la interconexión de máxima o mínima tensión: Si la tensión de red se encuentra fuera de los límites de trabajo, el inversor interrumpe su funcionamiento, hasta que dicha tensión se encuentre dentro del rango admisible, siendo el proceso de conexión-desconexión de rearme automático (artículo 11.4, artículo 11.3 y artículo 11.7 a), RD1699/2011).
- Fallo en la red eléctrica o desconexión por la empresa distribuidora: En el caso de que se interrumpa el suministro en la red eléctrica, el inversor se encuentra en situación de cortocircuito, en este caso, el inversor se desconecta por completo y espera a que se restablezca la tensión en la red para reiniciar de nuevo su funcionamiento (artículo 8.2 y 11.6, RD1699/2011).
- Tensión del generador fotovoltaico baja: Es la situación en la que se encuentra durante la noche, o si se desconecta el generador solar. Por tanto, el inversor no puede funcionar.
- Intensidad del generador fotovoltaico insuficiente: El inversor detecta la tensión mínima de trabajo de los generadores fotovoltaicos a partir de un valor de radiación solar muy bajo, dando así la orden de funcionamiento o parada para el valor de intensidad mínimo de funcionamiento.
- El inversor incluye interruptor automático en la salida CA.
- Los inversores estarán conectados a tierra tal y como se exige en el reglamento de baja tensión. La toma de tierra es única y común para todos los elementos.

Los inversores serán provistos del software de aplicación para la configuración de los equipos y extracción de datos, otorgando plenos derechos al administrador e incluyendo el acceso a sus parámetros funcionales.

Además, los inversores deben ir acompañados de planos de cableado, manuales de instalación, operación y mantenimiento, incluyendo lista de parámetros, valores, tolerancias de alarma / advertencia y funcionamiento, en español.

En el Anejo 2: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

### 5.3. Estructura soporte (Estructura Fija)

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura de soporte que permita un buen anclaje al terreno y proporcione la inclinación idónea de los mismos.

Además de resistir con el peso de los módulos fotovoltaicos, esta estructura de soporte debe resistir las sobrecargas de viento y nieve, tal y como establece el código técnico de la edificación.

La estructura de soporte empleada permitirá las dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, tal y como establece el fabricante en sus especificaciones.

La estructura de soporte escogida para la presente instalación fotovoltaica es el modelo W-V2G2-BI-25° de la marca Baks o similar, y se trata de una estructura fija monoposte.

Es modular y se adapta a la configuración eléctrica y necesidades del proyecto, ofreciendo una optimización máxima, con módulos de 60 células e inclinaciones de entre 25 y 35 grados. En este caso se ha optado por un ángulo de inclinación de 25 grados.

La estructura está soportada por una serie de pilares formados por perfiles tipo HEB y C hincados 1,50 metros en el terreno. Se establece un módulo de estructura con dos filas de 27 módulos en serie y un módulo de estructura con dos filas de 54 módulos en serie.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales, mediante galvanización en caliente, que garantice la integridad de la estructura durante la vida útil de la instalación fotovoltaica.

El dimensionamiento de los pilares irá precedido de un estudio geotécnico del terreno, que limitará la profundidad necesaria de hincado y su dimensión óptima, de forma que se aprovechen los materiales de forma óptima.

Las filas de las estructuras se dispondrán de forma que se minimicen las sombras entre ellos, pero optimizando el aprovechamiento del terreno. Se asegura así el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente para la latitud del emplazamiento.

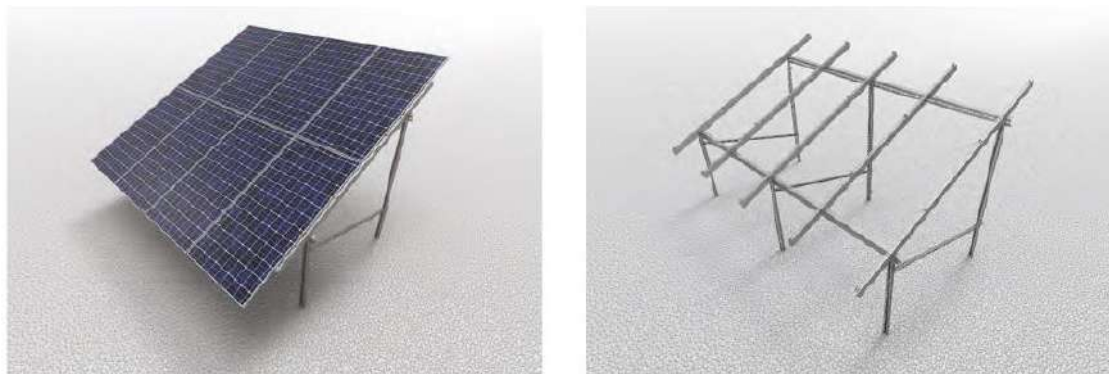


Ilustración 29. Estructura soporte 2V

Los datos técnicos de la estructura soporte son los siguientes:

Características de la estructura soporte	
Fabricante	Baks o similar
Tipo	Estructura fija
Disposición de módulos	2V
Configuración	2Vx27
Filas por estructura	Bifila
Garantías estándar	Estructura 10 años

Tabla 11. Datos técnicos estructura soporte

En el Anejo 2: Fichas Técnicas se recoge su ficha técnica con todas las especificaciones.

#### 5.4. Estación de potencia

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dirige al transformador de potencia para elevar la tensión de la energía generada. El inversor y transformador se instalan en distintas localizaciones ya que los inversores serán de tipo string. Para el presente proyecto se ha optado por una estación de potencia hecha a medida con transformador modelo CTA del fabricante Selma o similar y las correspondientes celdas de MT, y envolvente prefabricada de hormigón con pasillo de maniobra.

En el presente proyecto se prevén veintidos (22) inversores conectados a dos (2) estación de potencia. Las estaciones de Potencia incluyen un transformador de 5.500 kVA (40°C) así como las celdas de protección asociadas, y la interconexión entre todos los elementos. La Cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga.

La cabina de transformación se ubicará con preferencia en una posición centrada respecto al generador fotovoltaico al que está conectado, respetando las distancias

necesarias para evitar sombras, y accesible a través de un camino transitable por vehículos de carga.

La estación de potencia estará provista de envolvente fabricada en hormigón armado, con una estructura de mallazo metálico electrosoldado, que compone una estructura equipotencial con un comportamiento de Jaula de Faraday, garantizando además la estanqueidad. En su interior se alojarán todos los equipos de media tensión integrados: transformador de media tensión, celdas de protección y desconexión, cajas de baja tensión de servicios auxiliares, transformador de servicios auxiliares de 50 kVA y cubas de aceite y filtros. El transformador de potencia elevará la energía procedente del inversor de 800 V a 20 kV.

A continuación, se muestra una imagen de la estación de potencia:



*Ilustración 30. Estación de Potencia Selma CTA*

Los componentes de la cabina de transformación serán los siguientes:

- Transformador de BT/MT
- Celdas de MT
- Transformador de Servicios auxiliares
- Cuadro de servicios auxiliares
- UPS (sistema de alimentación ininterrumpida)
- Armario de comunicaciones y control
- Cuadro de conexiones AC proveniente de los inversores
- Embarrado de tierras: el suministrador debe instalar un embarrado de tierras para conectar todas las tierras de protección. Las tierras del equipo suministrado deben ser conectadas e identificadas al embarrado.
- Sistema para detección de humo
- Sistema de iluminación interna/externa
- Sistema de ventilación

#### 5.4.1. Transformador

Los transformadores de BT / MT elevarán la tensión del inversor hasta el nivel al que se encuentre la red de MT, y tendrán las siguientes características:

- Serán herméticos y refrigerados por aceite.
- El transformador puede contar con uno o más devanados en baja tensión dependiendo de la solución propuesta.
- La potencia del transformador será al menos la misma que la suma de las potencias de los inversores que se conecten a este transformador.
- Los transformadores tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.
- Los transformadores serán trifásicos, con regulación en carga en el lado de MT, con refrigeración por aceite.

Se utilizarán transformadores especialmente diseñados para plantas FV, asegurando el funcionamiento en continuo para carga nominal.

#### 5.4.2. Celdas de media tensión

Toda la aparamenta de media tensión deberá cumplir con la Norma IEC 62271 y cualquier otra norma mencionada en el apartado “Normativa” del documento.

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán los elementos necesarios de maniobra y protección. La instalación eléctrica de Media Tensión en las cabinas de transformación es un sistema compacto, formado por celdas modulares, completamente sellado en tanque de acero inoxidable, en el cual se disponen todas las partes activas y los elementos de interrupción.

Las celdas serán libres de SF<sub>6</sub>, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Se emplearán celdas de tipo modular, de forma que en caso de avería sea posible retirar únicamente la celda dañada, sin afectar al resto de las funciones. El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, con entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

Cada transformador se conectará a su respectiva celda de protección que estará en un embarrado común con una celda de entrada y otra de salida, ambas seccionables. De este modo, se realizará una distribución en MT con tipología en estrella.

La planta dispondrá de una Unidad de celdas (RMU) por cada Cabina de Transformación, que incorporarán la aparatamenta necesaria de maniobra y protección, para un sistema con un nivel de tensión de 24 kV y 50 Hz de frecuencia. Las partes que compondrán estas celdas serán:

- Celdas de línea, estarán provistas de un interruptor/seccionador y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y la correspondencia de fases.
- Celda de protección de transformador, estará provista de un interruptor-fusible combinado de salida y un seccionador de puesta a tierra con dispositivos de señalización que garanticen la ejecución de la maniobra, pasatapas y detectores de tensión que sirvan para comprobar la presencia de tensión y correspondencia de fases.

Los interruptores tendrán tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación serán accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

#### 5.4.3. Transformación auxiliar / instalación C.A. cuadro de SSAA

Cada cabina contará con un transformador de BT / BT para los servicios auxiliares de 5 kVA de potencia. Este transformador debe estar protegido por una caja metálica adecuadamente ventilada equipada con una protección de interruptor de entrada y salida. Este transformador alimentará a través de un cuadro de protecciones los diferentes circuitos auxiliares (iluminación, ventilación, comunicación, inversor...).

El cuadro de servicios auxiliares estará alimentado por el transformador de servicios auxiliares que colgará de la conexión en B.T. del transformador BT/MT anteriormente definido.

#### 5.4.4. Cuadro de comunicaciones/control

Es necesario que exista un cuadro de comunicaciones/control para recolectar todas las señales de los equipos suministrados (inversores, transformadores, celdas, reenvíos SSAA, etc.)

#### 5.4.5. Sistema de puesta a tierra

Suministro e instalación de:

- Red de tierras de herrajes con cable CU desnudo 50 mm<sup>2</sup>. Incluso cajas de verificación de p.a.t. Se conectarán a tierra todos los bastidores de equipos eléctricos y herrajes metálicos como rejillas de separación, etc. La plataforma de hormigón, así como la envolvente de hormigón están construidas con un mallazo electrosoldado que estará conectado a la tierra de herrajes de la planta.

#### 5.4.6. Interconexión MT

Suministro de cableado para interconexión entre transformador y celda de protección mediante cable 1x240 mm<sup>2</sup> 12/20 kV y terminales tipo lineal 630<sup>a</sup> en lado trafo y MV-Connex (pfisterer o sunkabel) en lado celdas.

#### 5.4.7. Interconexión B.T.

Suministro de cableado para interconexión entre inversor y transformador mediante embarrado o cable de 3200A.

### 5.5. Centro de protección y medida anexo a la red interior del cliente.

A continuación, se indican las características del Centro de Protección y Medida para la evacuación de la energía generada por la planta fotovoltaica.

Se trata de una instalación situada aguas abajo del punto de evacuación, donde se ubicarán los elementos de protección y la medida de la instalación del cliente.

#### Normativa de aplicación

La normativa de aplicación tenida en cuenta en el Centro de Protección y Medida es la siguiente:

- 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 complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Reglamento (UE) n° 548/2014 de la Comisión, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Reglamento (UE) n° 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) n° 842/2006.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Normalización Nacional (normas UNE).
- Recomendaciones AMYS.
- Código Técnico de Edificación.

### 5.5.1. Descripción del centro de protección y medida.

El Centro de Protección y Medida de Cliente, ubicado en las inmediaciones de las instalaciones del cliente seguirá la siguiente configuración:

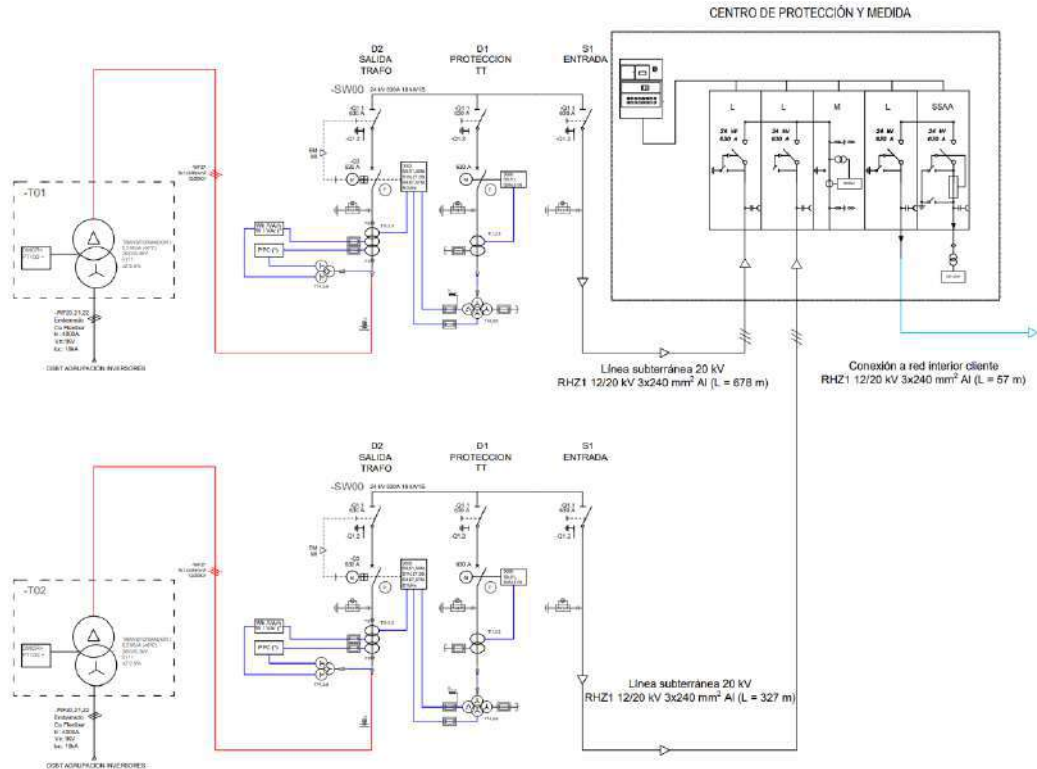


Ilustración 31: Esquema Unifilar

Las características generales de dicho centro propuesto para este proyecto son:

- Fabricante: SELMA o similar.
- Tipo: Centro Prefabricado de hormigón y equipamiento.
- Frecuencia: 50 Hz
- Solución Plug & Play
- Fabricado bajo norma IEC 62271-200.
- Peso < 25 Ton.

Se adjunta una captura de los planos de planta, alzado y secciones.



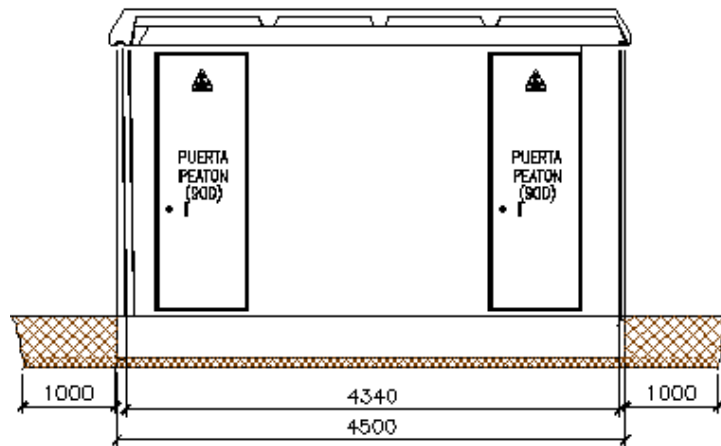


Ilustración 32. Alzado CPM

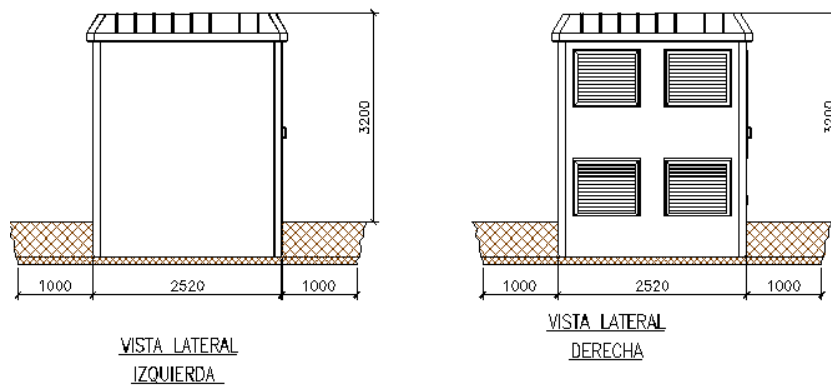


Ilustración 33 Vistas laterales

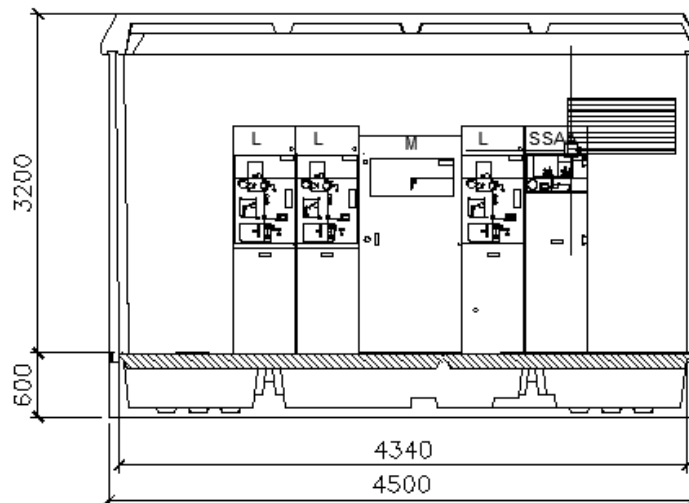


Ilustración 34. Sección CPM

### 5.5.2. Centro de hormigón prefabricado

El Centro de Protección y Medida estará compuesto por un edificio prefabricado modelo CTA-4B/1T, de dimensiones exteriores: 4,50 x 2,52 x 3,20 m. Se divide en tres zonas:

- Zona de Cuadro de B.T. para servicios auxiliares.
- Zona de M.T. mediante celdas indoor marca ormazabal.

Sus principales características son:

- Construcción tipo monobloque con hormigón armado y vibrado.
- Peso estimado 25 toneladas.
- Cimentación: La resistencia del terreno deberá ser igual o superior 1 kg/cm<sup>2</sup>
- Condiciones de servicio:
  - Sobrecarga de nieve de 250 kg/cm<sup>2</sup> en cubiertas
  - Carga de viento (presión dinámica) de 100 kg/m<sup>2</sup>, equivalente a V = 144 km/h.
  - Temperatura del aire:
    - Mínima -15° C
    - Máxima +50° C
    - Valor máximo medio diario +35° C
  - Humedad relativa del aire: 100 %
- Materia prima

Los componentes básicos del hormigón armado que se utilizan son:

- Cemento Tipo CEM II/A-V 42,5R
- Arena lavada de río
- Árido machacado o rodado de río
- Armaduras de acero tipo B500S.
- Dosificación

A fin de garantizar la resistencia y la impermeabilidad de las piezas fabricadas, se utilizan los siguientes criterios de dosificación:

- Agua: Proporción máxima en relación al cemento de 0,47.
- Arena: Proporción máxima de 2 a 1 con relación al cemento

Con estos criterios se garantiza una resistencia a la compresión de >250 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y un grado de compacidad que asegura la total impermeabilidad de las paredes, característica prácticamente imposible de conseguir con otras dosificaciones y calidades inferiores

- Solera principal

Está formada por losas construidas hormigón armado cuya sobrecarga admisible es de 500 kg/cm<sup>2</sup> éstas son registrables para permitir el acceso a la parte inferior del C.T. facilitando así la conexión de cables de la red.

- Características eléctricas

Todas las varillas, que constituyen la armadura de refuerzo de cada una de las piezas que conforman el edificio, están electro-soldadas entre sí, de forma que en cada una de las piezas existe continuidad eléctrica de su armadura, disponiendo de dos puntos unidos a ella, accesibles en la superficie de la parte interior del edificio. A través de estos puntos, se podrá realizar la comprobación de la continuidad de cada pieza y además se realizará, la interconexión de las distintas piezas mediante latiguillos de cobre, de forma que, una vez unidas, el interior del edificio sea una superficie equipotencial.

La situación de la armadura y el proceso de fabricación del hormigón, aseguran una resistencia eléctrica superior a 10.000  $\Omega$ , después de los 28 días de la fabricación, entre la armadura y las puertas, rejillas y la superficie exterior del edificio.

- Carpintería metálica

Los elementos metálicos son puerta de peatón, puerta del transformador, rejillas de ventilación y defensa del transformador. Estos elementos están construidas con chapa laminada en frío, con galvanizado en caliente en proceso continuo, posterior pintado de polvo de poliéster, RAL 7035 LIGHT GREY.

La defensa del transformador tendrá una mirilla realizada en metacrilato.

Las rejillas de ventilación dispondrán de filtro G3 tipo manta con disposición en ZIG-ZAG.

- Cerraduras

La puerta de acceso peatonal dispondrá de una cerradura del tipo UCEM 4124 HB100I (izquierda), cerradura de pestillo accionado por llave por ambos lados, equipada con cilindro 4000 F, acabado esmaltado dorado, mano izquierda.

La puerta de transformador dispondrá de una cerradura de enclavamiento accionada por la llave que se libera con la puesta a tierra cerrada de la celda de protección.

- Acabado

El hormigón se suministra pintado en color blanco rugoso por su interior Pintura rugosa en su exterior según RAL 6011.

El acabado de la carpintería metálica de exterior será del tipo C4.

### 5.5.3. Celdas de 24 kV

El centro de transformación está compuesto por un conjunto de celdas modulares marca Ormazabal serie “cgm.zero” o similar, con las siguientes características:

- Fabricado según normas IEC-62271-1, IEC-62271- 102, IEC-62271-103, IEC-62271-105, IEC-62271-200.
- A prueba de arco interno.
- Aislamiento en aire.
- Libre de SF6.
- Uso interior.
- Tensión asignada de aislamiento 24 kV.
- Tensión asignada 24 kV.
- Frecuencia asignada 50 Hz.
- Tensión asignada soportada a frecuencia industrial 50 kV.
- Tensión asignada a impulsos 125 kV.
- Intensidad nominal: 630 A.
- Intensidad de cortocircuito: 25 kA/1s.
- Poder de cierre asignado sobre corto circuito 40 kA.
- Estructura de chapa galvanizada.
- Pintura epoxy RAL 7030.
- Clasificación de continuidad de servicio LSC2A.
- Configuración:
  - Tres (3) celdas de protección automática “v” 24 kV 630 A 25 kA, Protección de interruptor automático Celda modular de protección mediante interruptor automático, equipado con un interruptor automático de corte en vacío en serie con un interruptor-seccionador de tres posiciones.
  - Una (1) celda de medida “m” 24 kV 630 A 25 kA, Celda modular de medida con aislamiento en aire.
  - Una (1) celda de SSAA “a” 24 kV 630 A 25 kA, Celda modular de medida con aislamiento en aire. Función de alimentación de servicios auxiliares Celda modular con protección con fusibles, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra y protección con fusibles limitadores.

### 5.5.4. Sistema de puesta a tierra

Suministro e instalación de:

- Cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desde el anillo del equipo de puesta a tierra hasta la caja de conexiones del equipo de puesta a tierra, también incluido.
- Cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> desde el punto neutro del transformador SSAA hasta la caja de conexiones del neutro a tierra, también incluido.

#### 5.5.5. Interconexión MT

Suministro de interconexión M.T. entre celda de protección y transformador de servicios auxiliares en cable RHZ1 1x95 mm<sup>2</sup> Al 12/20 kV.

#### 5.5.6. Interconexión B.T.

Suministro de interconexión B.T. entre transformador de servicios auxiliares y cuadro BT de servicios auxiliares en cable RV-K 0,6/1 kV 25 mm<sup>2</sup> Cu.

#### 5.5.7. Medida

Los puntos de medida se ajustarán a los requisitos y condiciones establecidos en el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico aprobado por el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, al Real Decreto 1164/2001 de tarifas de acceso y a la reglamentación vigente en materia de metrología y seguridad industrial, cumpliendo los requisitos necesarios para permitir y garantizar la correcta medida y facturación de la energía circulada.

## 6. Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT)

Se considera la Instalación Eléctrica de Baja tensión a la referente a aguas abajo del transformador de BT/MT situado en la estación de potencia de la Planta Solar.

Las instalaciones que comprenden esta parte de la instalación son las que se describen a continuación:

- Conexión entre módulos fotovoltaicos formando strings.
- Conexión entre strings e inversor.
- Conexión entre inversor y estación de potencia.

La instalación está diseñada para que el nivel de tensión sea hasta 1.500 V.

La evacuación de la energía generada en el campo fotovoltaico se conectará al lado de baja tensión del transformador instalado a tal efecto en la Estación de Potencia.

Se utilizarán cables unipolares con aislamiento dieléctrico seco, con las siguientes características:

Características de los cables de CC	
Tipo	H1Z2Z2-K

Características de los cables de CC	
Tensión DC	1,5 kV
Conductor	Cobre
Secciones	4, 6, 10 mm <sup>2</sup>

Tabla 12. Características de los cables CC

Características de los cables de AC	
Tipo	RZ1-AL
Tensión DC	1 kV
Conductor	Aluminio
Secciones	240-300 mm <sup>2</sup>

Tabla 13. Características de los cables AC

Para el cálculo de la sección de los conductores empleados en las diferentes partes de la instalación se ha tenido en cuenta, además de lo establecido por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus ITC complementarias (REBT), los criterios de intensidad máxima admisible por el cable y la caída de tensión (1,5%), además de la adecuada protección de los cables contra sobrecargas y cortocircuitos mediante fusibles clase gPV o interruptores magnetotérmicos.

Posteriormente se ha establecido que la pérdida de potencia máxima en la parte BT de la Instalación Fotovoltaica, es decir, desde los módulos hasta los inversores, no deberá ser superior a 1,50%. Desde el inversor a la estación de potencia la pérdida máxima tampoco podrá superar el 1,50%.

Los cables de string entre estructuras irán enterrados bajo tubo, mientras que los cables string que discurran por las estructuras fijas irán apropiadamente atados a la estructura o bien en bandejas.

Los conductores de la instalación serán fácilmente identificables. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos. El conductor neutro se identificará por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el color verde-amarillo. A efectos de identificación los cables serán marcados con su designación correspondiente mediante etiquetas inertes fijadas a los cables con fijadores de plástico. Se dispondrá una etiqueta cada 10 m en cables enterrados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores mediante conexiones y/o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los conductores, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Siempre deberá realizarse en el interior de cajas de empalme y/o de derivación. Los conductores deberán conectarse por medio de terminales adecuados, de forma que las conexiones no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

El acoplamiento y sellado entre cables y equipos se efectuará por medio de prensaestopas. Estas serán las adecuadas en tipo y diámetro con objeto de asegurar una sujeción mecánica y estanqueidad adecuada.

Los cables serán manejados cuidadosamente para evitar erosiones y deterioro en sus aislamientos. Los radios de curvatura nunca serán menores de los recomendados por el fabricante.

## **7. Instalación eléctrica de Media Tensión (MT)**

La instalación eléctrica de Media tensión (MT) tiene el fin de evacuar la energía generada en la instalación desde el centro de transformación hasta el punto de conexión con la red interior del cliente.

El nivel de tensión de la red interna de MT será de 20 kV, y consistirá en tres (3) líneas subterráneas constituida por una terna de cables unipolares con dos conversiones, una a bandeja sobre fachada y otra a galería, antes de conectar en el centro de transformación del cliente.

La configuración de la red interna de media tensión se resume en la siguiente tabla:

La red eléctrica de MT de la Instalación será en corriente alterna (CA) a 20 kV. El cable subterráneo será Al RHZ1 12/20 kV 1x240 mm<sup>2</sup>, con aislamiento dieléctrico seco directamente enterrado, depositado en el fondo de zanjas tipo, sobre lecho de arena, a una profundidad mínima de 0,8 m. Las zanjas se repondrán compactando el terreno de manera apropiada.

El dimensionado de la instalación será tal que la pérdida de potencia máxima en la parte de la instalación de MT no supere 2,50%.

## **8. Sistema de Protecciones**

El sistema de protección es el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de cualquier tipo de faltas mediante el disparo selectivo de los interruptores que permiten aislar la parte del circuito de la red eléctrica donde se haya producido la falta.

El número y duración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica junto con el mantenimiento de la tensión y frecuencia dentro de unos límites es lo que determina la calidad del servicio. Por lo tanto, la calidad del servicio en el suministro y gran parte de la seguridad de todo el sistema dependen del sistema de protección.

Estos se instalan en todos los elementos que componen el sistema eléctrico provocando la excitación y/o alarma de un dispositivo de apertura cuando detectan una perturbación, por ejemplo, la bobina de disparo de un interruptor.

También se ocupa tanto de la protección de las personas como de las instalaciones contra los efectos de una perturbación, aislando las faltas tan pronto como sea posible, evitando el deterioro de los materiales y limitando el daño a las instalaciones y los esfuerzos térmicos, dieléctricos y mecánicos en los equipos provocados por cualquier tipo de falta.

Otro de los objetivos principales de un sistema de protección es evitar pérdidas económicas en la explotación de la instalación ya que de por sí esta representa una gran inversión y dependiendo de la importancia de esta dentro de un sistema eléctrico se pueden tener grandes pérdidas económicas tanto para los consumidores como para la empresa responsable de la explotación de la instalación. Además, también permiten preservar la estabilidad y continuidad de la red.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de perturbaciones que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

- Sobrecargas
- Cortocircuitos
- Sobretensiones
- Subtensiones
- Desequilibrio
- Retorno de energía

El sistema de protecciones de la planta cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. De este modo, se hace una distinción entre protecciones en el lado de corriente continua y protecciones en el lado de corriente alterna.

Los dispositivos a instalar serán fusibles, descargadores de sobretensiones a la salida de los inversores e interruptor de desconexión adecuados a las características de las líneas.

A su vez, se incorporarán protecciones contra sobreintensidades a la salida de los inversores y en el cuadro general de BT, junto a un interruptor diferencial, que antecede a los devanados del transformador.

## 8.1. Protecciones Corriente Continua

Las líneas procedentes de los strings están protegidas por fusibles de 20 A alojados en el inversor. De este modo se consiguen dos objetivos; el primero de ellos es el de impedir que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito. El segundo de ellos es el de permitir la desconexión fácil y rápida de este subgrupo, facilitando las labores del personal de mantenimiento.



Además, la caja general de baja tensión contendrá un fusible de 350 A, así como descargador de sobretensión para proteger la instalación contra sobretensiones entre el polo positivo y tierra, negativo y tierra y entre el polo positivo y negativo.

## 8.2. Protecciones Corriente Alterna

El inversor cuenta con protecciones contra sobretensiones de clase II y cortocircuito tal y como puede verse en su ficha técnica, por lo que no será necesaria la instalación de dichos elementos en el lado del inversor. No ocurre así en el lado del transformador en el que será necesario la instalación de una protección magnetotérmica para cada circuito de inversor y una protección magnetotérmica general que proteja todas ellas.

Los inversores elegidos contarán con las protecciones exigidas en el Real Decreto 1699/2011 de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de eléctrica de pequeña potencia:

- Elementos de corte general.
- Interruptor diferencial automático.
- Interruptor automático de conexión.
- Protecciones de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión.

La protección tendrá capacidad de corte en todas las fases, tendrá una intensidad nominal y un poder de corte ajustados a las necesidades de cada línea tal y como se describe en el esquema unifilar.

Para la protección contra contactos indirectos será necesario la instalación de una protección diferencial de intensidad nominal suficiente y sensibilidad de 300 mA.

## 8.3. Red de tierras

Con objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos e indirectos el sistema fotovoltaico se dispondrá en esquema “flotante”, es decir, la red de continua del generador fotovoltaico se encuentra aislada de tierra y existe una tierra de protección a la que se unen las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unen todas las partes metálicas de los componentes del sistema fotovoltaico. Esta red de tierra tiene los objetivos siguientes:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.
- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá el artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40 por lo que el electrodo de puesta a tierra de la instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua de la instalación.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de la instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dada según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54. Así se dispondrá los siguientes conductores de protección.

- 6 mm<sup>2</sup> para la conexión de los marcos, envolventes, partes metálicas, etc... del generador fotovoltaico.
- 35 mm<sup>2</sup> en el descargador de sobretensiones o varistor de CA del inversor.
- 35 mm<sup>2</sup> para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección nominal, hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250  $\mu$  de 14,2 mm de diámetro y 2 metros de longitud total, que se dispondrá hincada en el terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad no será nunca inferior a 0,5m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. Dado que la resistencia de un electrodo depende de la resistividad del terreno en el que se establece y esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, previa a la entrega deberá ser obligatoriamente comprobada por el Instalador Autorizado. En caso de que no cumpla con lo establecido se incrementará el número de picas separadas un metro entre sí y unidas por cable de cobre enterrado hasta conseguir la resistencia adecuada.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren. Los electrodos y los conductores de enlace hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen al menos una vez cada 5 años.

#### 8.4. Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen 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 supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplan los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos
- pletinas, conductores desnudos
- placas
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas.

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

### Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne de conexión de puesta a tierra para los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

### Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

Los conductores de protección tendrán una sección mínima igual a la fijada en la tabla siguiente:

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm<sup>2</sup>, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica. Como conductores de protección pueden utilizarse:
  - conductores en los cables multiconductores
  - conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos, conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

### Red de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm<sup>2</sup>. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm<sup>2</sup> si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Para proteger toda la instalación fotovoltaica contra rayos, se decide colocar una pica de puesta a tierra en cada fila y en ciertas zonas de la superficie, sumando un total de 120 picas.

El Centro de Transformación contará a su vez con un anillo de tierra, de cobre con sección de 95 mm<sup>2</sup>.

Todas las partes metálicas de la instalación incluido el vallado perimetral se conectará a la red equipotencial de tierras.

## 9. Descripción de los trabajos

A continuación, se describen las distintas operaciones que serán necesarias para desarrollar el Proyecto de Planta Solar Fotovoltaica conectada a red. Los trabajos de ejecución se pueden clasificar principalmente en:

- Topografía
- Obra Civil
- Sistema de seguridad
- Sistema de monitorización y control
- Suministro de Equipos
- Montaje mecánico
- Montaje eléctrico

### 9.1. Topografía

Los trabajos de topografía comprenden el replanteo inicial de la Instalación sobre el terreno para delimitar los límites de la Planta, los viales de acceso, vallado y ubicación de las cimentaciones de la estructura.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de estos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.

La realización del levantamiento se basará en las coordenadas de al menos dos vértices geodésicos o antenas “Global Navigation Satellite System” (GNSS) para la determinación de sus tres coordenadas del sistema oficial de referencia. Para determinar las alturas ortométricas, se deben conectar al menos otros dos niveles de puntos, si no se proporciona un modelo gravitacional que asegure una precisión absoluta “H” menor de 10 cm.

Estas bases se presentarán en los planes de levantamiento y se construirá de manera que se asegure su permanencia y que no estén colocadas en terrenos agrícolas

o en lugares con riesgo de desaparición o cualquier tipo de movimiento. Se debe asegurar que las bases estén ubicadas en un área protegida de daños mecánicos y perturbaciones electromagnéticas, donde prevalecerá el patrón de sostenibilidad.

## 9.2. Obra civil

### 9.2.1. Cimentación estructura

Los postes de la estructura solar irán anclados al terreno por medio de hincas directas. Si una vez realizado el ensayo geotécnico de terreno, se encontrase con alguna capa del mismo más dura, se propondrán soluciones alternativas a la cimentación de los postes para estas zonas.

### 9.2.2. Preparación del terreno y movimientos de tierra

La preparación del terreno consistirá en una limpieza y desbroce del terreno para eliminar la capa vegetal existente sin realizar movimientos de tierra.

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable según el Proyecto o a juicio de la dirección de obra. Estos trabajos serán los mínimos posibles y los suficientes para la correcta construcción del Proyecto.

La ejecución de esta operación incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce
- Retirado y extendido de los mismos en su emplazamiento definitivo
- Demolición de edificios o posibles estructuras existentes en el terreno y posterior transporte de los escombros a vertedero.

De esta forma se realizará la extracción y retirada en las zonas designadas, de todas las malezas y cualquier otro material indeseable a juicio de la dirección de obra.

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes. Todos los tocones o raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a setenta y cinco centímetros (75cm) por debajo de la rasante.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

Todos los productos o subproductos forestales no susceptibles de aprovechamiento serán eliminados de acuerdo con lo que ordene la dirección de obra sobre el particular

Una vez finalizada la preparación del terreno, a partir del plano topográfico del terreno, y evitando lo máximo posible el desplazamiento de tierras, se hará el movimiento de tierras según corresponda. Distinguir entre los movimientos de tierra necesarios para:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de estructuras fijas solares con irregularidades puntuales en el terreno.

### 9.2.3. Canalizaciones

#### 9.2.3.1. Canalizaciones de corriente continua

El cableado de los strings a los inversores discurrirá parcialmente enterrado bajo tubo y una parte aérea sobre la propia estructura de las estructuras fijas. Por otro lado, el cableado desde las cajas de conexión a los inversores discurre directamente enterrado.

Las uniones serie de los módulos se realizarán mediante conexiones rápidas y especiales de Clase II, realizándose ésta por la parte posterior a los mismos. Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia los inversores.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 30 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 75 cm. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena de 0,10 m de espesor.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

#### 9.2.3.2. Canalizaciones de corriente alterna BT

El cableado desde los inversores a la estación de potencia discurre directamente enterrado.

Los cables irán embridados a las estructuras soportes y pasarán desde la estructura al suelo bajo tubo de protección. Desde este punto partirán hacia la estación de potencia.

Las canalizaciones tendrán una anchura de 30 cm, como mínimo, y una profundidad tal que permita que los tubos queden a una profundidad mínima de 75 cm. Se dispondrá una capa de arena de río lavada de espesor mínimo de 0,05 m sobre la que se colocarán los tubos. Por encima de ellos irá otra capa de arena de 0,10 m de espesor.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los tubos, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

#### 9.2.3.3. *Canalizaciones de corriente alterna MT*

El cableado de la parte de corriente alterna irá enterrado bajo tubo a una profundidad de 1 m. cuando existan impedimentos que no permitan lograr las mencionadas profundidades, éstas podrán reducirse, disponiendo protecciones mecánicas suficientes. Por el contrario, deberán aumentarse cuando que las condiciones que se establezcan así lo exijan.

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones de la ITC-LAT-06. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos



deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

#### 9.2.4. Viales internos

La Instalación contará con una red de viales interiores que dará acceso a los centros de transformación que conforman la Planta.

La estación de potencia deberá estar en una plataforma ligeramente elevada conectada a los caminos internos. Esta plataforma debe considerar un área de trabajo segura de 2 m alrededor de la estación de potencia, sin pendiente.

Todos los viales de la Planta serán de 3,5 m de ancho, y estarán compuestos por una subbase de suelo seleccionado compactado al 95% PM con un mínimo de 0,20 m de espesor y una base de zahorra natural de 0,10 m de espesor compactada al 95% PM. El trazado de los viales se diseñará considerando un radio de giro mínimo de 12,00 m, y respetando una distancia mínima entre las estructuras y el borde del camino de 1 m.

La pendiente máxima de los caminos se establece en un 10%.

Los viales deberán soportar un tráfico ligero durante la fase de operación de la Planta Fotovoltaica, reducido a vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación. De forma puntual el acceso de vehículos pesados podrá ser necesario para el transporte de equipos como los transformadores.

En aquellos puntos de cruces de cables y zanjas enterradas con los caminos, se instalarán tubos corrugados embebidos en hormigón para posterior instalación de los cables a través de dichos tubos.

Respecto a los caminos de acceso a la Planta Solar, se adecuarán en aquellos tramos en los que sea necesario para garantizar el paso de vehículos de carga durante la fase de obras. Se les proporcionará un ancho mínimo de 4 metros y se construirán sobrecanchos en curvas para asegurar el paso de camiones y/o maquinaria.

#### 9.2.5. Vallado perimetral

Se instalará un vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3,00 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 48 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,15 m de altura. En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 45 m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas. La malla será de tipo cinegética 200-17-30 y tendrá 2,00 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm con sus tensores y tornillos correspondientes.

Se realizarán accesos a la planta mediante cancela de 6 m de anchura y 2,15 m de altura en dos hojas, realizadas con tubo galvanizado de 48 mm de diámetro y 1,2 mm de espesor más malla electrosoldada de las mismas características que la anterior.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos de 0,30 x 0,30 m instalados cada 150 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

#### 9.2.6. Estudio geotécnico

En el momento de desarrollar la actuación, se realizará un estudio geotécnico, de forma que se determinen las características del terreno y así, conseguir la forma óptima de los trabajos de anclado o cimentación de los elementos de la instalación fotovoltaica.

#### 9.2.7. Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

En caso de que sea necesario, la Planta podrá contar con un sistema de drenaje que permita evacuar, controlar, conducir y filtrar todas las aguas pluviales hacia los drenajes naturales del área ocupada por la Instalación.

Se deberá asegurar que el sistema de drenaje, en caso de existir, de continuidad al drenaje natural del terreno.

Se diferencian tres tipologías diferentes que se detallan a continuación:

- Drenaje longitudinal de tipo 1 (cuneta) como medida de protección perimetral de la Planta y de los viales internos. Captarán el agua de escorrentía y la conducirán hacia los puntos de menor cota.
- Drenaje longitudinal de tipo 2 (paso salvacunetas) para permitir el cruce entre caminos (interior o de acceso a la Planta) y las obras de drenaje de tipo 1, con el fin de garantizar el regular flujo entre el agua pluvial recolectada en la cuneta frente a un evento con un tiempo de retorno de 25 años.
- Obra de Drenaje Transversal (ODT) para permitir el cruce caminos y las ramblas/cauces existentes, con el fin de garantizar el regular flujo de escorrentías frente a un evento con un tiempo de retorno de 100 años. Se colocarán tubos salva cunetas que crucen bajo los caminos, con rejillas a la entrada para evitar el aterramiento de los tubos. Se evitarán los diámetros pequeños, empleando como mínimo el diámetro Ø400 mm, y empleando tubos con capacidad mecánica suficiente para soportar el paso de los vehículos. En caso de que los cauces sean muy poco pronunciados o el desnivel del terreno sea insuficiente para permitir la instalación de tubos como ODT, se recurrirá a la

ejecución de vados hormigonados, protegiendo el camino de la socavación y restituyendo el flujo natural del agua.

También se realizarán las acciones necesarias para evitar afecciones por las posibles aguas de escorrentía provenientes de las parcelas colindantes al Proyecto.

En función del estudio de la pluviometría de la zona, se calculan la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

### 9.3. Sistema de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de la planta.

### 9.4. Sistema de Monitorización y Control

El sistema de monitorización y control de la Planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la Planta PPC, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas de la Instalación. Este sistema irá alojado en un servidor local instalado en el centro de transformación de la planta.

Con la información recopilada por los dispositivos de campo, el SCADA generará una imagen completa de la planta, con el fin de facilitar la gestión y supervisión de la planta, permitiendo la detección en tiempo real de fallos, facilitando así tomar medidas correctivas para evitar el cierre de equipos y la pérdida de producción.

La red de comunicaciones estará compuesta por diversas redes virtuales (VLANs) que ayuden en la segregación del tráfico de datos y aumenten la seguridad y estabilidad del sistema. El medio físico para los anillos de la red principal será fibra óptica monomodo, otorgando la redundancia necesaria para permitir el correcto funcionamiento del sistema ante fallos puntuales en alguno de los componentes de los anillos.

El protocolo base para las comunicaciones será Modbus TCP, siendo este un estándar en el sector fotovoltaico que permite la rápida integración de sistemas y herramientas de depuración que ayuden a la detección y corrección de fallas. De cara

a la comunicación con sistemas exteriores el sistema dispondrá de pasarelas de comunicación que aseguren la integración con protocolos de telemando y control como por ejemplo IEC-104, DNP3, IEC 61850 MMS/GOOSE, etc El sistema se puede configurar para permitir el acceso a sistemas de adquisición externos o el sistema de gestión de la Utility manteniendo en todo momento los criterios más estrictos de Ciberseguridad y encriptación de datos que eviten accesos no autorizados al sistema.

La siguiente imagen muestra un detalle de la propuesta del sistema de monitorización y control a través de su arquitectura de redes:

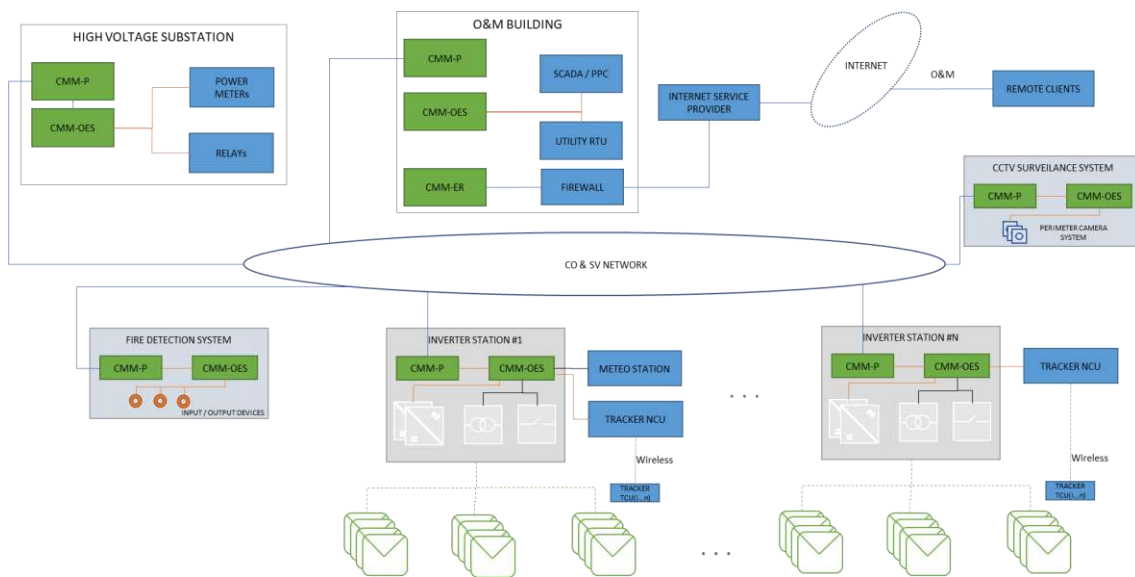


Ilustración 35. Detalle de arquitectura de comunicaciones

El sistema de monitorización será capaz de acceder y almacenar los siguientes grupos de variables:

- Producción instantánea de los inversores.
- Voltaje de entrada y salida de los inversores.
- Estado de los inversores.
- Contadores de medición de datos.
- Datos de medición de las estaciones meteorológicas.

#### 9.4.1. Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con una (1) estación meteorológica.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro Horizontal e Inclinado para medir radiación global y global inclinada.
- Células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- Células calibradas horizontales.
- Sondas para medir T<sup>a</sup> de dos módulos fotovoltaicos (PT100)
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas en el plano de los módulos. Una se mantendrá limpia y otra se limpiará con la periodicidad de la limpieza de la planta, con estas dos células se tendrá la medición.

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superará el  $\pm 3\%$ . Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentran instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de los datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

#### 9.4.2. Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en la parte de 20 kV del Centro de Protección y Medida. Se ajustará a la normativa metrológica vigente, al Reglamento de Puntos de Medida y a sus instrucciones técnicas complementarias.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida correspondiente, y siendo un punto de medida tipo 1 la clase de precisión deberá ser mínimo de 0,2S y 0,5 para la energía activa y reactiva respectivamente, según el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie. Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energías generadas absolutas de meses anteriores.

- Tensión, corriente, factor de potencia por fases, etc.
- Potencia activa y reactiva.
- La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

#### 9.4.3. Inversores

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento internas del inversor a través de Internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno para control de planta), que permite un control rápido y simultáneo de la planta.

#### 9.4.4. Sistema de control de planta (PPC)

Se instalará una Unidad de Control Central, coordinadora del inversor de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con provisión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...), pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionará todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El Controlador de Planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del Operador del Sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será Centro de Protección y Medida.

El sistema de control PPC se integrará en el sistema de control y supervisión para el pleno cumplimiento del código de red y los requisitos específicos del proyecto. Las funcionalidades del sistema se dividen en diversas capas de control que facilitan la modularidad y flexibilidad del sistema.

El proceso de control se basa en un control en lazo cerrado teniendo como Input principal la medida en el punto de interconexión y como Output las referencias de potencia activa y reactiva para controlar la producción de los inversores.

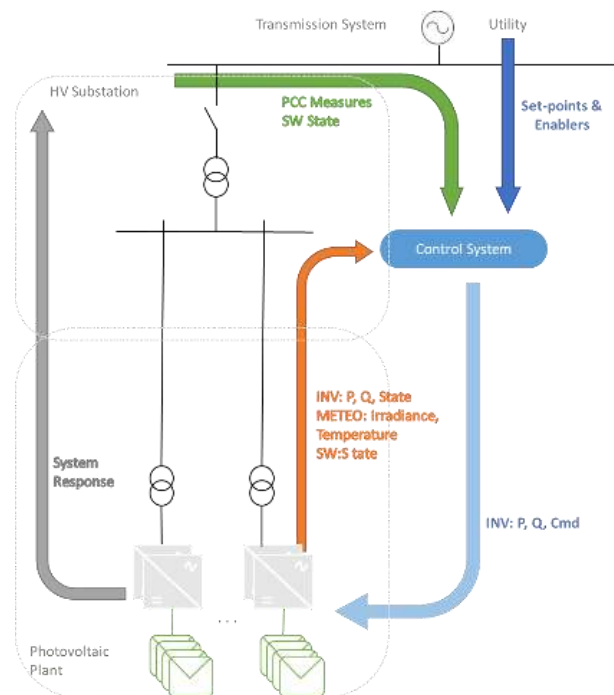


Ilustración 36. Detalle sistema de control

La capa principal del sistema de control es la que asegura el correcto cumplimiento del código de red acorde a la capacidad del sistema según sus parámetros de diseño.

La limitación de la producción de potencia activa es la función principal del sistema de control. El sistema de control monitoriza en tiempo real la inyección de potencia en el punto de inyección a red y envía la consigna de producción máxima admisible a los inversores a través de la red de comunicaciones para asegurar que el sistema produce la máxima potencia disponible impidiendo que en ningún momento se sobrepase la máxima potencia permitida. Los inversores recibirán estas consignas de producción a través de su interfaz de comunicaciones y adaptarán su punto de máxima producción de potencia (MPPT), variando la inyección de corriente a la red.

Del mismo modo, las capas de control superiores como el Centro de Control de la Utility recopilarán información local, y utilizarán la red de comunicación de control y supervisión para gestionar las acciones de control remoto y enviar consignas al sistema local de acuerdo con variaciones de la red, variaciones de la demanda, etc. Otras funciones de control que podrán estar activas serán las siguientes:

- Limitación de gradiente de potencia
- Control Potencia-Frecuencia
- Regulación de tensión
- Control de referencia de potencia reactiva
- Control de referencia del factor de potencia

Aparte de las funciones principales de control en el punto de interconexión (POI), el sistema de control de la planta incluye capas de control inferiores aplicadas

internamente. Estas capas de control inferiores reportarán información esencial sobre mediciones, estado y alarmas al sistema.

Las capas de control inferiores se aplican a:

- Control interno de inversores
- Sistema de posicionamiento de estructuras fijas
- Funciones generales de seguridad

## 9.5. Suministro de equipos

Previo al montaje electromecánico de la Planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos FV, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

## 9.6. Montaje mecánico

### 9.6.1. Montaje de estructuras

La estructura soporte horizontal está formado por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. La estructura principal es un perfil tubular apoyado sobre postes. Éstos se instalarán por medio de hincado directo al terreno siempre que sea posible, a una profundidad de hincado mínima según se determine en el Pull-Out Test que deberá realizarse previo a la construcción de acuerdo al estudio geotécnico. En aquellos casos en los que el hincado directo no sea posible, se utilizará el método de pre-drilling para la instalación de las hincas de las estructuras, y si tampoco fuera posible, se utilizarán micropilotes o zapatas de hormigón aisladas.

El perfil tubular se acopla mediante un brazo pivotante a una biela accionada por un actuador electromecánico, el cual hace girar la estructura de forma automatizada.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de seccionamiento a los perfiles metálicos mediante uniones atornilladas.

### 9.6.2. Montaje de Estación de potencia

El centro de transformación tan solo necesitará la adecuación del terreno donde se instalará y su correcto posicionamiento en el campo solar mediante una losa de cimentación.



## 9.7. Montaje eléctrico

### 9.7.1. Baja tensión (BT)

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir a su vez en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT)
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (CABT).

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de string CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de los strings de módulos FV interconectando entre sí los módulos FV contiguos de una estructura fija hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todos los strings de la Planta.

La instalación CCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre los strings y los inversores, que son armarios eléctricos de intemperie destinados a conectar en paralelo varios strings. Dicha conexión se realiza mediante el tendido de cable aislado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.

La instalación CABT comprende la conexión eléctrica entre los inversores y la estación de potencia y la alimentación de los estructuras y resto de equipos auxiliares: se deberán interconectar los armarios de control de las estructuras fijas y los armarios de cada equipo auxiliar con el cuadro de baja tensión, instalado en los Centros de Transformación y conectados a los transformadores de auxiliares.

### 9.7.2. Media tensión (MT)

Los trabajos y elementos necesarios para la ejecución de la línea subterránea de Media Tensión son los descritos en los siguientes apartados:

#### 9.7.2.1. Disposición del Montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

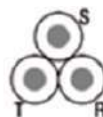


Ilustración 37. Colocación de cables en tresbolillo

Los conductores se instalarán enterrados bajo tubo.

### 9.7.2.2. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### **Terminaciones**

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: Serán acordes a las normas UNE-HD 629-1 y UNE-EN 61442.

#### **Empalmes**

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

### 9.7.2.3. Sistema de Puesta a Tierra

#### **Puesta a Tierra de las Pantallas Metálicas**

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 38. Puesta a tierra de cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en formación tresbolillo.

#### 9.7.2.4. *Derivaciones*

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

#### 9.7.2.5. *Ensayos Eléctricos después de la Instalación*

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

#### 9.7.2.6. *Canalización*

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de M.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

#### 9.7.2.7. *Arquetas*

En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

La colocación de arquetas se realizará a ambos lados de los cruces de caminos y en los giros del trazado.

#### 9.7.2.8. *Medidas de Señalización y Seguridad*

Las zanjas se realizarán cumpliendo todas las medidas de seguridad personal y vial indicadas en las Ordenanzas Municipales, Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Código de la Circulación, etc.

Todas las obras deberán estar perfectamente señalizadas y balizadas, tanto frontal como longitudinalmente (chapas, tableros, valla, luces, etc.). La obligación de señalizar alcanzará, no sólo a la propia obra, sino aquellos lugares en que resulte

necesaria cualquier indicación como consecuencia directa o indirecta de los trabajos que se realicen.

## 10. Descripción de la línea de evacuación

### 10.1. Información General

Como parte de las infraestructuras eléctricas de la Planta Solar, se dispondrá de una línea subterránea de media tensión en 20 kV que conectará a la red interior del consumidor industrial.

A continuación, se describe la información general de la línea de evacuación:

Línea de Evacuación 1	
Denominación de línea	LSMT 20 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	20
Categoría	Red del cliente
Nudo del extremo de la red	Centro de transformación
Nudo del extremo de generación	CPM
Longitud tramo subterráneo (m)	678

Línea de Evacuación 2	
Denominación de línea	LSMT 20 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	20
Categoría	Red del cliente
Nudo del extremo de generación	Centro de transformación
Nudo del extremo de generación	CPM
Longitud tramo subterráneo (m)	327

Línea de Evacuación 3	
Denominación de línea	LSMT 20 kV
Tipo de línea	Subterránea
Nivel de Tensión (kV)	20
Categoría	Red del cliente
Nudo del extremo de generación	CPM
Nudo del extremo de generación	Punto de evacuación
Longitud tramo subterráneo (m)	57

Tabla 14. Información línea de evacuación

## 10.2. Situación y emplazamiento

La línea de evacuación subterránea se proyecta en el término municipal de Buñuel, provincia de Navarra. A continuación, se indican las coordenadas UTM (HUSO 30) del inicio y fin de la línea de evacuación:

Coordenadas de la Línea de Evacuación	Inicio de Línea	Fin de Línea
Abscisa 1 (X)	625.820	625.354
Norte 1 (Y)	4.648.193	4.648.626
Abscisa 2 (X)	625.581	625.354
Norte 2 (Y)	4.648.531	4.648.626
Abscisa 2 (X)	625.354	625.322
Norte 2 (Y)	4.648.626	4.648.626

Tabla 15. Localización línea de evacuación

La imagen siguiente muestra la localización de las LSMT de Evacuación:

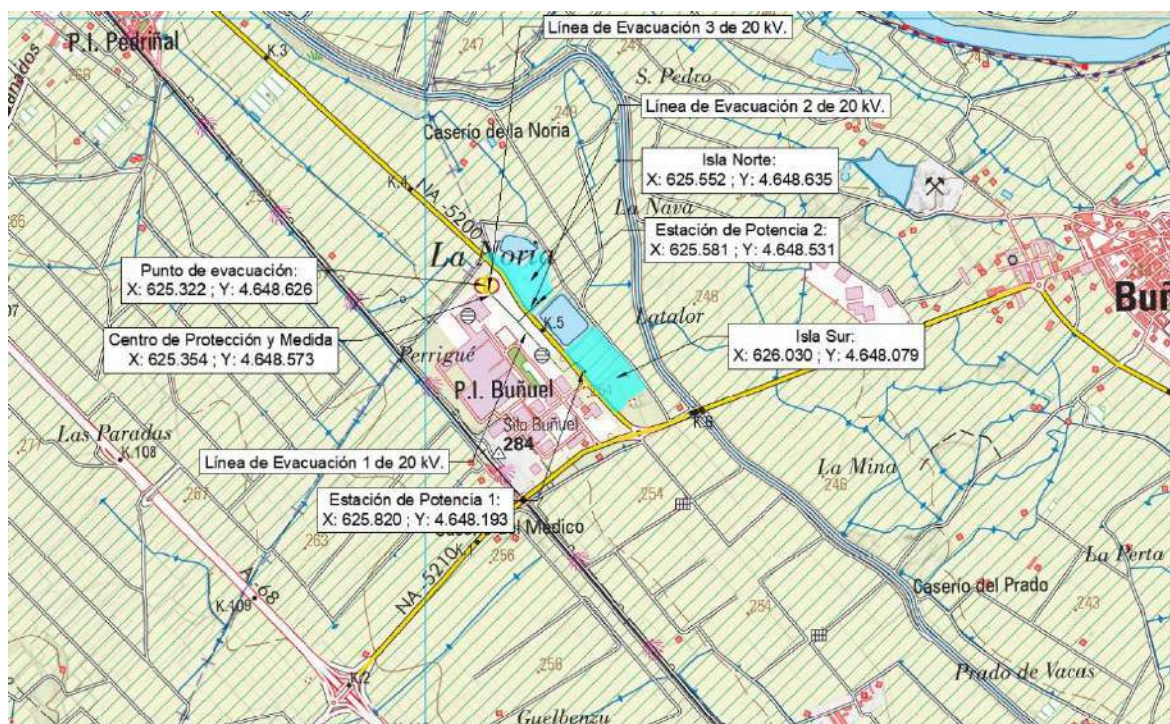


Ilustración 39. Localización línea de evacuación

## 10.3. Trazado

Las líneas de evacuación tienen su origen en los centro de transformación, desde donde partirá una línea subterránea y en bandeja sobre fachada y galería en media tensión hasta el CPM, en el CPM ambas líneas pasaran a ser una, transcurriendo hasta el punto de conexión con la red interior del cliente.

El conjunto de parcelas afectadas por el trazado se muestra en la siguiente tabla:

Municipio	Polígono	Parcela	REFCAT
Buñuel	3	532	310000000002256351KT
Buñuel	3	951	310000000002353253MR
Buñuel	2	918	310000000002263211HS
Buñuel	2	909	310000000002263204SI
Buñuel	2	923	310000000002263216ZJ
Buñuel	2	910	310000000002263205DO
Buñuel	2	805	310000000002363630KI

Tabla 16. Parcelas afectadas línea de evacuación

#### 10.4. Afecciones de la línea de evacuación

Los organismos competentes que pudieran verse afectados por el trazado de la línea de evacuación son los listados a continuación:

- Ayuntamiento de Buñuel.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Confederación Hidrográfica del Ebro.
- Dirección General de Obras Públicas e Infraestructuras. Gobierno de Navarra.
- Departamento de Desarrollo Rural y Medio Ambiente. Gobierno de Navarra.
- Departamento de Ordenación del Territorio, Vivienda, Paisaje y Proyectos Estratégicos
- Departamento de Cultura, Deporte y Turismo
- I-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
- Red Eléctrica España.

##### 10.4.1. Afección a líneas eléctricas

A lo largo del trazado de la línea no se realiza ningún cruzamiento con líneas eléctricas existentes.

##### 10.4.2. Afección a carreteras

El trazado de la línea de evacuación en 20 kV, objeto de este proyecto, se encuentra en las proximidades con la carretera NA-5200, con la cual realiza un cruzamiento en el siguiente punto:

Nombre	Coordenadas UTM 30 de cruce
Carretera NA-5200	X=625.765 ; Y= 4.648.219 X=625.529 ; Y= 4.648.485

Tabla 17. Cruzamiento carreteras



Ilustración 40. Afección a carreteras

#### 10.4.3. Afección Urbanística.

La línea discurre durante su trazado en Suelo no Urbanizable de preservación, Regadío tipo 2, discurriendo a posteriori dentro de las parcelas del promotor, estando su uso permitido y sin generar ninguna afección.



Ilustración 41. Emplazamiento sobre PGOU LSMT.

### 10.5. Características de la línea subterránea de media tensión

Las características de la línea subterránea se recogen en la siguiente tabla:

Características de la línea subterránea	
Sistema	Corriente alterna trifásica
Tipo de línea	Subterránea
Inicio tramo	CT
Fin tramo	Red interior consumidor industrial
Longitud total (m)	1.062
Tensión nominal de la red (kV)	20
Tensión más elevada de la red (kV)	24
Nº de circuitos	1
Nº conductores por fase	1
Tipo conductor	RHZ1 12/20kV – 240 mm <sup>2</sup>

Tabla 18. Características de la línea subterránea

### 10.5.1. Características del conductor

El conductor a utilizar será del tipo RHZ1 12/20 kV TopCable o similar, con las siguientes características:

Características Conductor	
Tipo Constructivo	Unipolar
Conductor	Aluminio, semirígido clase 2 según UNE-EN 60228
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE), en catenaria de atmósfera seca, mediante proceso de triple extrusión.
Nivel de Aislamiento U <sub>0</sub> /U (Um)	12/20 kV
Semiconductora Externa	Material semiconductor aplicado sobre el aislamiento. Pelable
Pantalla Metálica	Corona de alambres de cobre y contraespira de cobre, con una sección mínima de 16 mm <sup>2</sup> .
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Servicio Permanente	90°C
Temperatura Máx.Admisible en el Conductor en Régimen De Cc	250°C
Sección	240 mm <sup>2</sup>
Peso aproximado	2.128 kg/km
Diámetro nominal aislamiento	30,40 mm
Diámetro nomina exterior	45,40 mm
Resistencia eléctrica a 20 °C	0,117 Ω/km
Intensidad máxima admisible directamente enterrado	345 A
Radio de curvatura	0,683 m

Tabla 19. Características del conductor



### 10.5.2. Disposición de montaje

Los cables se agruparán en tresbolillo, en ternas dispuestas en un nivel, siguiendo el esquema de colocación de fases siguiente:

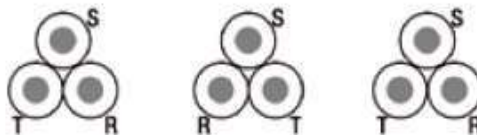


Ilustración 42. Colocación de cables en tresbolillo

La instalación de los conductores a lo largo de todo el trazado se llevará a cabo directamente enterrado.

### 10.5.3. Accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Las terminaciones deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

La ejecución y montaje de los accesorios de conexión se realizarán siguiendo el Manual Técnico correspondiente cuando exista, o en su defecto, las instrucciones del fabricante.

#### 10.5.3.1. Terminaciones

Las terminaciones serán adecuadas al tipo de conductor empleado en cada caso. Existen dos tipos de terminaciones para las líneas de Media Tensión:

- Terminaciones convencionales contráctiles en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.

Conectores separables: Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442

#### 10.5.3.2. Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio. En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

### 10.5.3.3. Cable de comunicación

La zanja de la línea subterránea de evacuación de la Planta Solar Fotovoltaica cuenta con un cable de Fibra Óptica para la comunicación entre dicha Planta Solar Fotovoltaica y el Centro de Protección y medida de destino.

Las características de este cable de comunicación serán:

- Tipo:	PKP Cable Holgado Multitubo
- Nº Fibras:	48
- Fibras por Tubos:	12
- Total de Tubos:	4
- Tubos Activos:	4
- Cubierta Interior:	Polietileno-Negro
- Elementos de Tracción:	Hilaturas de Aramida
- Cubierta Exterior:	Polietileno-Negro
- Peso (Kg/Km):	113
- Diámetro Exterior (mm):	12,6
- Máxima Tracción (N): (Instalación)	1000 (Operación) / 1800
- Aplastamiento (N/100mm):	2500 (IEC 60794-1-21 E3)
- Rango Temperaturas:	-40°C a +70°C (IEC 60794-1-22 F1)
- Radio Curvatura Mín. (mm):	20 x Diámetro Exterior (IEC 60794-1-21 E11)

### 10.5.4. Sistema de puesta a tierra

Se conectarán a tierra las pantallas de todas las fases en cada uno de los extremos y en los empalmes intermedios. Esto garantiza que no existan grandes tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.



Ilustración 43. Puesta a tierra cubiertas metálicas

No será necesario realizar trasposición de fases dado que las ternas se montarán en tresbolillo.

#### 10.5.5. Derivaciones

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

#### 10.5.6. Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente.

#### 10.5.7. Canalización

La zanja ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido del cable se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 5 cm y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del tubo se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones hechas por terceros, los cables deberán tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Y, por último, se terminará de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos.

#### 10.5.8. Arquetas

Se evitará, en lo posible, los cambios de dirección, en los puntos donde se produzcan, para facilitar la manipulación de los cables se dispondrán arquetas con tapas registrables o no. Con objeto de no sobrepasar las tensiones de tiro indicadas en las normas aplicables a cada tipo de cable en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro en aquellos casos que lo requieran. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Se colocarán arquetas, como máximo, cada 200 m, adicionalmente se instalarán en aquellas partes del trazado de la línea que presenten giros pronunciados, y antes y después de cruzamientos con afecciones.

La información relativa al número total de arquetas consideradas se encuentra referida en el plano correspondiente del trazado de la línea subterránea.

## 10.6. Distancias reglamentarias a afecciones LSMT

### 10.6.1. Cruzamientos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.2 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

#### 10.6.1.1. Calles, caminos y carreteras

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

#### 10.6.1.2. Ferrocarriles

Los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas, perpendiculares a la vía siempre que sea posible. La parte superior del tubo más próximo a la superficie quedará a una profundidad mínima de 1,1 metros respecto de la cara inferior de la traviesa. Dichas canalizaciones entubadas rebasarán las vías férreas en 1,5 metros por cada extremo.

#### 10.6.1.3. Otros cables de energía eléctrica

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.

La distancia mínima entre un cable de energía eléctrica de 20 kV y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 metro. Cuando no puedan respetarse estas distancias, el cable instalado más recientemente se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 10.6.1.4. Cables de telecomunicación

La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 metros. La distancia del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicación, será superior a 1 metro. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, el cable instalado más recientemente

se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 10.6.1.5. Canalizaciones de agua

La distancia mínima entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 metros. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 metro del cruce. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, la canalización más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

#### 10.6.1.6. Canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de Alta Tensión con canalizaciones de gas deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla 3 de la ITC - LAT 06. Cuando por causas justificadas no puedan mantenerse estas distancias, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta los mínimos establecidos en dicha tabla 3. Esta protección suplementaria, a colocar entre servicios, estará constituida por materiales preferentemente cerámicos (baldosas, rasillas, ladrillos, etc.).

En los casos en que no se pueda cumplir con la distancia mínima establecida con protección suplementaria y se considerase necesario reducir esta distancia, se pondrá en conocimiento de la empresa propietaria de la conducción de gas, para que indique las medidas a aplicar en cada caso.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d) con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,40 m	0,25 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión ≤4 bar	0,20 m	0,10 m

\* Acometida interior: Es el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de acometida de la compañía suministradora (sin incluir ésta) y la válvula de seccionamiento existente en la estación de regulación y medida. Es la parte de acometida propiedad del cliente.

*Ilustración 44. Distancias en cruzamientos con canalizaciones de gas (Tabla 3 ITC-LAT 06)*

La protección suplementaria garantizará una mínima cobertura longitudinal de 0,45 metros a ambos lados del cruce y 0,30 metros de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger, de acuerdo con la figura adjunta.

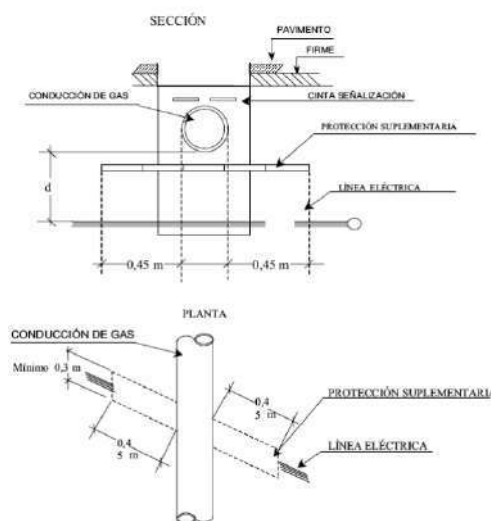


Ilustración 45. Detalles de cruzamiento y conducciones (ITC-LAT 06)

En el caso de línea subterránea de alta tensión con canalización entubada, se considerará como protección suplementaria el propio tubo, no siendo de aplicación las coberturas mínimas indicadas anteriormente. Los tubos estarán constituidos por materiales con adecuada resistencia mecánica, una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

### 10.6.2. Proximidades y paralelismos

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5.3 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de A.T del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia, pero los mantendrá separados entre sí con cualquiera de las protecciones citadas anteriormente.

#### 10.6.2.1. Acometidas (conexiones de servicio)

En el caso de que alguno de los dos servicios que se cruzan o discurren paralelos sea una acometida o conexión de servicio a un edificio, deberá mantenerse entre ambos una distancia mínima de 0,30 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

La entrada de las acometidas o conexiones de servicio a los edificios, tanto cables de Baja Tensión como de Alta Tensión en el caso de acometidas eléctricas, deberá taponarse hasta conseguir su estanqueidad perfecta.

## 10.7. Protección avifauna

En el caso que nos ocupa se proyecta una línea de evacuación de media tensión (20 kV) que discurrirá de forma subterránea en todo su trazado, por lo que no será necesario contemplar las medidas de protección de la avifauna según:

- Decreto 178/2006, de 10 de octubre, por el que se establecen normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- RD 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.

## 11. Resumen de presupuesto

Código	Capítulo	Resumen	Importe
<b>1</b>	<b>Trabajos previos</b>		<b>33.500,00 €</b>
<b>2</b>	<b>Suministro de Equipos Principales</b>		<b>2.253.291,00 €</b>
<b>3</b>	<b>Obra Civil</b>		<b>96.120,69 €</b>
3.1	Viales de acceso		21.056,20 €
3.2	Acondicionamiento del terreno		11.217,46 €
3.3	Cimentaciones		36.797,80 €
3.4	Canalizaciones		27.049,23 €
<b>4</b>	<b>Suministro y Montaje Mecánico</b>		<b>352.631,44 €</b>
<b>5</b>	<b>Suministro y Montaje Eléctrico</b>		<b>367.189,92 €</b>
5.1	Instalación de Baja Tensión (CC)		304.809,68 €
5.2	Instalación de Media Tensión		22.009,54 €
5.3	Instalación Puesta a Tierra		15.370,70 €
<b>6</b>	<b>Control y Comunicaciones</b>		<b>95.586,40 €</b>
<b>7</b>	<b>Sistema de Seguridad</b>		<b>120.000,00 €</b>
<b>8</b>	<b>Línea de evacuación</b>		<b>13.194,37 €</b>
8.01	Obra Civil		13.194,37 €
<b>9</b>	<b>Varios</b>		<b>53.006,92 €</b>
9.01	Seguridad y Salud		42.006,92 €
9.02	Gestión de residuos		6.000,00 €
9.03	Control de calidad y puesta en marcha		5.000,00 €
	<b>Total Presupuesto Ejecución Material</b>		<b>3.384.520,74 €</b>
	<b>Gastos generales (13%)</b>		<b>439.987,70 €</b>
	<b>Beneficio Industrial (6%)</b>		<b>203.071,24 €</b>
	<b>IVA (21%)</b>		<b>845.791,73 €</b>
		<b>TOTAL</b>	
	<b>TOTAL Presupuesto Ejecución (SIN IVA)</b>		<b>4.027.579,68 €</b>
	<b>TOTAL Presupuesto Ejecución (CON IVA)</b>		<b>4.873.371,41 €</b>

El total del Presupuesto de Ejecución por Contrata de la planta fotovoltaica asciende a la cantidad de CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS SETENTA Y TRES MIL TRESCIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y UN CENTIMOS, I.V.A. incluido.

Córdoba, Julio de 2024

El Ingeniero Técnico Superior

El Ingeniero Industrial

Fdo. Manuel Cañas Mayordomo  
Colegiado 1.617

Fdo. Daniel Carrero Cabrera  
Colegiado 7.426



# **Anejo 1: Estudio de producción energética**

## **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**



# PVsyst - Informe de simulación

Sistema conectado a la red

Proyecto: Autoconsumo Buñuel

Variante: Buñuel ZPL 06/2024

Sistema de cobertizos

Potencia del sistema: 8051 kWp

Buñuel - España



# Proyecto: Autoconsumo Buñuel

Variante: Buñuel ZPL 06/2024

## PVsyst V7.2.4

VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

**Buñuel**

España

#### Situación

Latitud 41.98 °N  
Longitud -1.48 °W  
Altitud 253 m  
Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Buñuel

Meteonorm 8.0 (1999-2013), Sat=100% - Sintético

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

#### Orientación campo FV

Plano fijo

Inclinación/Azimut 25 / -1 °

#### Sistema de cobertizos

#### Sombreados cercanos

Sombreados lineales

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Conjunto FV

Núm. de módulos

11502 unidades

Pnom total

8051 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades

22 unidades

Pnom total

6600 kWca

Proporción Pnom

1.220

### Resumen de resultados

Energía producida 13260 MWh/año      Producción específica 1647 kWh/kWp/año      Proporción rend. PR 88.78 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del conjunto FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos especiales	9



# Proyecto: Autoconsumo Buñuel

Variante: Buñuel ZPL 06/2024

## PVsyst V7.2.4

VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

### Parámetros generales

<b>Sistema conectado a la red</b>		<b>Sistema de cobertizos</b>	
<b>Orientación campo FV</b>		<b>Configuración de cobertizos</b>	
<b>Orientación</b>		Núm. de cobertizos	120 unidades
Plano fijo		<b>Tamaños</b>	
Inclinación/Azimut	25 / -1 °	Espaciamiento cobertizos	10.0 m
		Ancho de colector	4.79 m
		Proporc. cob. suelo (GCR)	47.9 %
		<b>Ángulo límite de sombreado</b>	
		Ángulo límite de perfil	19.7 °
<b>Horizonte</b>		<b>Sombreados cercanos</b>	
Horizonte libre		Sombreados lineales	
<b>Sistema bifacial</b>		<b>Necesidades del usuario</b>	
Modelo	Cálculo 2D	Carga ilimitada (red)	
	cobertizos ilimitados		
<b>Geometría del modelo bifacial</b>		<b>Definiciones del modelo bifacial</b>	
Espaciamiento cobertizos	10.00 m	Albedo de tierra	0.20
Ancho cobertizos	4.79 m	Factor de bifacialidad	80 %
Ángulo límite de perfil	19.7 °	Fact. sombreado trasero	5.0 %
GCR	47.9 %	Fact. desajuste trasero	10.0 %
Altura sobre el suelo	0.80 m	Transparencia del módulo	0.0 %

### Características del conjunto FV

<b>Módulo FV</b>		<b>Inversor</b>	
Fabricante	Trina Solar	Fabricante	Huawei Technologies
Modelo	TSM-NEG21C20-700	Modelo	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2
	(Definición de parámetros personalizados)		(Definición de parámetros personalizados)
Unidad Nom. Potencia	700 Wp	Unidad Nom. Potencia	300 kWca
Número de módulos FV	11502 unidades	Número de inversores	22 unidad
Nominal (STC)	8051 kWp	Potencia total	6600 kWca
Módulos	426 Cadenas x 27 En series	Voltaje de funcionamiento	500-1500 V
<b>En cond. de funcionam. (50°C)</b>		Potencia máx. (=>30°C)	330 kWca
Pmpp	7327 kWp	Proporción Pnom (CC:CA)	1.22
U mpp	991 V		
I mpp	7395 A		
<b>Potencia FV total</b>		<b>Potencia total del inversor</b>	
Nominal (STC)	8051 kWp	Potencia total	6600 kWca
Total	11502 módulos	Núm. de inversores	22 unidades
Área del módulo	35729 m <sup>2</sup>	Proporción Pnom	1.22

### Pérdidas del conjunto

<b>Pérdidas de suciedad del conjunto</b>		<b>Factor de pérdida térmica</b>		<b>Pérdidas de cableado CC</b>	
Frac. de pérdida	1.0 %	Temperatura módulo según irradiancia		Res. conjunto global	1.5 mΩ
		Uc (const)	29.0 W/m <sup>2</sup> K	Frac. de pérdida	1.0 % en STC
		Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K/m/s		
<b>LID - Degradación Inducida por Luz</b>		<b>Pérdida de calidad módulo</b>		<b>Pérdidas de desajuste de módulo</b>	
Frac. de pérdida	1.0 %	Frac. de pérdida	-0.2 %	Frac. de pérdida	1.0 % en MPP



**PVsyst V7.2.4**

VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

**Pérdidas del conjunto**

**Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Perfil definido por el usuario

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	0.999	0.994	0.969	0.928	0.829	0.585	0.000



**PVsyst V7.2.4**

VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

**Pérdidas del sistema.**

**Indisponibilidad del sistema**

Frac. de tiempo 1.0 %  
3.7 días,  
3 períodos

**Pérdidas auxiliares**

Proporcional a la potencia 3.0 W/kW  
0.0 kW del umbral de potencia

**Pérdidas de cableado CA**

**Línea de salida del inv. hasta transfo MV**

Voltaje inversor 800 Vca tri  
Frac. de pérdida 1.00 % en STC

**Inversor: SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.2**

Sección cables (22 Inv.) Alu 22 x 3 x 240 mm<sup>2</sup>  
Longitud media de los cables 135 m

**Línea MV hasta inyección**

Voltaje MV 20 kV  
Cables Alu 3 x 240 mm<sup>2</sup>  
Longitud 749 m  
Frac. de pérdida 0.19 % en STC

**Pérdidas de CA en transformadores**

**Transfo MV**

Voltaje de red 20 kV

**Pérdidas operativas en STC**

Potencia nominal en STC 7920 kVA  
Pérdida de hierro (Conexión 24/24) 7.92 kW  
Frac. de pérdida 0.10 % en STC  
Resistencia equivalente de bobinas 3 x 0.81 mΩ  
Frac. de pérdida 1.00 % en STC

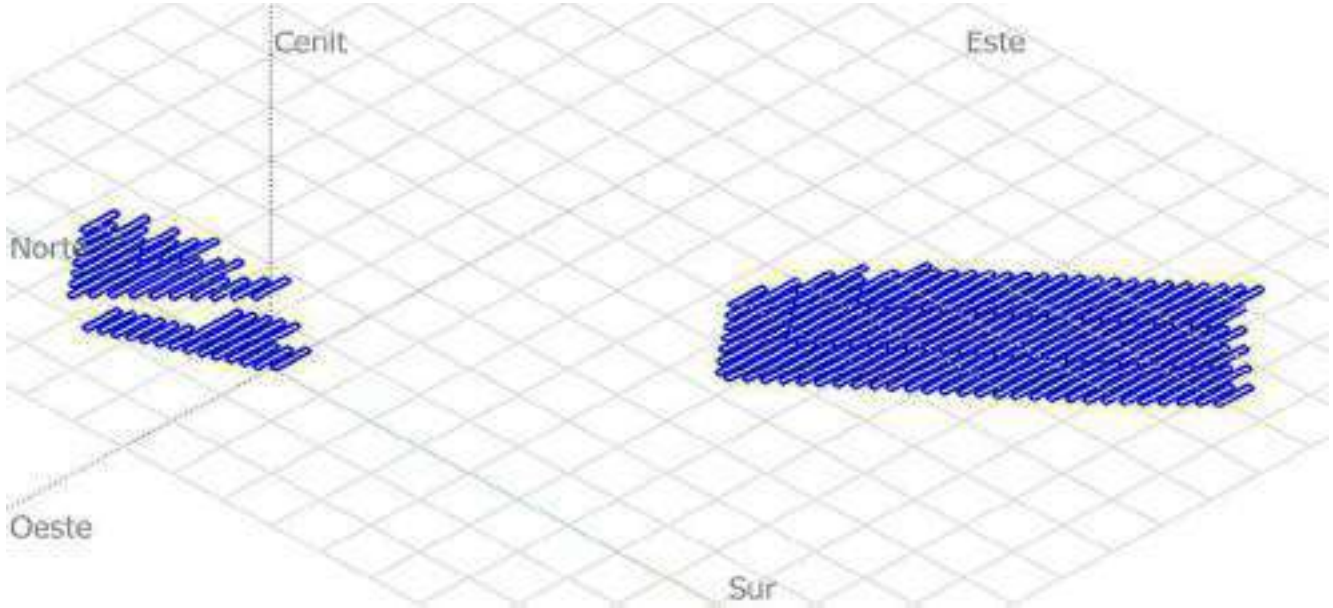


**PVsyst V7.2.4**

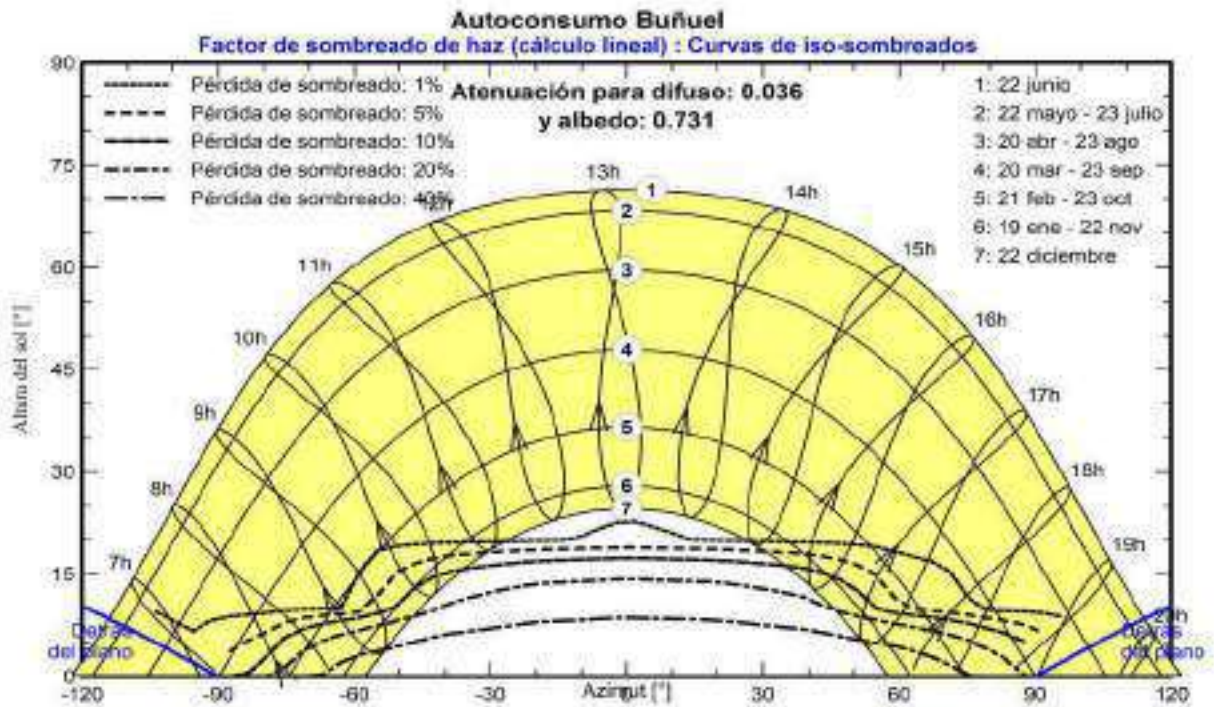
VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

**Parámetro de sombreados cercanos**

Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



**Diagrama de iso-sombreados**





**PVsyst V7.2.4**

VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

**Resultados principales**

**Producción del sistema**

Energía producida 13260 MWh/año

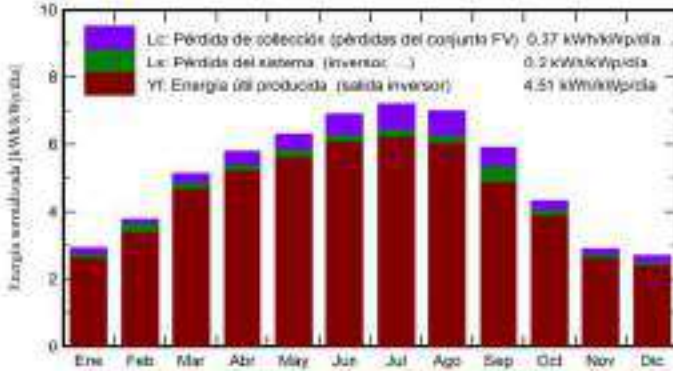
Producción específica

1647 kWh/kWp/año

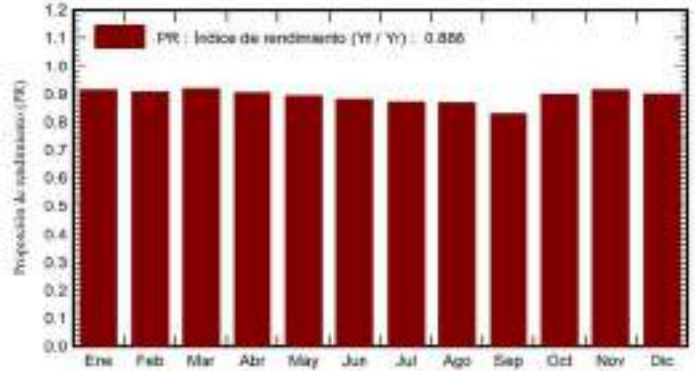
Proporción de rendimiento (PR)

88.78 %

**Producciones normalizadas (por kWp instalado)**



**Proporción de rendimiento (PR)**



**Balances y resultados principales**

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C	<b>GlobInc</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>GlobEff</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>EArray</b> MWh	<b>E_Grid</b> MWh	<b>PR</b> proporción
<b>Enero</b>	56.5	22.73	6.56	90.4	85.8	691	666	0.915
<b>Febrero</b>	76.6	36.52	7.63	106.0	102.6	830	776	0.909
<b>Marzo</b>	127.9	51.35	11.09	159.0	154.4	1220	1178	0.920
<b>Abril</b>	158.3	61.82	13.77	173.9	168.6	1315	1268	0.906
<b>Mayo</b>	193.7	72.54	17.97	196.2	190.4	1466	1414	0.895
<b>Junio</b>	212.1	74.56	22.50	207.2	201.2	1529	1474	0.884
<b>Julio</b>	224.7	68.41	25.22	223.0	216.6	1620	1562	0.870
<b>Agosto</b>	200.1	61.87	24.85	216.7	210.8	1569	1512	0.867
<b>Septiembre</b>	147.6	47.83	20.56	177.3	172.2	1303	1185	0.830
<b>Octubre</b>	100.7	42.05	16.37	134.7	130.7	1017	977	0.901
<b>Noviembre</b>	59.0	28.76	10.14	86.7	83.0	663	640	0.916
<b>Diciembre</b>	49.8	19.92	6.62	83.9	78.4	631	609	0.901
<b>Año</b>	1607.1	588.35	15.32	1855.1	1794.7	13855	13260	0.888

**Leyendas**

- GlobHor Irradiación horizontal global
- DiffHor Irradiación difusa horizontal
- T\_Amb Temperatura ambiente
- GlobInc Global incidente plano receptor
- GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados
- EArray Energía efectiva a la salida del conjunto
- E\_Grid Energía inyectada en la red
- PR Proporción de rendimiento

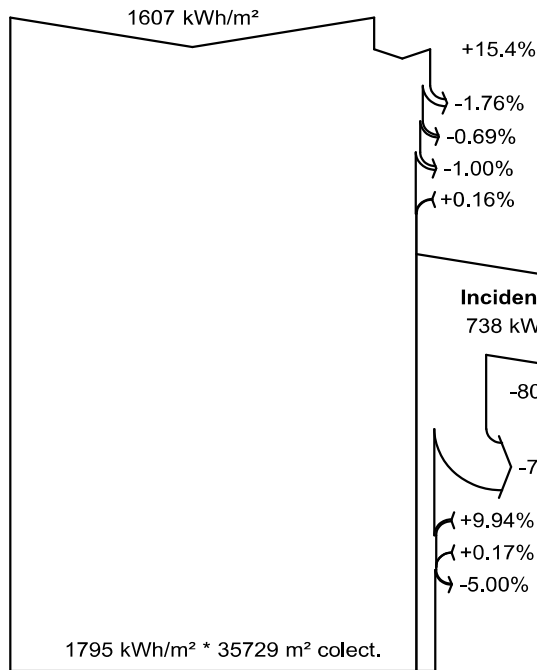




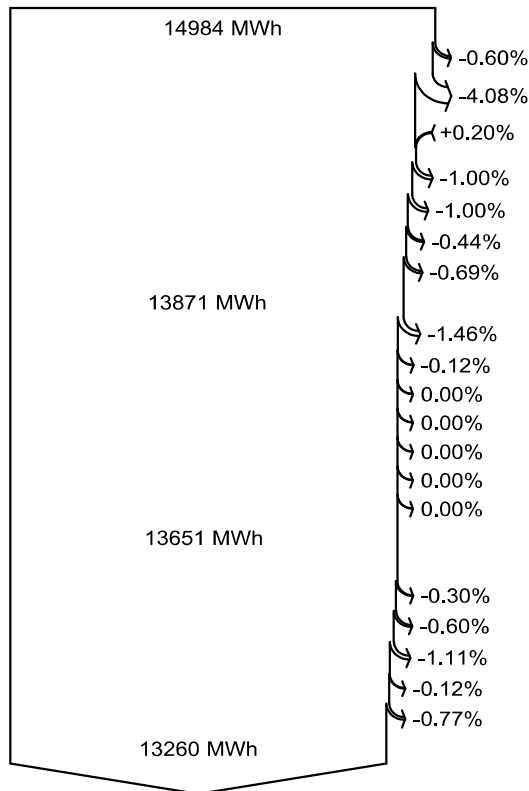
PVsyst V7.2.4

VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

Diagrama de pérdida



eficiencia en STC = 22.54%



**Irradiación horizontal global**  
**Global incidente plano receptor**

- Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia
- Factor IAM en global
- Factor de pérdida de suciedad
- Reflejo del suelo en la parte frontal

**4.57% Irradiancia global en la parte trasera (82 kWh/m²)**

**Irradiancia efectiva en colectores**

Conversión FV, Factor de bifacialidad = 0.80

**Conjunto de energía nominal (con efic. STC)**

- Pérdida FV debido al nivel de irradiancia
- Pérdida FV debido a la temperatura.
- Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

- Pérdida de desajuste de conjunto de módulos
- Desajuste de irradiancia posterior
- Pérdida óhmica del cableado

**Energía virtual del conjunto en MPP**

- Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)
- Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal
- Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima
- Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal
- Pérdida del inversor debido al umbral de potencia
- Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje
- Consumo nocturno

**Energía disponible en la salida del inversor**

- Auxiliares (ventiladores, otros ...)
- Pérdidas óhmicas CA
- Pérdida de transfo de voltaje medio
- Pérdida óhmica de línea MV
- Indisponibilidad del sistema

**Energía inyectada en la red**

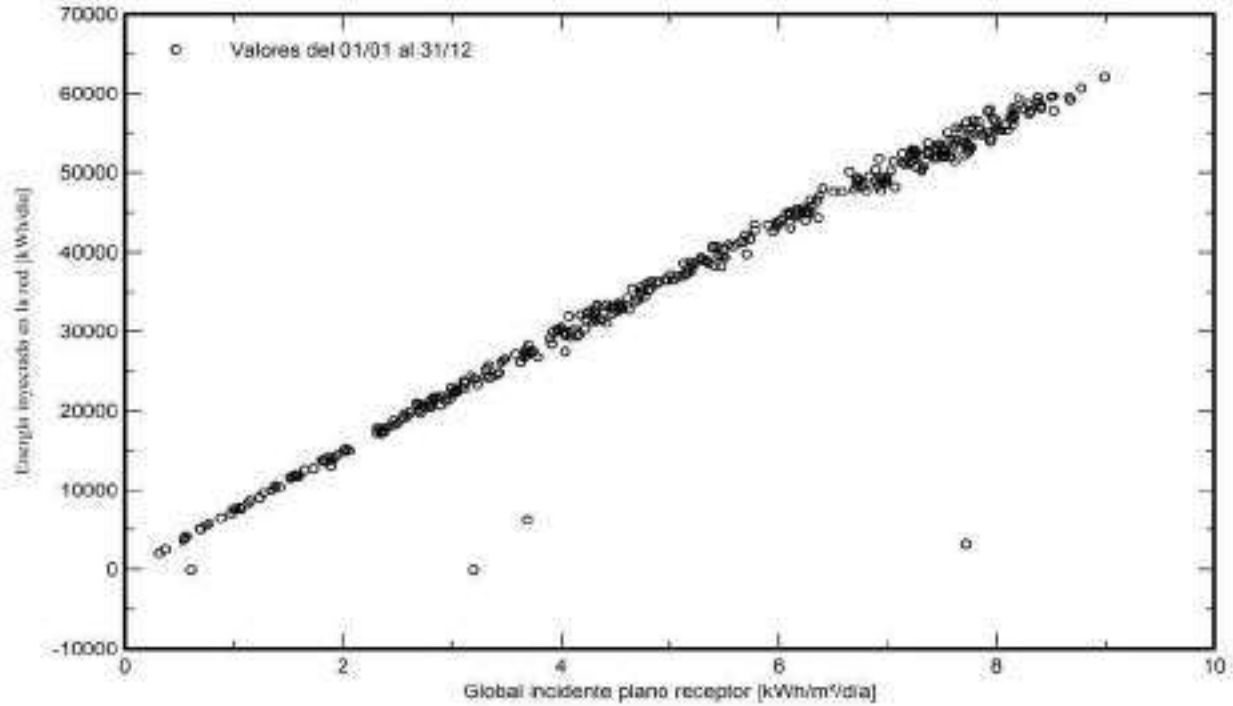


**PVsyst V7.2.4**

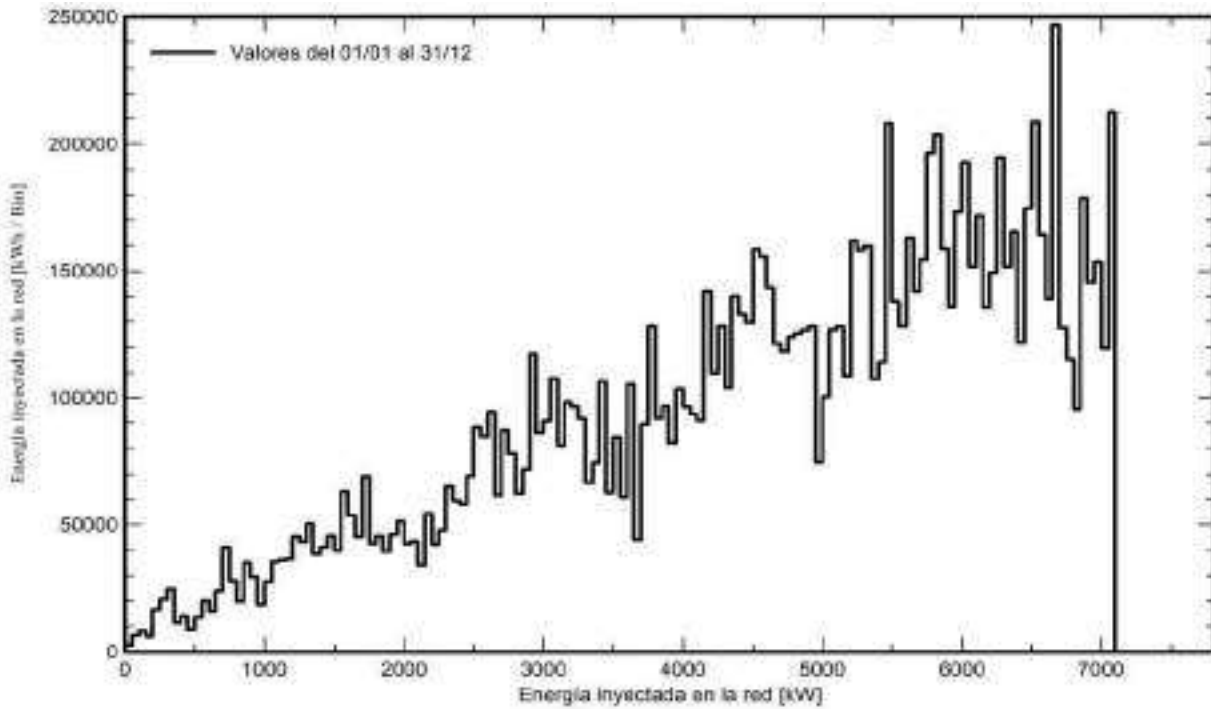
VC1, Fecha de simulación:  
14/06/24 14:11  
con v7.2.4

**Gráficos especiales**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**



## **Anejo 2: Fichas técnicas equipos**

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**

## ÍNDICE

<b>1. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. LÍNEA DE EVACUACIÓN.....</b>	<b>10</b>

## 1. Planta Solar Fotovoltaica

# Vertex N

**N-type i-TOPCon bifacial dual glass**  
Monocrystalline module

PRODUCT: TSM-NEG21C.20

PRODUCT RANGE: 675-700W

## 700W

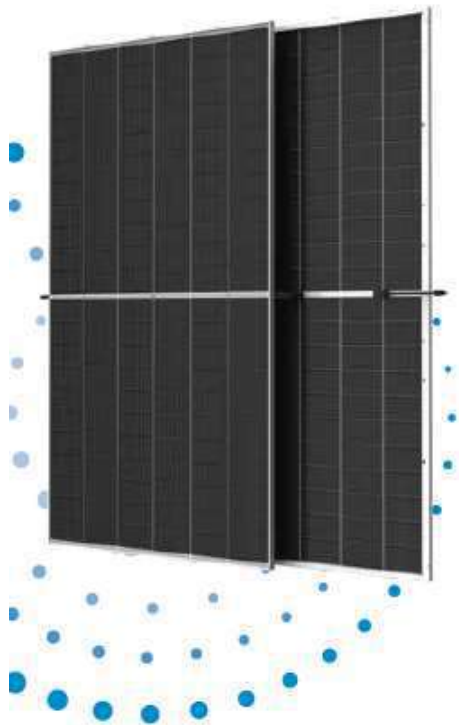
MAXIMUM POWER OUTPUT

## 0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

## 22.5%

MAXIMUM EFFICIENCY



### High customer value

- The star of LCOE (Levelized Cost Of Energy) .Higher string power feature effectively reduces BOS (Balance of System)and LCOE
- More energy harvest with cutting-edge N-type i-TOPCon technology
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



### High power up to 700W

- Up to 22.5% module efficiency with high density interconnect technology
- SMBB (Super multi-busbar) technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



### High reliability

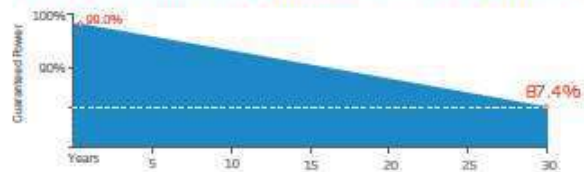
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



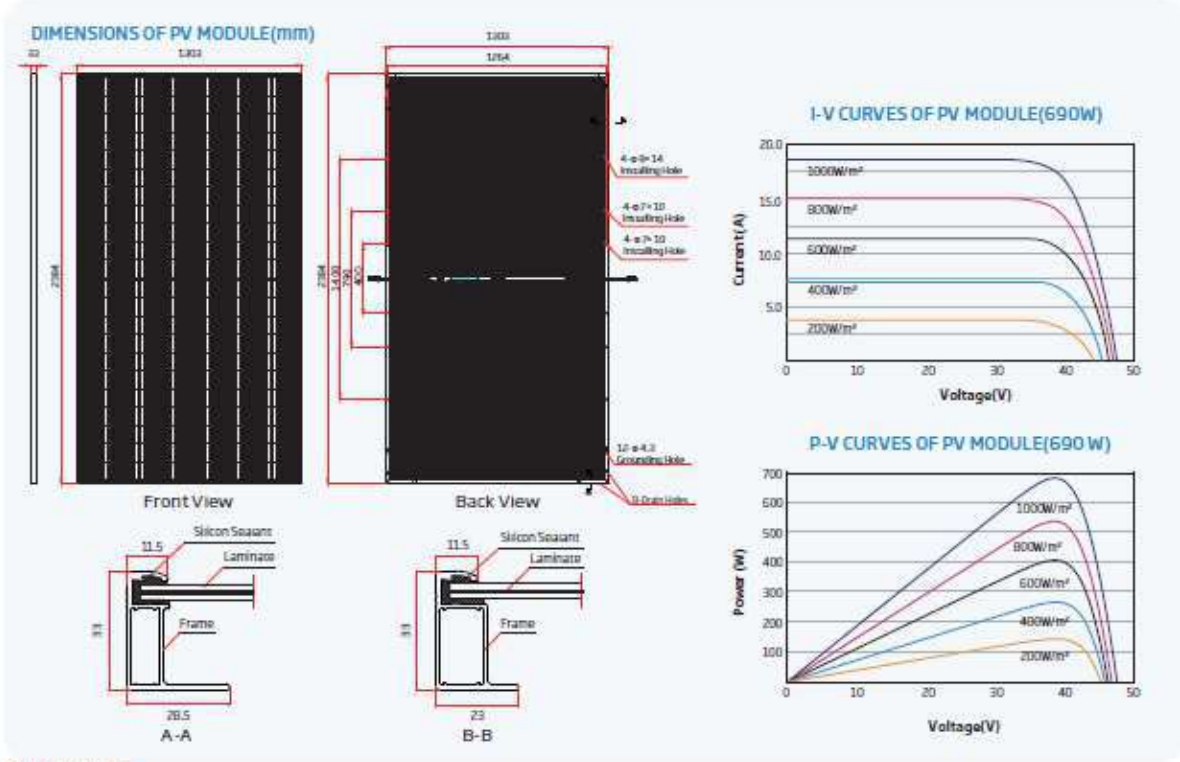
### High energy yield

- Excellent product bifaciality and low irradiation performance, validated by 3rd party
- Lower degradation: 1% first year, 0.4% annually thereafter
- Lower temperature coefficient (-0.30%)
- Up to 30% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



**Vertex N** N-type i-TOP Con bifacial dual glass Monocrystalline module



**MECHANICAL DATA**

Solar Cells	N-type Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384*1303*33 mm (93.86*51.30*1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, All-Cased Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)

Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²) Parallel: 350/260mm(13.79/11.02 inches) Length can be customized
Connector	TSA PLUS / TSA

**ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)**

Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak Power Watts- $P_{max}$ (Wp)*	675	514	680	517	685	521	690	526	695	530	700	534
Power Tolerance- $P_{max}$ (W)	D = +5											
Maximum Power Voltage- $V_{mp}$ (V)	30.4	37.0	30.5	37.2	30.8	37.3	40.1	37.7	40.3	37.8	40.5	38.0
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	17.12	13.89	17.16	13.91	17.19	13.94	17.23	13.96	17.25	14.02	17.29	14.05
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	47.2	44.7	47.4	44.9	47.7	45.2	47.9	45.4	48.3	45.8	48.6	46.0
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	18.14	14.62	18.18	14.65	18.21	14.67	18.25	14.71	18.28	14.73	18.32	14.76
Module Efficiency- $\eta_m$ (%)	21.7		21.9		22.1		22.2		22.4		22.5	

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass 1.5, NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. \*Manufacturing tolerance: ±2%

**Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)**

Backside Power Gain	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Total Equivalent power - $P_{max}$ (Wp)	700	743	714	748	719	754	725	759	730	765	735	770
Maximum Power Voltage- $V_{mp}$ (V)	30.4	30.4	30.5	30.5	30.8	30.8	40.1	40.1	40.3	40.3	40.5	40.5
Maximum Power Current- $I_{mp}$ (A)	17.98	18.83	18.02	18.88	18.05	18.91	18.09	18.95	18.11	18.98	18.15	19.02
Open Circuit Voltage- $V_{oc}$ (V)	47.2	47.2	47.4	47.4	47.7	47.7	47.9	47.9	48.3	48.3	48.6	48.6
Short Circuit Current- $I_{sc}$ (A)	19.05	19.05	19.09	20.00	19.12	20.03	19.16	20.08	19.19	20.11	19.24	20.15

Power Efficiency: 95.5%

**TEMPERATURE RATINGS**

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of $P_{max}$	-0.30%/°C
Temperature Coefficient of $V_{oc}$	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of $I_{sc}$	0.04%/°C

**MAXIMUM RATINGS**

Operational Temperature	-40~+85° C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

**WARRANTY**

- 12 year Product Workmanship Warranty
- 30 year Power Warranty
- 1% first year degradation
- 0.40% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

**PACKAGING CONFIGURATION**

- Modules per box: 33 pieces
- Modules per 40' container: 504 pieces

# SUN2000-330KTL-H1 Smart String Inverter



Max. Efficiency  
 ≥99.0%



Smart Self Clean Fan



Smart DC Connector  
 Temperature Detect



Smart String Level  
 Disconnection



±8 High Accuracy String  
 Current Detect



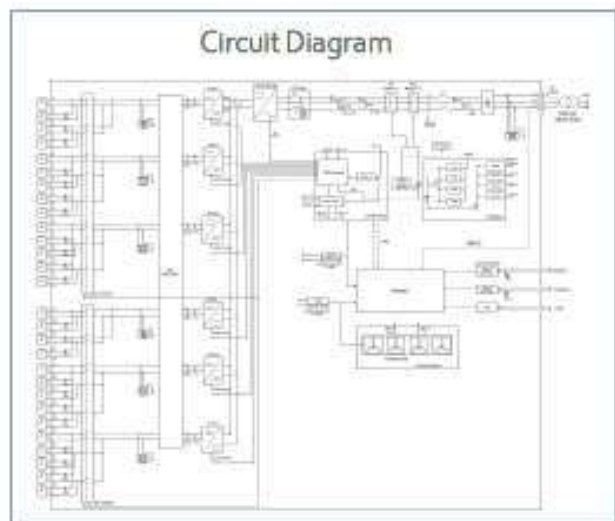
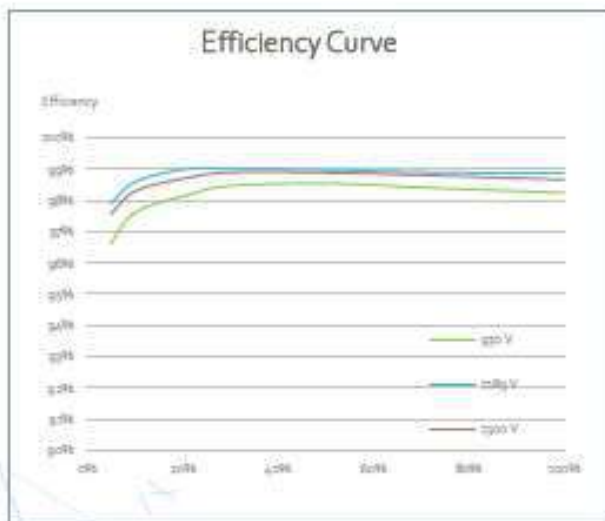
Support IV diagnosis



IP 66 protection



Surge Arresters for  
 DC & AC



SUN2000-330KTL-H1

## Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C – 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m ( 13,123 ft. )
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless



**Mounting structures for the installation of photovoltaic panels**



**Freestanding mounting structure for the installation of bifacial photovoltaic panels  
 System: W-V2G2-BI-25\***



**Structure description:**

Complete support system for fixing bifacial panels, which use sunlight reflected from the ground.

**Technical description:**

Materials of the support system:

MC - Coiled structural steel;

Magnelis®; MagZinc®; PosMAc

A - Aluminium

E - Stainless steel

F - Steel in zinc flake coating

Overview design.

**Arrangement of the modules:**

- vertical - V



**Ground conditions:**

- soil with good/high load capacity.

**Advantages:**

- the use of asymmetrical profiles with one side bent, allows a suitable construction angle and a plane prepared for direct installation of profiles on which the modules are to be placed
- the profiles with the bent side are mounted directly to the support columns without additional mounting elements mounting elements
- made of Magnelis®

**Structure assembly variants:**

- W-V2G2-BI structure - rammed into the ground (anchorage depth depends on ground conditions)
- W-V2K2-BI structure - support posts anchored to the concrete foundation
- W-V2B2-BI structure - support posts poured with concrete into B20 in the holes made in the ground (size of the holes depends on the ground conditions)
- W-V2S2-BI structure - on request, a screw screwed into the ground for fixing of the support posts

**Warranty:**

BAKS provides a 10 year Warranty period for the components included in the support structure - only if all conditions of the manufacturer's Warranty are met. The Warranty can be extended.

By using supporting structure where the panel frames are in the middle of the panel length (in the case of panels divided in half) and thanks to the brackings, it is possible to take full advantage of the efficiency of bifacial modules.



Profiles only where the panel frames are in the middle of the panel length (in the case of panels divided in half)

**Attention:**

Please refer to the complete installation instructions, which can be found at [www.ekhi.com.pl](http://www.ekhi.com.pl) or under the QR code.



Detailed information on the products can be found on pages 53-116

## Ventajas

Al constituir todos los paramentos y la solera en una sola pieza (monobloque), se consigue una perfecta estanqueidad, ya que no existen juntas o uniones de ningún tipo.

El sistema de losas intermedias permite disponer de un falso suelo de 0,5 m. de altura, siendo su espesor de 10 cm.

Construido en todo su perímetro con vierteaguas en forma de "U" invertida, impide totalmente la posibilidad de filtraciones de agua al interior y garantiza el encastre con el recinto. Exteriormente, su ángulo de inclinación del 2% para evacuación de aguas, y un acabado con capa de impermeabilizante, impiden la entrada de humedad al interior.

La carpintería metálica exterior, fabricada en chapa de acero galvanizado, se termina con pintura Epoxi, lo que le confiere un alto grado de protección a la corrosión en las condiciones más adversas.

El sistema para la calidad UNE-EN-ISO 9001 con el que son fabricados los centros CTA, permiten garantizar toda la gama.

Los centros CTA están homologados para las principales compañías eléctricas, Endesa, Iberdrola, edp, Enel, gas natural-fenosa, E-on ...

## Descripción

Los centros de transformación prefabricados de hormigón (CTA), consisten de tres partes: Cuerpo, losas intermedias y techo. Sus dimensiones van desde 3,1 m. hasta 8,5 m. de longitud, solucionan cualquier necesidad de ubicación de equipos en su interior para: centros de transformación, soluciones fotovoltaicas, centros de transmisión radio y TV, grupos electrógenos, etc.

## Llave en mano

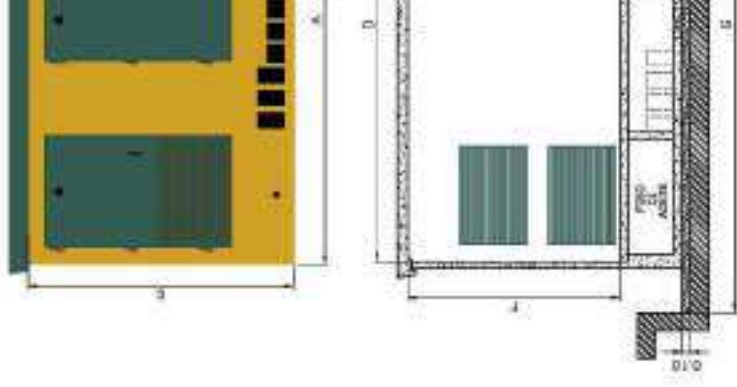
Los CTA pueden entregarse bajo pedido "llave en mano" incluyendo aparataje, transformadores de potencia, cuadros BT, cableado, alumbrado, instalación eléctrica interior, red de tierras y elementos de seguridad. Las terminaciones interiores son en blanco rugoso, y exterior en albero rugoso y el techo en verde rugoso, si bien bajo pedido podemos realizar cualquier acabado y color personalizado.

## Ficha técnica

- Las dimensiones de los CTA con pasillo de maniobra van desde 3,1 hasta 8,5m de largo.
- 2,52 de fondo y 3,20 de alto.
- Prefabricado de hormigón con  $R_c \geq 250 \text{ Kg/cm}^2$  y armadura B-500-S electrosoldada comportándose como una Jaula de Faraday.
- Estanco, al ser monobloque y el techo en forma de U invertida.
- Puertas con sistema de seguridad anti-terre.
- Permite ubicar ventilación en todo el perímetro.
- Accesos de cables previstos en el perímetro para entrada/salida de líneas de AT, BT y tierras.
- Dispone de unos pernos de elevación para el transporte.
- Para su ubicación necesita una excavación de 60 cm de profundidad y 50 cm de anchura sobre el perímetro, el fondo estará compactado sobre una capa de arena niveladora de 10 cm.
- Los CTA ejercen una presión sobre el terreno inferior a  $1 \text{ kg/cm}^2$ .
- Válidos para 24 kV y 36 kV.

Modelo	DIMENSIONES EXTERIORES (mm)		
	A	B	C
CTA 2B	3.100		
CTA 3B	3.500		
CTA 4B	4.500		
CTA 5B	5.500	3.500	3.200
CTA 6B	6.500		
CTA 7B	7.500		
CTA 8B	8.500		

\*Los modelos "A" mant...



- Centros desde 3,1 a 8,5 m.
- Prefabricados.

## 2. Línea de evacuación



# X-VOLT RHZ1 (AS) AL/OL/20L

Cable de Media Tensión de aluminio, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos y no propagador del incendio.

Norma de referencia UNE-EN 60228-2013 / IEC 60332-2

## DISEÑO

### 1. Conductor

Conductor de aluminio, clase 2, según UNE-EN 60228 y IEC 60228.

Construcción: con protección longitudinal (cable tipo "20L").

### 2. Pantalla semiconductora interna

Material semiconductivo termoplástico aplicado a los conductores.

### 3. Aislamiento

Polietileno reticulado (XLPE), en conformación multicapa, mediante proceso de triple extrusión.

### 4. Pantalla semiconductora externa

Material semiconductivo aplicado sobre el aislamiento: PMMA.

### 4. Pantalla metálica

Capa de alfileres de cobre y/o alfileres de cobre, con una sección mínima de 15 mm<sup>2</sup>.

### 5. Obturación longitudinal

Obtención por proceso mecánico de la pantalla (cable tipo "OL" y "20L").

### (Capa adicional)

(Eventual, en función de las configuraciones).

### 6. Cubierta exterior

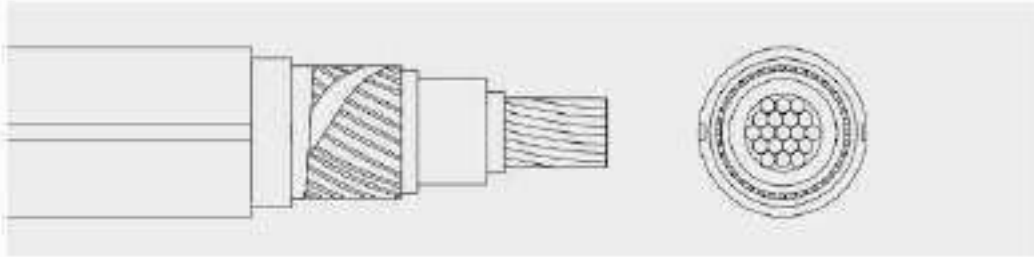
Polyethyleno reticulado y libre de halógenos, de color rojo con dos franjas verdes.

## APLICACIONES

Carre de suministro para el transporte y distribución de energía en redes de media tensión.  
Libre de halógenos. Clase de alta seguridad (CS) no propagador del incendio.



137 ↓ K/SÖLT/RHZ (25)AL / OL / SOL



## CARACTERÍSTICAS



### Características eléctricas

Media tensión 6/10 kV, 8,1/10 kV, 12/20 kV y 18/30 kV



### Norma de referencia

UNE HD 620 (CEI 60363 TDE1) / EC 60502-2



### Normas y certificaciones

Certificado  
AFNOR



### Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 90°C  
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s)  
Temp. mínima de servicio: -35°C



### Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE EN 60332-1  
No propagación del incendio según UNE EN 60332-3-23 (cat. B)  
Llama de hidrógeno según UNE EN 60754-1  
Baja emisión de humos según UNE EN 60811



### Características mecánicas

Radio de curvatura: 10 x diámetro exterior  
Resistencia a la tracción  
Resistencia al desgarro



### Características químicas

Resistencia a los rayos ultravioleta (UV) (UVB)



### Otros

Marcaje metro a metro



### Condiciones de instalación

Aluz  
Exposición  
Inundación  
Exposición



### Aplicaciones

Redes de distribución



Accesibilidad y diseño universal según UNE EN 1325

Para otros parámetros de instalación, consultar factores de corrección en la Norma UNE HD 620-2

Consulte las hojas técnicas en la reproducción particular del cable

Top Cable es una marca comercial de Ekhi y Ekhi (S) que forma parte del grupo de empresas Ekhi Group

Para más información: [www.ekhi.com](http://www.ekhi.com)





## DIMENSIONES

6 / 10 kV

Sección (mm <sup>2</sup> )	DIMENSIONES				DATOS ELÉCTRICOS		POTENCIAS MÁXIMAS	
	Ø Cond. (mm)	Ø Ala (mm)	Ø Ext. (mm)	Peso (kg/km)	X (Ω/km a 50 Hz)	C (µF/km)	Al aire (40°C) (kW)	Enterrados (25°C) (kW)
6/3	8,3	15,5	20,6	567	0,341	0,245	170	167
6/6	9,8	18,0	24,1	601	0,124	0,275	200	170
6/9	11,2	19,5	25,6	782	0,129	0,254	205	205
6/12	11,6	20,9	24,9	981	0,128	0,329	244	185
6/16	14,0	22,2	26,9	1092	0,119	0,357	184	260
6/25	15,6	23,8	29,9	1635	0,107	0,385	275	295
6/35	16,0	26,2	31,3	1859	0,111	0,434	404	345
6/50	20,2	29,3	33,8	2108	0,107	0,479	320	350
6/70	25,9	31,9	36,7	2416	0,101	0,539	330	415
6/95	27,0	35,2	39,5	2814	0,098	0,476	320	500
6/120	32,0	40,2	45,3	3449	0,094	0,504	440	530
6/160	34,0	42,2	47,3	3520	0,092	0,542	425	645
6/200	39,0	47,2	52,2	4214	0,089	0,585	430	755

8,7 / 15 kV

6/3	8,3	16,7	22,8	670	0,345	0,199	120	140
6/6	9,8	20,2	24,3	1179	0,118	0,221	240	170
6/9	11,2	25,7	25,8	1255	0,102	0,243	205	205
6/12	12,6	21,0	27,9	1444	0,128	0,262	205	235
6/16	16,0	24,4	28,9	1635	0,128	0,307	244	248
6/25	16,6	24,0	31,1	1945	0,120	0,303	385	295
6/35	16,0	28,4	33,4	2108	0,109	0,343	405	345
6/50	20,2	30,7	35,8	2201	0,110	0,376	520	390
6/70	25,9	33,2	38,9	2590	0,104	0,440	430	445
6/95	27,0	37,4	42,9	3023	0,110	0,474	320	500
6/120	32,0	42,4	47,5	3431	0,096	0,510	440	530
6/160	34,0	44,4	50,9	4029	0,094	0,576	425	645
6/200	39,0	49,4	54,9	4624	0,091	0,648	430	745

12 / 20 kV

6/3	8,3	20,7	24,8	769	0,349	0,132	120	140
6/6	9,8	25,2	28,5	1308	0,142	0,191	230	170
6/9	11,2	26,7	30,2	1401	0,126	0,209	205	205
6/12	12,6	29,0	31,1	1598	0,132	0,235	295	235
6/16	14,0	29,4	33,5	1716	0,127	0,242	330	265
6/25	15,6	29,0	33,1	1990	0,123	0,251	385	295
6/35	16,0	30,4	35,5	2108	0,107	0,290	405	345
6/50	20,2	32,7	37,9	2369	0,101	0,319	320	390
6/70	25,9	35,8	40,9	2732	0,108	0,385	330	445
6/95	27,0	39,4	44,9	3169	0,103	0,398	320	500
6/120	32,0	44,4	49,9	3601	0,099	0,436	440	530
6/160	34,0	46,4	52,9	4280	0,095	0,482	425	645
6/200	39,0	51,4	56,9	4821	0,091	0,547	430	745

18 / 30 kV

6/3	8,3	25,7	31,2	1672	0,358	0,154	120	140
6/6	9,8	27,2	32,5	1642	0,191	0,140	240	170
6/9	11,2	28,7	33,8	1716	0,145	0,160	255	205
6/12	12,6	30,0	35,1	1914	0,148	0,191	204	235
6/16	14,0	31,4	36,5	2041	0,135	0,203	335	260
6/25	15,6	33,0	38,1	2276	0,110	0,219	385	295
6/35	16,0	35,4	40,5	2462	0,124	0,239	425	345
6/50	20,2	37,7	42,9	2559	0,119	0,236	330	390
6/70	25,9	40,8	45,9	2901	0,114	0,282	330	445
6/95	27,0	44,4	49,9	3410	0,104	0,292	320	500
6/120	32,0	49,4	54,9	4037	0,101	0,333	440	530
6/160	34,0	51,4	58,9	4760	0,101	0,350	425	645
6/200	39,0	56,4	63,9	5426	0,097	0,391	430	745

## **Anejo 3: Cronograma**

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**

## ÍNDICE

<b>1. CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN .....</b>	<b>3</b>
---	----------



1. Cronograma de ejecución

#	SEMANA	MES																															
		1				2				3				4				5				6				7				8			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<b>1</b>	<b>Trabajos Previos</b>																																
1.1	Ingeniería de detalle																																
1.2	Desbroce																																
1.3	Vallado perimetral																																
<b>2</b>	<b>Obra Civil</b>																																
2.1	Acceso principal																																
2.2	Viales internos																																
2.3	Sistema de drenaje																																
2.4	Zanjas MT y BT																																
<b>3</b>	<b>Instalación Mecánica y Eléctrica</b>																																
3.1	Montaje de estructura fija																																
3.2	Montaje de módulos FV																																
3.3	Instalación eléctrica de BT																																
3.4	Estación de potencia e inversores																																
3.5	Instalación eléctrica de MT																																
3.6	Sistema de monitorización y control																																
3.87	Sistema de seguridad y videovigilancia																																
<b>4</b>	<b>Línea de evacuación 20 kV</b>																																
4.1	Zanja de MT																																
4.2	Instalación eléctrica de MT																																
4.3	Puesta a tierra																																
4.4	Montaje de caja de empalme de FO																																
4.5	Tendido de conductor de fase																																
4.6	Tendido de conductor de tierra																																
<b>5</b>	<b>Puesta en Marcha</b>																																
5.1	Pruebas en frío																																
5.2	Puesta en marcha																																
5.3	Pruebas en caliente																																

## **Anejo 4: RBDA**

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**

## ÍNDICE

<b>1. PARCELA AFECTADA POR LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. PARCELAS AFECTADAS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN .....</b>	<b>3</b>

## 1. Parcela afectada por la Planta Solar Fotovoltaica

La parcela catastral en la que se ubicará la instalación fotovoltaica es la siguiente:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral
Buñuel	3	126	310000000002224883FB
Buñuel	3	522	310000000001090647GM
Buñuel	3	532	310000000002256351KT
Buñuel	3	535	310000000001090658MI
Buñuel	3	536	310000000001090659QO

Tabla 1. Parcela afectada planta solar fotovoltaica

## 2. Parcelas afectadas por la línea de evacuación

Las parcelas catastrales afectadas por el trazado de la línea de evacuación son las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Tramo
Buñuel	3	532	310000000002256351KT	Subterráneo
Buñuel	3	951	310000000002353253MR	Subterráneo
Buñuel	2	918	310000000002263211HS	Subterráneo
Buñuel	2	909	310000000002263204SI	Subterráneo
Buñuel	2	923	310000000002263216ZJ	Subterráneo
Buñuel	2	910	310000000002263205DO	Subterráneo
Buñuel	2	805	310000000002363630KI	Subterráneo
Buñuel	3	532	310000000002256351KT	Subterráneo
Buñuel	3	951	310000000002353253MR	Subterráneo
Buñuel	2	918	310000000002263211HS	Subterráneo
Buñuel	2	909	310000000002263204SI	Subterráneo

Tabla 2. Parcelas afectadas línea de evacuación

## **Anejo 5: Informe Urbanístico**

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**

## INFORME TECNICO

Por D/Dña. EKHI

Se ha solicitado CONSULTA URBANÍSTICA sobre: LAS POSIBILIDADES EDIFICATORIAS, DE LAS PARCELAS 126, 843, 521, 522, 532, 535, 536, Y 537, DEL POLÍGONO 3, DE BUÑUEL, PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA PLANTA FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO INDUSTRIAL.

Tras lo cual y una vez examinada la documentación aportada,

### INFORMO QUE:

1. Las parcelas se encuentran en Suelo No Urbanizable de Preservación: Regadío Tipo 2, según la Normativa Urbanística Municipal.
2. Las instalaciones energéticas, son actividades constructivas autorizables en este tipo de suelo.
3. Las instalaciones proyectadas, deberán adecuarse también a las servidumbres de las infraestructuras exteriores al polígono.

BUÑUEL, A 22 DE MARZO DE 2023

EL TECNICO,



D<sup>a</sup>. LOURDES PORQUET FERRER.

## **Documento nº 2: Planos**

# **Proyecto fotovoltaico para autoconsumo y su infraestructura de evacuación a red interior del consumidor industrial situado en el T.M. de Buñuel (Navarra)**

**Potencia instalada: 7,260 MWn**

**Potencia pico: 8,051 MWp**

Promotor: **SOFIDEL SPAIN S.L.**

Desarrollador: **EKHI ENERGY 16, S.L.U.**

Ingeniería: **Ingnova Proyectos**

**Julio 2024**

## **LISTADO DE PLANOS**

### **1. Planta Fotovoltaica**

- 1.1. Situación
- 1.2. Emplazamiento
- 1.3. Implantación
- 1.4. Afecciones
- 1.5. Accesos
- 1.6. Coordenadas de vallado
- 1.7. Detalle de vallado
- 1.8. Detalle de Estructura
- 1.9. Esquema unifilar BT
- 1.10. Esquema unifilar MT

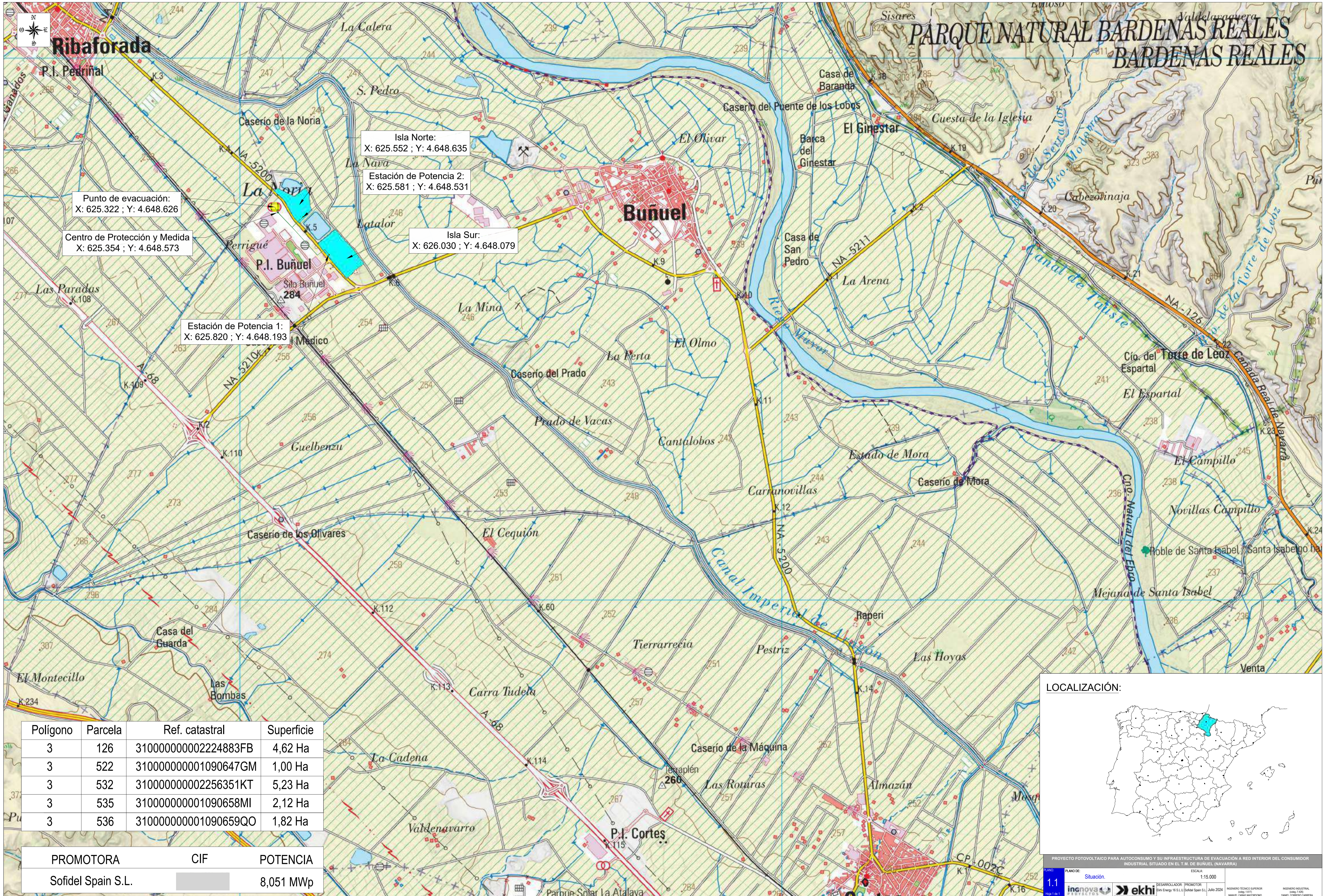
### **2. Línea de evacuación 20 kV**

- 2.1. Situación
- 2.2. Emplazamiento
- 2.3. Trazado
- 2.4. Afecciones
- 2.5. RBDA



# Planos Generales

PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)					
PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:			
1.0	Portada	S/E			
Hoja 1 de 1			DESARROLLADOR:	PROMOTOR:	Julio 2024
			Ekhi Energy 16 S.L.U.	Sofidel Spain S.L.	
					INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO
					INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



**PARQUE NATURAL BARDENAS REALES**  
**BARDENAS REALES**

Punto de evacuación:  
X: 625.322 ; Y: 4.648.626

Centro de Protección y Medida  
X: 625.354 ; Y: 4.648.573

Estación de Potencia 1:  
X: 625.820 ; Y: 4.648.193

Isla Norte:  
X: 625.552 ; Y: 4.648.635

Estación de Potencia 2:  
X: 625.581 ; Y: 4.648.531

Isla Sur:  
X: 626.030 ; Y: 4.648.079

Polígono	Parcela	Ref. catastral	Superficie
3	126	310000000002224883FB	4,62 Ha
3	522	310000000001090647GM	1,00 Ha
3	532	310000000002256351KT	5,23 Ha
3	535	310000000001090658MI	2,12 Ha
3	536	310000000001090659QO	1,82 Ha

PROMOTORA	CIF	POTENCIA
Sofidel Spain S.L.		8,051 MWp



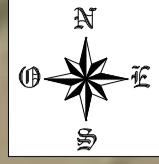


Polígono	Parcela	Ref. catastral	Superficie
3	126	310000000002224883FB	4,62 Ha
3	522	310000000001090647GM	1,00 Ha
3	532	310000000002256351KT	5,23 Ha
3	535	310000000001090658MI	2,12 Ha
3	536	310000000001090659QO	1,82 Ha

PROMOTORA	CIF	POTENCIA
Sofidel Spain S.L.		8,051 MWp

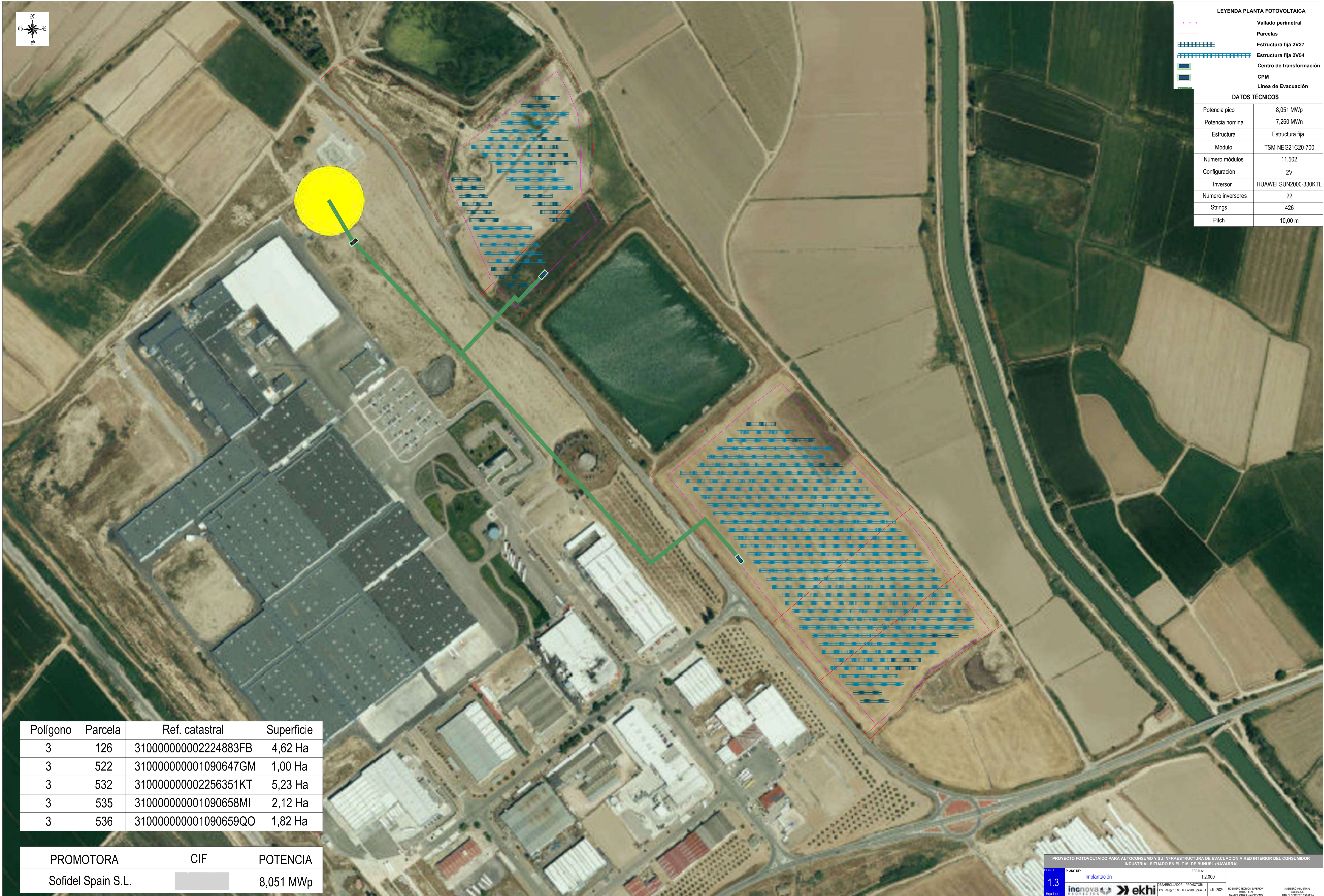
LOCALIZACIÓN:





LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA	
	Vallado perimetral
	Parcelas
	Estructura fija 2V27
	Estructura fija 2V54
	Centro de transformación
	CPM
	Línea de Evacuación

DATOS TÉCNICOS	
Potencia pico	8,051 MWp
Potencia nominal	7,260 MWn
Estructura	Estructura fija
Módulo	TSM-NEG21C20-700
Número módulos	11.502
Configuración	2V
Inversor	HUAWEI SUN2000-330KTL
Número inversores	22
Strings	426
Pitch	10,00 m



Polígono	Parcela	Ref. catastral	Superficie
3	126	310000000002224883FB	4,62 Ha
3	522	310000000001090647GM	1,00 Ha
3	532	310000000002256351KT	5,23 Ha
3	535	310000000001090658MI	2,12 Ha
3	536	310000000001090659QO	1,82 Ha

PROMOTORA	CIF	POTENCIA
Sofidel Spain S.L.		8,051 MWp



**LEYENDA AFECIONES**

- Parcelas Catastrales.
- Linderos
- Hidrografía
- Camino
- Carretera
- Línea eléctrica
- Conducción

**LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA**

- Vallado perimetral
- Estructura fija 2V27
- Estructura fija 2V54
- Centro de transformación
- CPM
- Línea de Evacuación

**DATOS TÉCNICOS**

Potencia pico	8,051 MWp
Potencia nominal	7,260 MWn
Estructura	Estructura fija
Módulo	TSM-NEG21C20-700
Número módulos	11.502
Configuración	2V
Inversor	HUAWEI SUN2000-330KTL
Número inversores	22
Strings	426
Pitch	10,00 m



- LEYENDA AFECCIONES**
- Parcelas Catastrales.
  - Camino
- LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA**
- Vallado perimetral
  - Estructura fija 2V27
  - Estructura fija 2V54
  - Centro de transformación
  - CPM
  - Línea de Evacuación

Camino en terreno no catastrado

Camino Polígono 3 Parcela 532

Camino en terreno no catastrado



LEYENDA AFECCIONES	
<span style="color: red;">—</span>	Parcelas Catastrales.
<span style="color: purple;">—</span>	Carretera
LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA	
<span style="color: magenta;">—</span>	Vallado perimetral
	Estructura fija 2V27
	Estructura fija 2V54
	Centro de transformación
	CPM
	Línea de Evacuación

NA-5200

Zona edificación (18 m de servidumbre + 5 m de calzada)



LEYENDA AFECCIONES	
<span style="color: red;">—</span>	Parcelas Catastrales.
<span style="color: blue;">—</span>	Hidrografía
LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA	
<span style="color: magenta;">—</span>	Vallado perimetral
	Estructura fija 2V27
	Estructura fija 2V54
	Centro de transformación
	CPM
	Línea de Evacuación

Canal Imperial de Aragón

Zona de servidumbre de 5 m

Balsa

Acequia

Acequia

Balsa

PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACION A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUNIBEL (NAVARRA)

PLANO	PLANO DE	ESCALA
1.4	Afecciones Hidrografía.	1:5.000
14 de 5	DESARROLLADOR:   PROMOTOR: Ekh Energy 18 SL U. Bafel Spain S.L.	INGENIERO TECNICO SUPERIOR: DANIEL LOPEZ CABRERA
	FECHA: JUNIO 2024	INGENIERO INDUSTRIAL: DANIEL LOPEZ CABRERA





LEYENDA AFECCIONES	
<span style="color: red;">—</span>	Parcelas Catastrales.
<span style="color: yellow;">—</span>	Línea eléctrica
LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA	
<span style="color: magenta;">—</span>	Vallado perimetral
	Estructura fija 2V27
	Estructura fija 2V54
	Centro de transformación
	CPM
	Línea de Evacuación

Zona de servidumbre de 8 m



- LEYENDA AFECIONES**
- Parcelas Catastrales.
  - Linderos
  - Conducción
- LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA**
- Vallado perimetral
  - Estructura fija 2V27
  - Estructura fija 2V54
  - Centro de transformación
  - CPM
  - Línea de Evacuación

Zona de servidumbre de 10 m

Separación a linderos de 15 m (Art. 11, DECRETO FORAL 84/1990)

PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACION A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUNJUEL (NAVARRA)



Acceso Isla Norte  
X:625.456 ; Y:4.648.695

Acceso Isla Sur  
X:625.741 ; Y:4.648.284

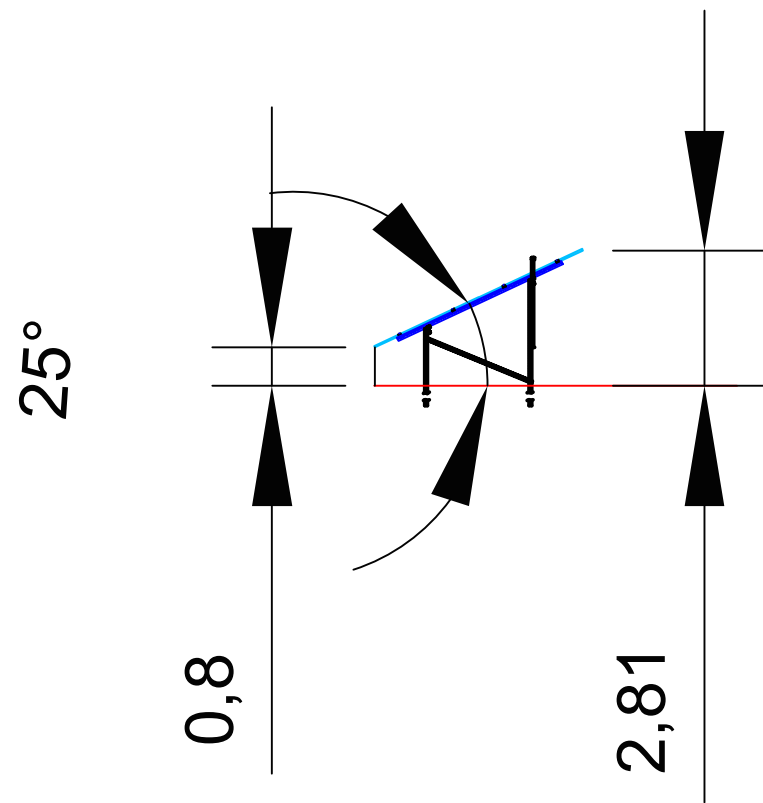
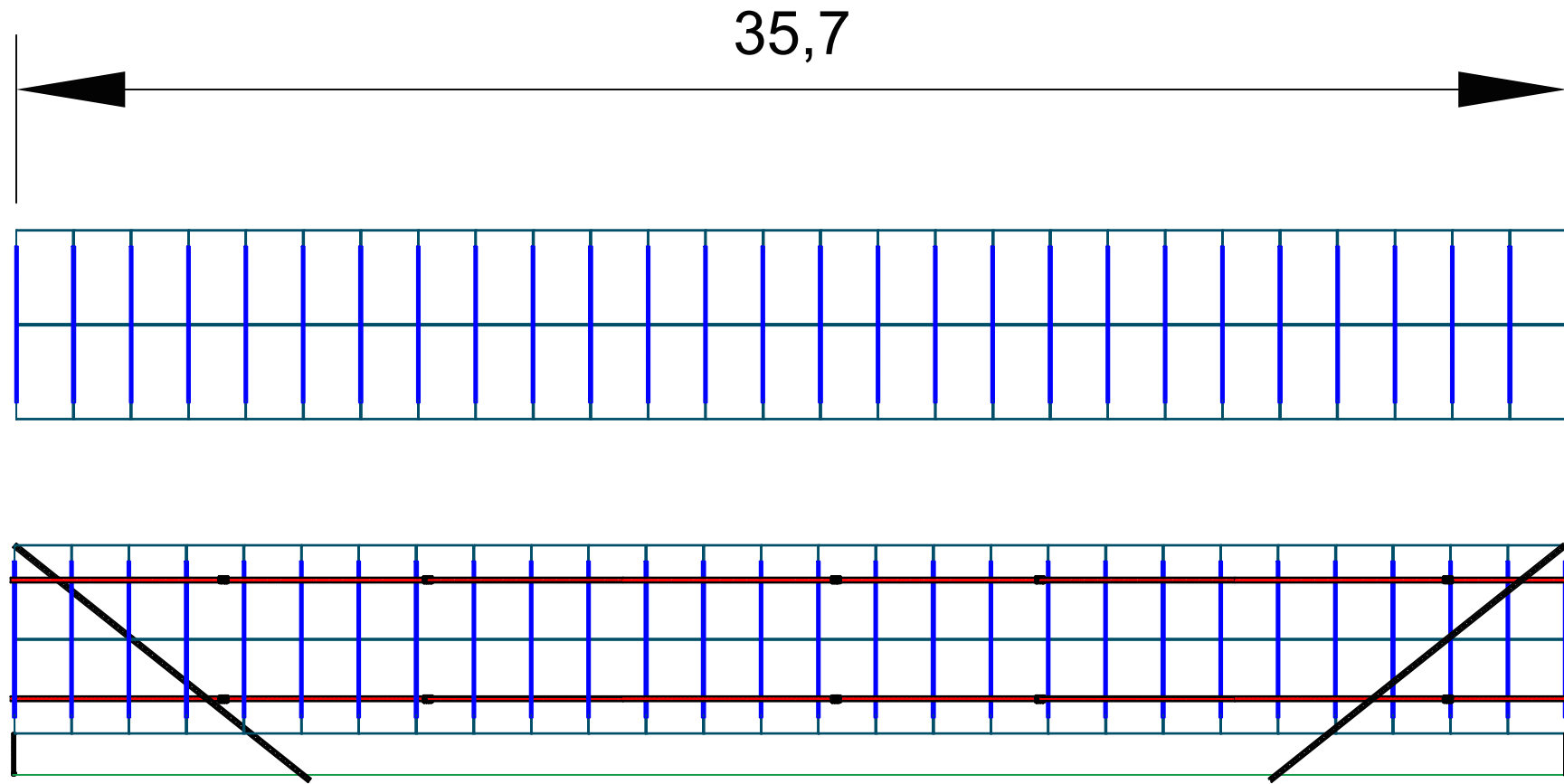
- LEYENDA
- Parcelas Catastrales.
  - Línea MT.
  - Camino Acceso Exterior.
  - Camino Interior.
  - Zona de Acopio.
  - Puerta de acceso.
  - CT.
  - Punto de Conexión.
  - Vallado perimetral.
  - ▨ Estructura fija 2V27.
  - ▨ Estructura fija 2V54.
  - ▨ CPM
  - Línea de Evacuación



Coordenadas Vallado Sur UTM ETRS89 Huso 30	
X	Y
626.019	4.648.006
625.994	4.647.982
626.043	4.648.028
626.071	4.648.056
626.062	4.648.050
626.052	4.648.039
625.848	4.648.153
625.807	4.648.205
625.759	4.648.263
625.867	4.648.130
625.953	4.648.029
625.934	4.648.049
625.923	4.648.062
625.914	4.648.363
625.963	4.648.305
625.986	4.648.283
625.878	4.648.402
625.738	4.648.288
625.800	4.648.339
625.844	4.648.377
626.086	4.648.161
626.115	4.648.123
626.133	4.648.099
626.068	4.648.184
625.999	4.648.270
626.027	4.648.240
626.055	4.648.206

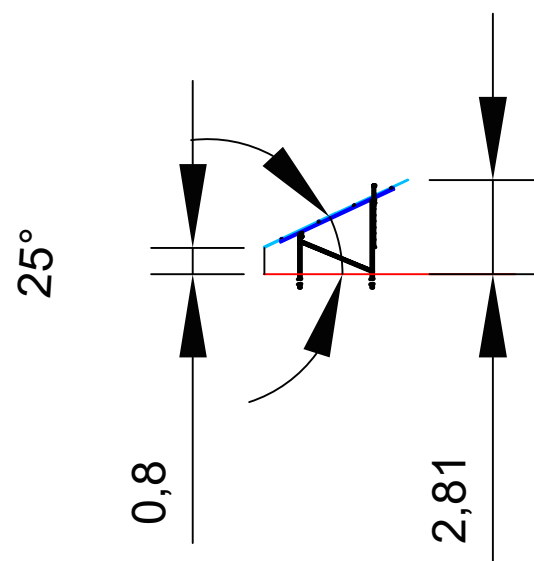
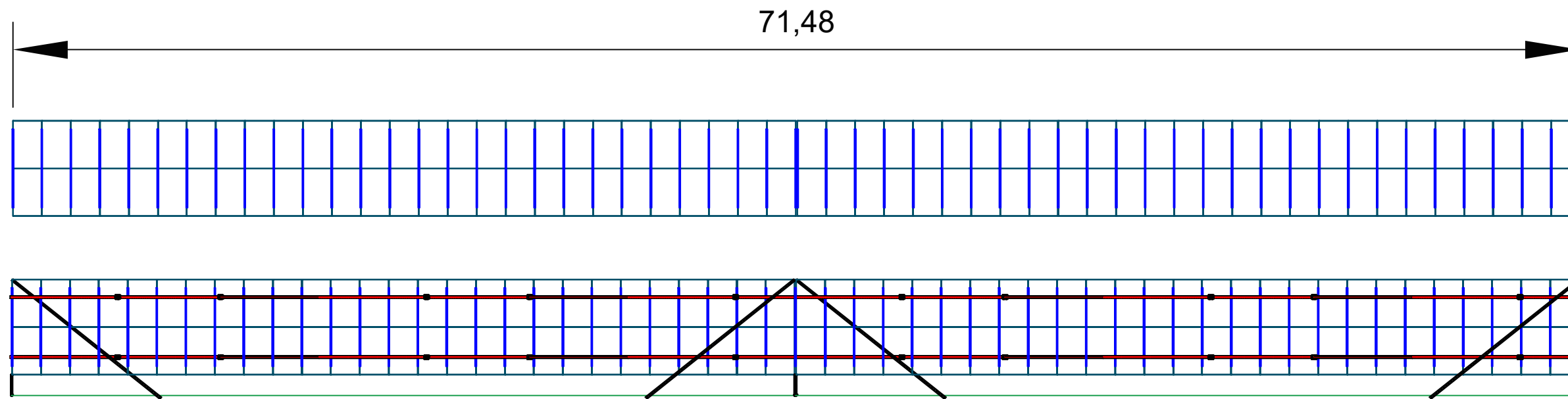
Coordenadas Vallado Norte UTM ETRS89 Huso 30	
X	Y
625.631	4.648.670
625.614	4.648.763
625.627	4.648.735
625.631	4.648.645
625.651	4.648.598
625.630	4.648.578
625.634	4.648.632
625.639	4.648.622
625.520	4.648.533
625.531	4.648.517
625.552	4.648.496
625.519	4.648.531
625.493	4.648.595
625.553	4.648.746
625.602	4.648.785
625.456	4.648.677
625.504	4.648.706





PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
1.8	Estructura Fija. Estructura de 27 módulos.	S/E		
Hoja 1 de 2	ingnova PROYECTOS	ekhi	DESARROLLADOR: Ekhi Energy 16 S.L.U.	PROMOTOR: Sofidel Spain S.L. Julio 2024
			INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA



PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)

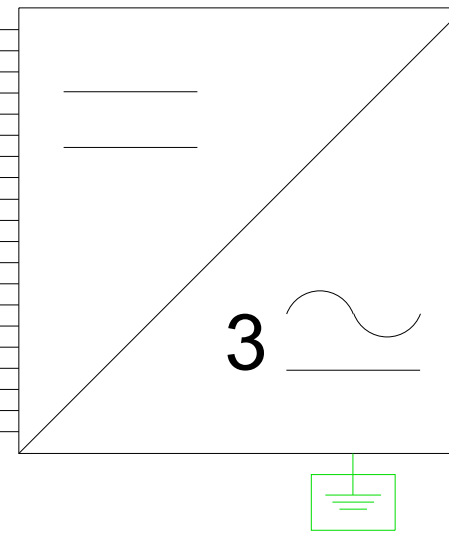
PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
1.8	Estructura Fija.Estructura de 54 módulos.	S/E		
Hoja 2 de 2	ingnova PROYECTOS	ekhi	DESARROLLADOR: Ekhi Energy 16 S.L.U.	PROMOTOR: Sofidel Spain S.L. Julio 2024
			INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

INVERSOR  
20 STRING



**INVERSOR TIPO 1**

S<sub>máx.</sub> 330 kVA  
 P<sub>n</sub> 300 kW  
 V<sub>DC.máx.</sub> 1.500 V  
 V<sub>AC.out</sub> 800 V



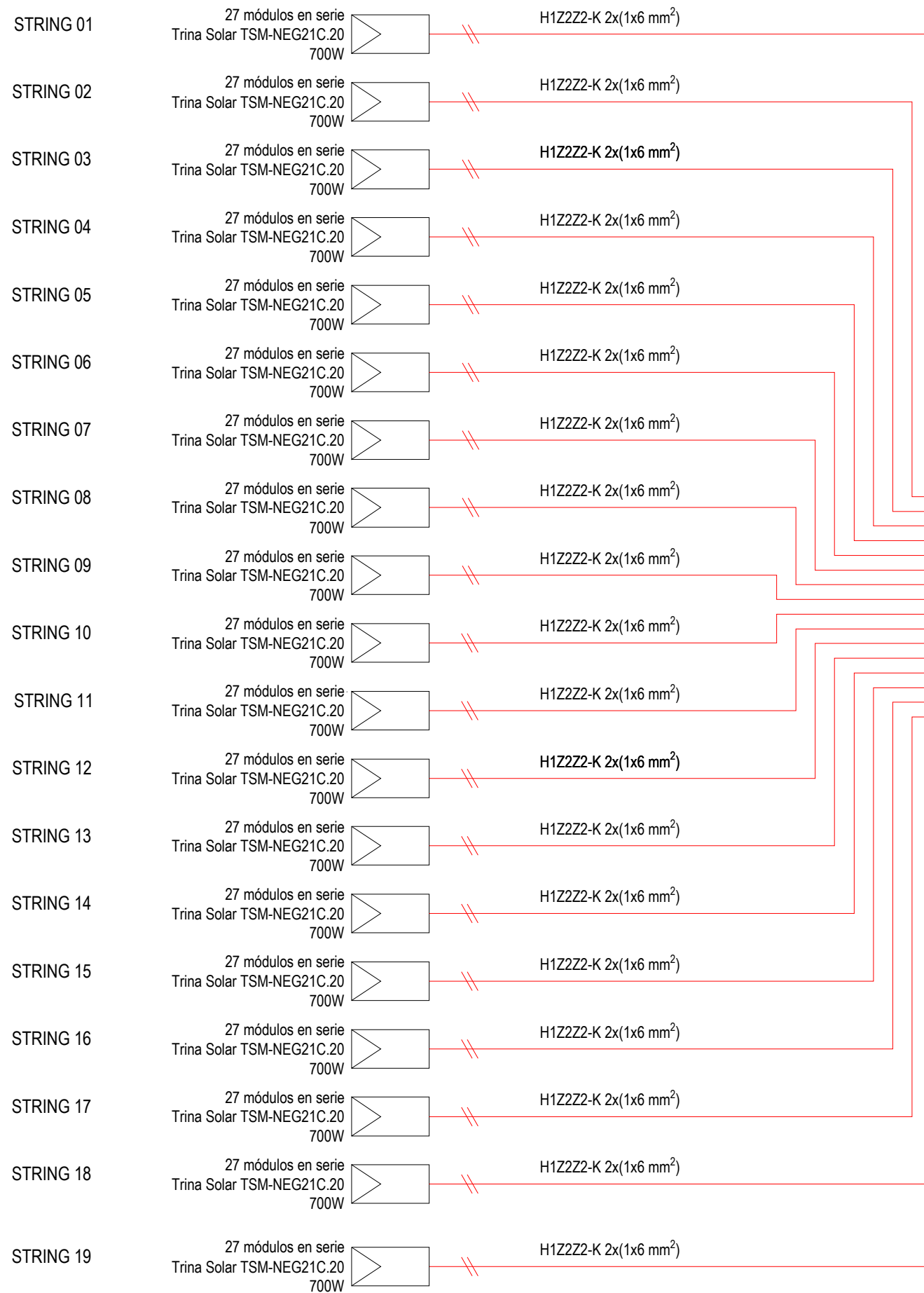
A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
1.9	Esquema Unifilar BT.	S/E		
Hoja 1 de 2	ingnova PROYECTOS	ekhi	DESARROLLADOR: Ekhi Energy 16 S.L.U.	PROMOTOR: Sofidel Spain S.L.
			Julio 2024	
			INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

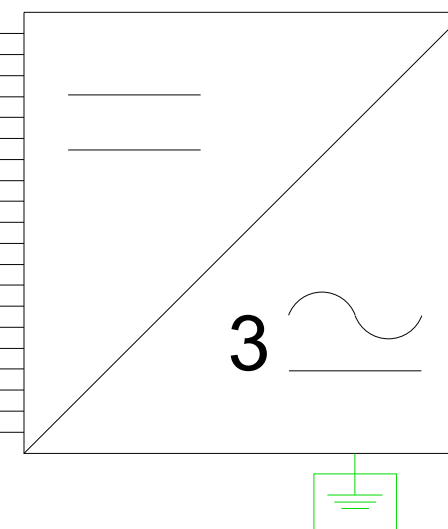


INVERSOR  
19 STRING



**INVERSOR TIPO 1**

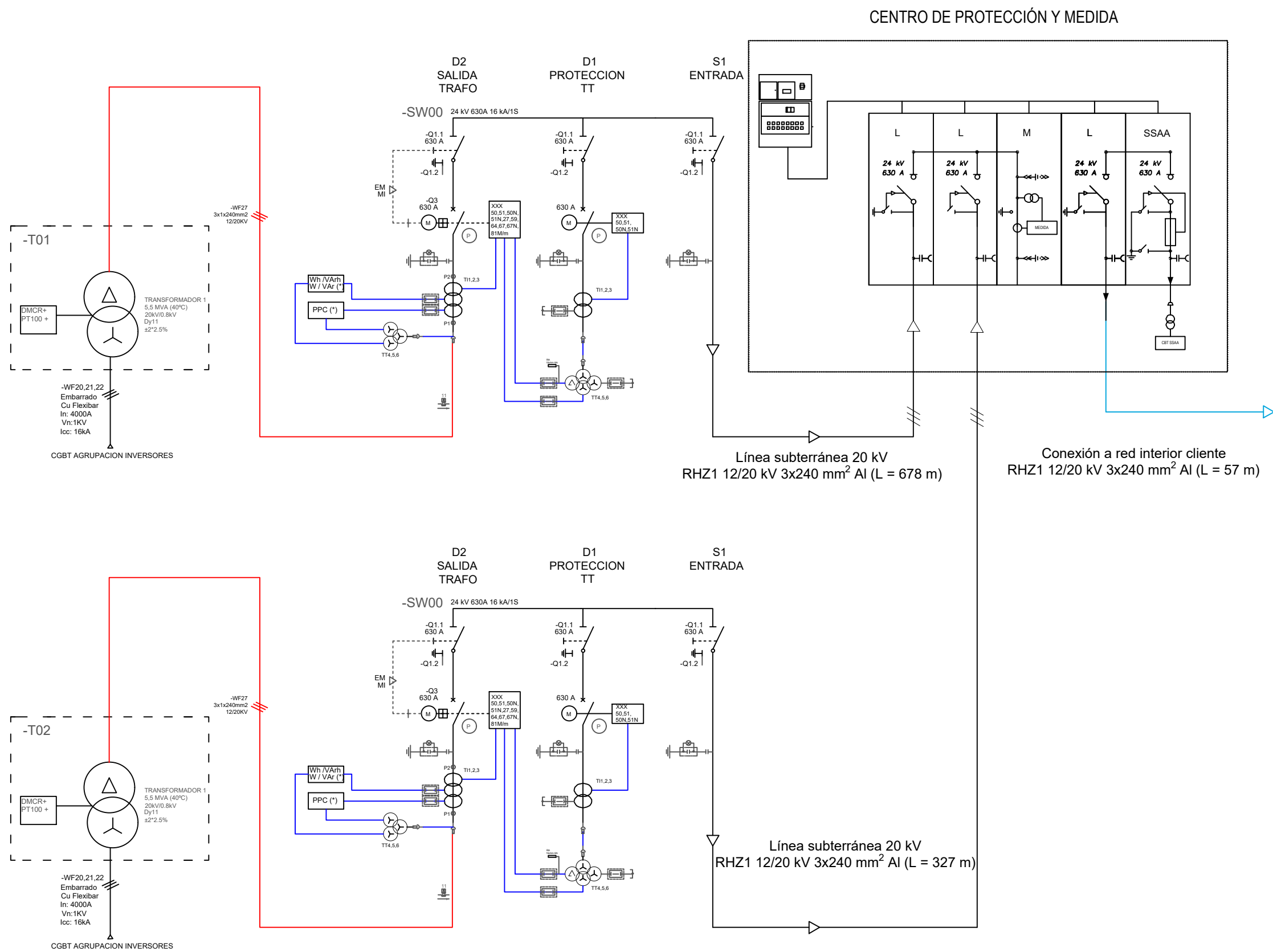
S<sub>máx.</sub> 330 kVA  
P<sub>n</sub> 300 kW  
V<sub>DC.máx.</sub> 1.500 V  
V<sub>AC.out</sub> 800 V



A CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)

PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:		
1.9	Esquema Unifilar BT.	S/E		
Hoja 2 de 2	ingnova PROYECTOS	ekhi	DESARROLLADOR: Ekhi Energy 16 S.L.U.	PROMOTOR: Sofidel Spain S.L.
			Julio 2024	
			INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

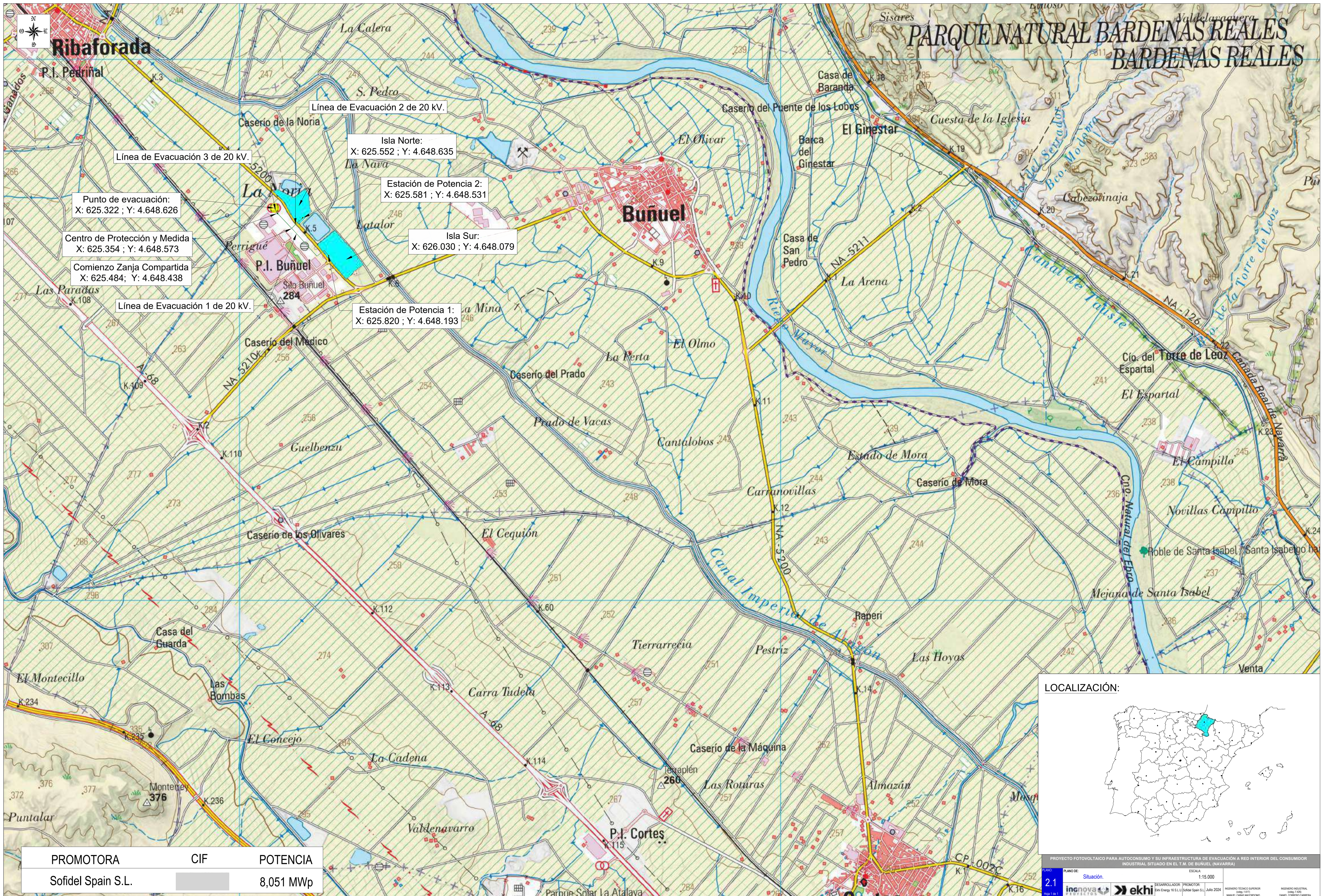


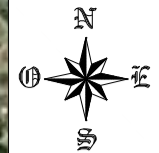
PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)

<b>PLANO:</b>	<b>PLANO DE:</b>	<b>ESCALA:</b>	
1.10	Esquema Unifilar BT.	S/E	
Hoja 1 de 1			DESARROLLADOR: Eki Energy 16 S.L.U.    PROMOTOR: Sofidel Spain S.L.    Julio 2024
			INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.: 1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO    INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.: 7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

# LMST 20 kV

PROYECTO FOTOVOLTAICO PARA AUTOCONSUMO Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN A RED INTERIOR DEL CONSUMIDOR INDUSTRIAL SITUADO EN EL T.M. DE BUÑUEL (NAVARRA)					
PLANO:	PLANO DE:	ESCALA:			
2.0	Portada	S/E			
Hoja 1 de 1			DESARROLLADOR: Ekhi Energy 16 S.L.U.	PROMOTOR: Sofidel Spain S.L.	Julio 2024
				INGENIERO TÉCNICO SUPERIOR (coleg.:1.617) MANUEL CAÑAS MAYORDOMO	INGENIERO INDUSTRIAL (coleg.:7.426) DANIEL CORRERO CABRERA

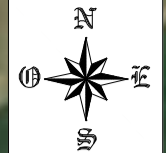




LOCALIZACIÓN:



PROMOTORA	CIF	POTENCIA
Sofidel Spain S.L.		8,051 MWp



LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA	
	Vallado perimetral
	Parcelas Catastrales
	Estructura fija 2V27
	Estructura fija 2V54
	Centro de transformación
	CPM
	Línea de Evacuación



Centro de Protección y Medida  
X: 625.354 ; Y: 4.648.573

Comienzo Zanja Compartida  
X: 625.484; Y: 4.648.438

Estación de Potencia 2:  
X: 625.581 ; Y: 4.648.531

Estación de Potencia 1:  
X: 625.820 ; Y: 4.648.193



**LEYENDA AFECIONES**

- Parcelas Catastrales.
- Linderos
- Hidrografía
- Camino
- Línea eléctrica
- Carretera
- Conducción

**LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA**

- Vallado perimetral
- Separación a linderos
- ▨ Estructura fija 2V27
- ▨ Estructura fija 2V54
- ▨ Centro de transformación
- ▨ CPM
- ▨ Línea de Evacuación

**DATOS TÉCNICOS**

Potencia pico	8,051 MWp
Potencia nominal	7,260 MWn
Estructura	Estructura fija
Módulo	TSM-NEG21C20-700
Número módulos	11.502
Configuración	2V
Inversor	HUAWEI SUN2000-330KTL
Número inversores	22
Strings	426
Pitch	10,00 m

Balsa

Zona de servidumbre de 10 m

Acequia

Acequia

Zona de servidumbre de 8 m

Balsa

Separación a linderos de 15 m (Art. 11, DECRETO FORAL 84/1990)

Zona edificación (18 m de servidumbre + 5 m de calzada)



- LEYENDA AFECCIONES**
- Parcelas Catastrales.
  - Carretera
- LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA**
- Vallado perimetral
  - Estructura fija 2V27
  - Estructura fija 2V54
  - Centro de transformación
  - CPM
  - Línea de Evacuación

Cruce con carretera:  
X: 625.529 ; Y: 4.648.485

Cruce con carretera:  
X: 625.484 ; Y: 4.648.438

Cruce con carretera:  
X: 625.765 ; Y: 4.648.219

NA-5200





LEYENDA AFEECCIONES	
Parcelas Catastrales.	
LEYENDA PLANTA FOTOVOLTAICA	
	Vallado perimetral
	Estructura fija 2V27
	Estructura fija 2V54
	Centro de transformación
	CPM
	Línea de Evacuación

