



Habilitación Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga  
Profesional

06/10  
2020

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 200984



**SEPARATA I**  
**ORGANISMO:**  
**AYUNTAMIENTO DE BELCHITE**

**BELCHITENSE**  
INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA  
CON CONEXIÓN A RED 750 KW / 972 KWp  
BELCHITE (ZARAGOZA) – ARAGÓN



Agosto 2020



## ÍNDICE GENERAL

I – MEMORIA

II – PLANOS

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA	06/10	Habilitación
VISADO: 200984	2020	Profesional	Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga



**MEMORIA**

	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA	06/10	Habilitación
	VISADO: 200984		Profesional
			Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga



INDICE MEMORIA

1.	DATOS GENERALES .....	1
1.1	AUTOR DEL ENCARGO .....	1
1.2	AUTOR DEL PROYECTO EJECUTIVO .....	1
1.3	OBJETO .....	1
2.	ANTECEDENTES .....	2
2.1	EMPLAZAMIENTO .....	2
2.2	PUNTO DE CONEXIÓN COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA .....	3
2.3	SITUACIÓN CLIMATOLÓGICA DE LA INSTALACIÓN .....	4
2.4	DETERMINACIONES SOBRE EL DISEÑO SOLAR .....	4
2.5	NORMATIVA .....	5
3.	CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	7
3.1	INTRODUCCIÓN .....	7
3.2	GENERADORES FOTOVOLTAICOS .....	7
3.3	ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS Y SEGUIDOR SOLAR .....	9
3.4	INVERSORES DE CORRIENTE .....	10
3.5	PROTECCIONES .....	11
3.6	PUESTA A TIERRA .....	11
3.7	OBRA CIVIL .....	12
3.7.1.	VALLADO PERIMETRAL .....	12
3.7.2.	ZANJAS .....	13
3.7.3.	CIMENTACIÓN ESTRUCTURA SEGUIDOR SOLAR .....	13

Habilitación Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga  
Profesional

06/10  
2020

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 200984



## 1. DATOS GENERALES

### 1.1 AUTOR DEL ENCARGO

El encargo del presente proyecto ha sido realizado por la sociedad mercantil EFELEC ENERGY S.L. con:

- C.I.F.: B-9949923
- Domicilio social:  
Calle Rioja 24 Local  
50017 Zaragoza (Zaragoza)
- Notificaciones:  
Andrea Ochoa  
Email: aochoa@efelecenergy.com

### 1.2 AUTOR DEL PROYECTO EJECUTIVO

El proyecto ha sido realizado por el Ingeniero Industrial Susana Lizarraga Zúñiga colegiado nº 442, por el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra.

### 1.3 OBJETO

El objeto del presente proyecto ejecutivo es el definir las características, tanto técnicas como económicas de una instalación solar fotovoltaica con conexión a red en suelo no urbanizable, de 750 kW de potencia nominal y 972 kWp de potencia pico.

El terreno donde se va a realizar la instalación está situado en el término de BELCHITE (Zaragoza) – Aragón.

La energía eléctrica producida por la instalación fotovoltaica se inyectará a la red de distribución de electricidad de la zona, que en este caso es ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L. UNIPERSONAL. La venta de la electricidad generada se realizará en Régimen Ordinario, sin necesidad de primas adicionales.

La energía eléctrica producida por fuentes renovables no solo supone un beneficio económico para el propietario de las instalaciones, sino un beneficio medioambiental para la población en general. Una familia en España consume de media unos 9.922 kWh/año. El parque solar propuesto producirá aproximadamente 37,10 millones de kWh (**Un 90% de la energía producida según el PVGIS al poner la potencia pico instalada**) al año por lo que supondrá el consumo anual de 3.739 familias. Mediante esta producción de electricidad con fuentes renovables, evitamos la emisión de 14.283,5 toneladas (**1kWh=0,385kg CO<sub>2</sub>eq**) de CO<sub>2</sub><sup>1</sup>, que, en condiciones de consumo de energía producida mediante fuentes de energía convencionales, sería emitida a la atmósfera.

Además, los sistemas fotovoltaicos no producen ruido ni vibraciones, y el impacto visual es reducido, ya que los módulos se adaptan a la orografía.

<sup>1</sup> Fuente: Cámara Oficial de Comercio, Industria y Servicios de Zaragoza <https://www.camarazaragoza.com/wp-content/uploads/2012/10/calculoemisiones.xls>



Finalmente decir que la energía solar fotovoltaica se produce cerca de los lugares de consumo, fomentando la generación distribuida en las poblaciones, y disminuyendo las pérdidas en las líneas de alta tensión debidas al transporte de la energía desde la generación convencional a los lugares de consumo.

En la realización de la planta fotovoltaica, se buscará en todo momento la optimización energética del diseño y la elección de los equipos, permitiendo además garantizar la seguridad en todo momento, tanto de las personas como de la red y los restantes sistemas conectados a ella.

**En la zona oeste de las parcelas donde va a situarse la planta fotovoltaica, lindan con una parcela denominada como camino que pertenece al AYUNTAMIENTO DE BELCHITE (ZARAGOZA) según se refleja en los planos de esta memoria. Se han respetado las distancias de seguridad necesarias marcadas por este organismo.**

**Es por esto que se presenta esta separata del anteproyecto ante el AYUNTAMIENTO DE BELCHITE (ZARAGOZA) con el objetivo de definir las características técnicas de la instalación, y obtener la autorización de instalación del parque con respecto a la parcela referida.**

## 2. ANTECEDENTES

### 2.1 EMPLAZAMIENTO

La instalación fotovoltaica denominada BELCHITENSE, se va a situar en suelo no urbanizable dentro del término municipal de BELCHITE (Zaragoza) – Aragón, en el paraje denominado “Loma Duque”, en las parcelas siguientes:

BELCHITENSE					
Polígono	Parcela	Referencia catastral	Localidad	Provincia	Uso
511	34	50045A511000340000YM	Belchite	Zaragoza	Agrario
511	35	50045A511000350000O	Belchite	Zaragoza	Agrario





SITUACIÓN PLANTA SOLAR – BELCHITE (ZARAGOZA) – ARAGÓN

## 2.2 PUNTO DE CONEXIÓN COMPAÑÍA DISTRIBUIDORA

Previamente a la realización de este proyecto ejecutivo, se ha realizado la petición a la compañía distribuidora (ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L. UNIPERSONAL), donde se solicita el punto de conexión para la cesión de la energía producida por la instalación fotovoltaica.

Las condiciones del punto de conexión establecidas por la compañía son:

- Punto de conexión: Línea aérea de media tensión Centro de SET Belchite
- Coordenadas UTM del punto de conexión: [Huso:30, X:688469,91; Y:4578558,27]
- Tensión nominal (V): 15.000
- Tensión máxima estimada (V): 16.050
- Tensión mínima estimada (V): 13.950
- Potencia de cortocircuito máxima de diseño (MVA): 519,6
- Potencia de cortocircuito mínima en explotación (MVA): 53

Hasta el poste de la línea aérea, en la que se realizará el entronque, partirá una subterránea de 15 kV que viene desde el centro de seccionamiento a construir, no objeto del presente proyecto.

La energía será transformada en las condiciones adecuadas para la cesión de esta, especificadas por la compañía distribuidora.

Las condiciones técnico-económicas de las instalaciones de AT que posibilitan dicha conexión en el punto indicado se encuentran detalladas en el correspondiente proyecto de las instalaciones de

evacuación. En el presente proyecto ejecutivo únicamente se detallan las instalaciones correspondientes a la producción de energía en baja tensión del parque solar.

## 2.3 SITUACIÓN CLIMATOLÓGICA DE LA INSTALACIÓN

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen el clima de Zaragoza tiene un clima semiárido frío (BSk).

Los inviernos son ligeramente fríos, siendo normales las heladas nocturnas y las nieblas que produce la inversión térmica en los meses de diciembre y enero. Los veranos son cálidos, superando casi siempre los 35 °C e incluso pasando los 40 °C muchos días. Las lluvias escasas se concentran en primavera. El promedio anual es bastante escaso, de unos 315mm influenciado sobre todo por el efecto *foehn* o efecto adiabático. Las temperaturas más altas registradas han llegado a los 44,5 °C del año 2015. Zaragoza tiene de media 2,4 días de nieve al hallarse situada a poca altitud.

Parámetros climáticos promedio de Observatorio del Aeropuerto de Zaragoza (263 msnm) (Periodo de referencia: 1981-2010, extremas: 1951-2016)

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	20.6	22.5	28.3	32.4	36.5	41.0	44.5	42.8	39.2	32.0	28.4	22.0	44.5
Temp. máx. media (°C)	10.3	13.1	16.6	18.7	24.1	29.3	32.4	31.7	26.7	20.7	14.3	10.7	20.7
Temp. media (°C)	6.4	8.4	10.9	13.0	17.2	21.3	24.5	24.4	20.7	15.5	10.0	7.0	14.9
Temp. mín. media (°C)	2.4	3.3	5.2	7.4	11.2	14.8	17.6	17.8	14.7	10.3	5.8	3.2	9.5
Temp. mín. abs. (°C)	-15.2	-11.4	-6.3	-2.4	0.5	1.6	8.0	8.4	4.8	0.6	-5.6	-9.5	-15.2
Precipitación total (mm)	21.0	21.5	19.1	39.3	43.7	26.4	17.3	16.6	29.5	36.4	29.8	21.4	332.0
Días de precipitaciones (≥ 1 mm)	4.0	3.9	3.7	5.7	6.4	4.0	2.6	2.3	3.2	5.4	5.1	4.8	51.1
Días de nevadas (≥ )	0.7	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.5	2.4
Horas de sol	131	165	217	226	275	307	348	315	243	195	148	124	2694
Humedad relativa (%)	75	67	59	57	54	49	47	51	57	67	73	76	61

## 2.4 DETERMINACIONES SOBRE EL DISEÑO SOLAR

La parcela elegida para la ubicación de la instalación, independientemente de su situación climatológica descrita con anterioridad, su orografía, su grado de insolación y temperatura, así como la existencia de un ligero viento hacen que sea una buena zona para la producción de energía solar fotovoltaica.

Por otra parte, si merece la pena hacer una breve descripción de los métodos empleados y las resoluciones adoptadas en lo que se refiere a la configuración y distribución de los elementos interiores que integran el parque fotovoltaico.

Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga  
 Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Navarra  
 VISADO: 200984  
 06/10 2020  
 Habilitación Profesional



- En primer lugar, la alineación de las unidades fotovoltaicas se ha determinado en función de los lindes que limitan las parcelas, de modo que permite un aprovechamiento óptimo del espacio.
- Para la determinación de la separación de unidades en el interior del parque, tiene fundamental importancia realizar un estudio de sombreado de las mismas entre sí. Esto consiste en estudiar los recorridos de la sombra proyectada por una de las unidades en el desarrollo diurno y a su vez en las distintas épocas del año, poniendo mayor énfasis en el día más desfavorable del año en que el Sol alcanza menor altura en el horizonte. Por otra parte, se considera que la radiación difusa en las primeras y últimas horas del día atenúa los efectos de sombreado en estas horas, optando por la programación del movimiento de modo que, con posiciones bajas del sol en el horizonte, momentos en que unos pudieran proyectar sombra sobre otros, su posición se torne horizontal o subhorizontal con tendencia al amanecer o al ocaso respectivamente.

## 2.5 NORMATIVA

Las instalaciones solares fotovoltaicas y sus componentes estarán diseñados con base en las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- UNE-HD 60364-7-712:2017 “Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).”
- UNE-EN 62446-1:2017/A1:2019 “Sistemas fotovoltaicos (FV). Requisitos para ensayos, documentación y mantenimiento. Parte 1: Sistemas conectados a la red. Documentación, ensayos de puesta en marcha e inspección.”
- UNE-EN 62058-11:2011 “Equipos de medida de la energía eléctrica (c.a.). Inspección de aceptación. Parte 11: Métodos generales de inspección de aceptación”.
- UNE 21310-3:1990 “Contadores de inducción de energía reactiva (varhorímetros)”.
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- CEC 503, los módulos estarán aprobados y homologados para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea en el Centro de Investigación Comunitaria, demostrando la idoneidad del producto para su uso en las condiciones más adversas y su perfecto funcionamiento en ambientes con humedad hasta el 100% y rangos de Tª entre -40°C y +90°C y con velocidades de viento de hasta 180 km/h.
- TÜV Además de la homologación IEC 1215 los módulos deberán ser aprobados por TÜV para su uso con equipos Clase II aprobando su idoneidad para plantas fotovoltaicas con un voltaje de operación de hasta 1500 Vcc.





- Especificaciones técnicas de la compañía distribuidora.
- Código técnico de la Edificación, documento básico de Seguridad estructural del acero. SE-A.
- Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente NCSE-02.
- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 1955/2000 Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica, así como sus actualizaciones posteriores.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Instrucción 21-01-04 Instrucciones de la Dirección General de Industria, Energía y Minas sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones conectadas a la Red.
- Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

Habilitación Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga  
Profesional

06/10  
2020

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 200984



### 3. CARACTERÍSTICAS Y DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

En este proyecto se describe la instalación solar fotovoltaica con conexión a red, situada en el terreno descrito anteriormente. Una instalación fotovoltaica con conexión a red es aquella que transforma la energía que proviene del sol en energía eléctrica, para posteriormente venderla a la red convencional de distribución eléctrica.

El campo fotovoltaico generador de energía está formado por una serie de módulos conectados entre sí, que se encargan de transformar la energía del sol en energía eléctrica.

A continuación, se dispone de un inversor de corriente, para convertir la energía continua que llega desde los módulos en energía alterna apta para su posterior cesión a la red eléctrica convencional.

Además de esto, la instalación dispone de una serie de componentes y protecciones que serán descritos en apartados posteriores y que son necesarios para poder realizar dicha cesión a la red.

Estos módulos fotovoltaicos están colocados sobre una estructura con seguimiento solar a un eje, que posibilita conseguir un mayor aprovechamiento de la radiación solar, y por tanto una mayor producción energética.

La potencia instalada en el campo fotovoltaico será de 750 kW / 975 kWp formada mediante 2.160 módulos solares monocristalinos con tecnología PERC, modelo RISEN (RSM144-7-450M) de 450 Wp, o similar. Estos módulos vierten la energía generada a los inversores de corriente de 250 kW distribuidos por la planta junto a las estructuras de seguimiento, según configuración reflejada en el esquema unifilar.

En la planta se dispone de un centro de transformación, que realiza la conversión de la energía de baja a media tensión, según la siguiente disposición. Un centro de 800 kW a donde llega la energía generada desde los inversores de string y la transforma de 800 V a 15 kV. En este centro además de los transformadores correspondientes se encuentran las protecciones y equipos de control necesarios.

La configuración del centro es la siguiente:

- Centro de transformación 1: Dos inversores de 250 kW a los cuales se conectan un total de 26 strings de 27 módulos de 450 Wp cada uno. Un inversor de 250 kW al cuales se conectan un total de 28 strings de 27 módulos de 450 Wp cada uno. Potencia pico 972.000 Wp y potencia nominal 750.000 W.

#### 3.2 GENERADORES FOTOVOLTAICOS

El grupo generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y paralelo de un determinado número de módulos fotovoltaicos, encargados de captar la luz del sol y transformarla en energía eléctrica, generando una corriente continua proporcional a la irradiación solar recibida.

El módulo fotovoltaico utilizado será RISEN (RSM144-7-450M) de 450 Wp, o similar. El módulo cumple con todas las especificaciones de calidad requeridas, y tiene una eficiencia de 20,4%.

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).

Cada estructura de seguimiento tiene una potencia solar en función de la configuración del inversor y la orografía, tal y como se refleja en el plano de layout correspondiente.

Dentro de cada módulo, para cada fila de 24 células, está instalado un diodo by-pass para evitar el efecto "hot Spot" (punto caliente). De esta forma se evitan las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreadamientos parciales.

Las células están encapsuladas entre vidrio templado de alta transmisión y bajo contenido de hierro, una lámina de material TPT y dos láminas de EVA para prevenir el ingreso de humedad dentro del módulo.

El marco es resistente de aluminio anodizado que proporciona alta resistencia al viento y un acceso fácil para el montaje.

Las características técnicas de cada uno de los módulos con los que se ha diseñado la instalación son:

#### Características físicas:

- Anchura (mm): 2.108 mm
- Altura (mm): 1.048 mm
- Espesor (mm): 40 mm
- Peso (kg): 25 kg
- Tamaño de las células: 166 x 83 mm
- Número de células: 144 (6 x 12 + 6 x 12)
- Diodos de protección: 3 by-pass
- Temperatura uso y alm.: -40 °C / +85 °C

#### Características eléctricas:

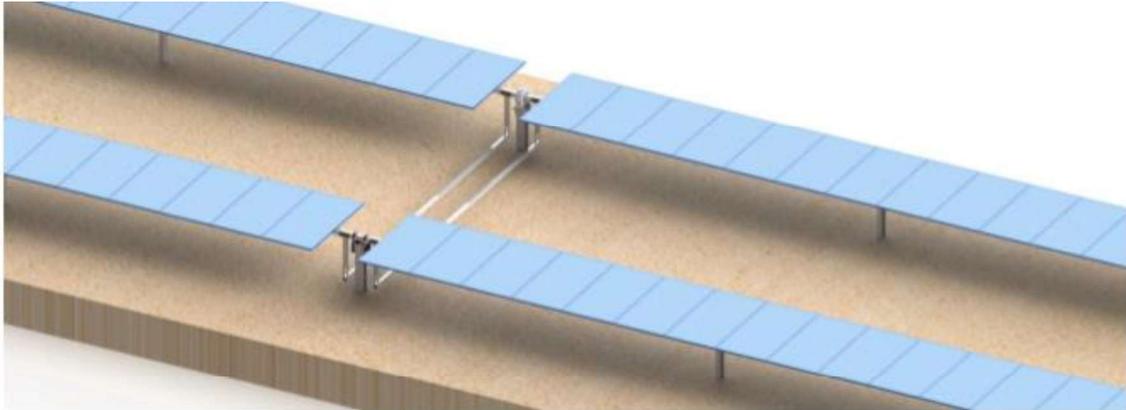
- Potencia máxima (Wp): 450 +3%
- Voltaje a potencia máxima (V): 41,30
- Voltaje máximo del sistema (V): 1.500
- Corriente a potencia máxima (A): 10,90
- Voltaje de circuito abierto (V): 49,70
- Corriente de cortocircuito (A): 11,50

Los módulos instalados tendrán unos valores de eléctricos reales con respecto a sus condiciones estándar comprendidas entre un margen del +3% a los referidos en la ficha técnica de catálogo. Cualquier otro módulo deberá ser rechazado.

Así mismo, serán rechazados los que presenten defectos de fabricación como roturas o manchas o defectos en las células solares.

### 3.3 ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS Y SEGUIDOR SOLAR

Los módulos fotovoltaicos se colocan sobre una estructura metálica, que a su vez descansa sobre la estructura de un seguidor solar. De este modo, al realizar la colocación sobre un sistema de seguimiento solar a un eje horizontal, se consigue que los módulos tengan en todo momento una orientación óptima y por tanto un mayor aprovechamiento de la radiación solar.



El seguidor solar consigue incrementar la productividad de los módulos con respecto a un sistema fijo, en más de un 20 %, lo que permite maximizar la instalación con el mismo número de módulos fotovoltaicos.

Cada seguidor solar cuenta con un autómata PLC independiente de los demás y programable, mediante el cual el seguidor realiza el seguimiento solar astronómico, actúa en función del clima exterior y permite una operación a distancia.

Los seguidores se conectan a una estación meteorológica que con la ayuda de autómata PLC, se orienta ante las diversas situaciones climatológicas. La programación del autómata permite actuar al seguidor ante nieve, tormenta eléctrica, niebla, oscuridad y viento.

Estos seguidores funcionan mediante un accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de 155 W de potencia.

Se instalarán 20 seguidores bifila, con 54 módulos colocados en cada una de estas filas.

Los datos técnicos del seguidor son los siguientes:

- Configuración estándar: 54 módulos por fila y dos filas por seguidor
- Amplio recorrido de giro del seguidor:  $110^{\circ}$  ( $\pm 55^{\circ}$ )
- Máxima pendiente N-S: 15%
- Máxima pendiente E-W entre seguidores: 10%
- Altura de colocación de los módulos 1250 mm con una altura del módulo mínima con respecto del suelo de 450 mm en modo funcionamiento.
- Máxima velocidad del viento en posición  $0^{\circ}$  140 km/h
- $T^{\circ}$  de operación  $-10^{\circ}\text{C}$  a  $+50^{\circ}\text{C}$
- Control de seguimiento NREL SOLPOS algoritmo astronómico con PLC (Exactitud  $\pm 0,01^{\circ}$ )
- Algoritmo de backtracking personalizado a cada seguidor evitando sombras e incrementando la producción.

- Protocolo de comunicación: cableada modbus RS485 o inalámbrica
- Gestión de alarmas a configurar en función de las necesidades de la planta.

La estructura se realiza con perfiles de acero galvanizado en caliente, de al menos 150 micras de espesor, dejando una pequeña separación entre los módulos durante el montaje de estos, para ofrecer menos resistencia al empuje del viento.

En el galvanizado de los perfiles, las piezas son introducidas en un baño de zinc fundido, de manera que se cubren todos los ángulos y orificios del material, dándole una buena protección contra la acción de los agentes ambientales.

La estructura cumplirá con las normas UNE 37-501 y UNE 37-508.

La tornillería será en acero inoxidable según la norma MV-106.

### 3.4 INVERSORES DE CORRIENTE

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 a través de los inversores de corriente.

En la instalación fotovoltaica se dispone de un total de 3 inversores modelo SUNGROW SG250HX de 250 kW de potencia, o similar; para obtener la potencia nominal de la instalación de 750 kW.

El inversor cumplirá 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).



- Características físicas:
  - Anchura (mm): 1.051 mm
  - Altura (mm): 660 mm
  - Profundidad (mm): 363 mm
  - Peso (kg): 95 kg
  - Grado protección: IP66
  - Temperatura uso y alm.: -30 °C / +60 °C
- Características eléctricas:
  - Voltaje máximo entrada (V): 1500

- Tensión mínima/Arranque (V): 600
- Nº MPPT: 12
- Nº Conexiones entrada por MPPT: 2
- Máx. Corriente entrada PV: 26 A \* 12
- Máx. Corriente por conector de entrada (A): 30
- Máx. Corriente cortocircuito CC (A): 50 A \* 12

### 3.5 PROTECCIONES

La instalación deberá contar con un sistema de protecciones adecuado, para que la unión entre la instalación fotovoltaica y la instalación convencional se realice en condiciones adecuadas de seguridad, tanto para las personas como para los elementos que integran la red.

Se deberá cumplir lo especificado en el Real Decreto 1699/2011 sobre conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia, así como la modificación de los límites de las protecciones de tensión y frecuencia especificados en el RD413/2014.

### 3.6 PUESTA A TIERRA

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de continua como de la parte de alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de tal forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red general, tal y como se especifica en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La estructura soporte de los módulos, se conecta a tierra para reducir el riesgo asociado por acumulación de cargas estáticas. Así se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas, además de permitir la detección de corrientes de fugas por parte de los interruptores diferenciales, y facilitar el paso a tierra de las corrientes de defecto o descargas de origen atmosférico. A esta misma tierra se conectarán las masas metálicas de la parte de alterna (principalmente inversores). La sección mínima del cable será de 16 mm<sup>2</sup>.

La instalación tiene separación galvánica entre los generadores y la red de distribución, por medio de un transformador de aislamiento galvánico que lleva el inversor de corriente.

Por otro lado, la parte eléctrica de la instalación será flotante, garantizándose la protección frente contactos indirectos mediante la utilización de cableado, cajas y conexiones de clase II.

La instalación cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 1699/2011 en su artículo 15, sobre las condiciones de puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

La instalación de puesta a tierra se realiza de la siguiente manera:

- Se garantizará el enlace de todo elemento metálico de la estructura a red de reparto de tierras de la cimentación.
- Los conductores de tierra deberán ser de cobre, y su sección mínima de 16mm<sup>2</sup> en los casos que cuente con protección contra la corrosión o de 25mm<sup>2</sup> en caso contrario. Y los conductores de protección (los que enlacen las masas al conductor de tierra), tendrán la sección mínima indicada en el punto 3.4 de la ITC-BT-18 del REBT.

En particular, desde los inversores hasta su unión con la red de tierras, el cable de protección tendrá una sección equivalente a la mitad de la sección del conductor de fase, siguiendo las indicaciones de dicha instrucción técnica.

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Relación entre las secciones de los conductores de protección y los de fase.

Podrá ir desnudo desde el punto en que entre en el interior del tubo de canalización interior a la cimentación. La arqueta de toma de tierra será de polipropileno de 300x300 con tapa de registro, situada en las proximidades del seguidor según se detalla en planos.

- Los electrodos están formados por picas de cobre o cobre acerado de 14 mm de diámetro mínimo, longitud de 1,5 metros y la separación entre ellas superior a su longitud. El conductor que las une es un cable de cobre desnudo de 35 mm<sup>2</sup> de sección.

Durante la dirección de obra, se podrá pedir al instalador realizar los ensayos necesarios para comprobar la resistividad del terreno y la resistencia de las tomas de tierra.

La continuidad de todas las conexiones a tierra deberá ser comprobada antes de la puesta en servicio de la instalación y en las revisiones periódicas.

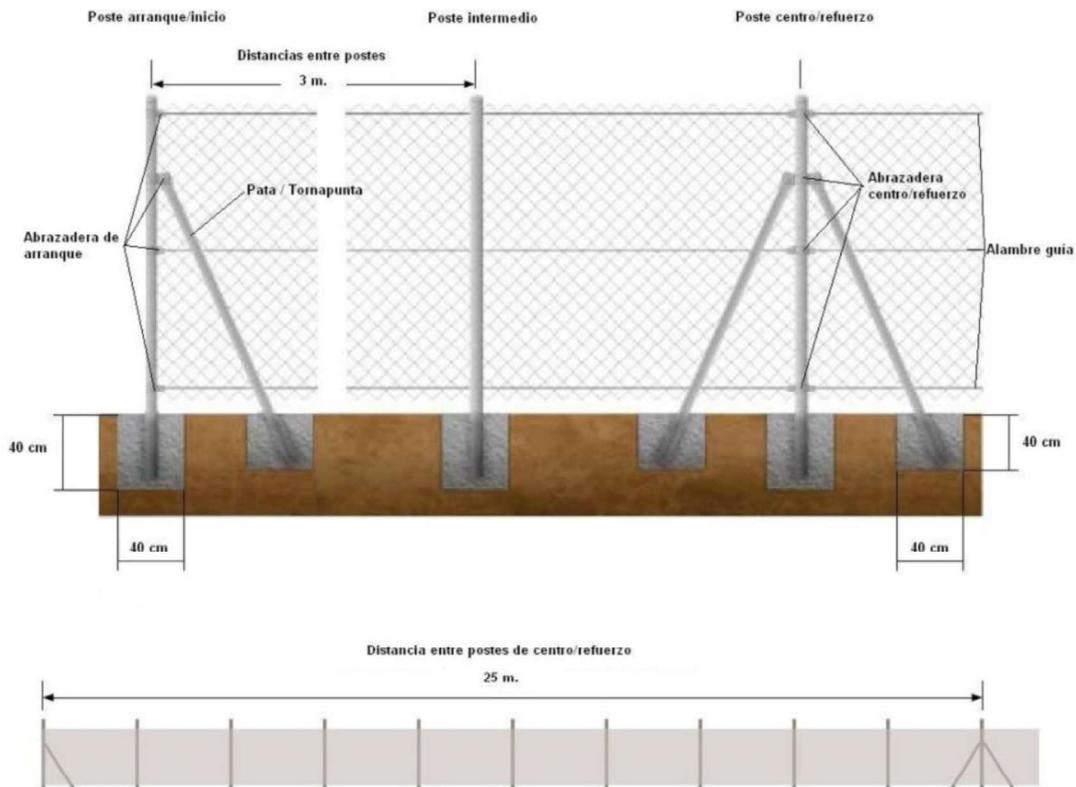
## 3.7 OBRA CIVIL

### 3.7.1. VALLADO PERIMETRAL

La instalación en su conjunto quedará limitada mediante vallado perimetral de dos metros de altura y malla cinégetica, cuya función, además de delimitar la instalación será la de protegerla frente al robo. Estará fabricado mediante tubos de acero galvanizado en caliente anclados al terreno mediante dados de hormigón de 40x40x40 cm. La malla estará sujeta a los postes con alambres, tensores y abrazaderas.

Dispondrá de puerta de entrada de vehículos y mantenimiento, compuesta por dos hojas de 2,5m cada una.

La distancia entre los postes será de 3 metros con refuerzos cada 25 metros y en los cambios de orientación.



### 3.7.2. ZANJAS

El cableado irá directamente enterrado. Las dimensiones de dichas zanjas varían en función del número de cables que contenga, tal y como se puede observar en el plano de zanjas detalles.

### 3.7.3. CIMENTACIÓN ESTRUCTURA SEGUIDOR SOLAR

Los postes de la estructura del seguidor solar irán anclados al terreno por medio de hincas, siempre y cuando el terreno no sea demasiado duro y haya que definir una solución más específica por zonas.

Pamplona, agosto de 2020

Susana Lizarraga Zúñiga  
Ingeniero Industria

Habilitación Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga  
Profesional

06/10  
2020

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
VISADO: 200984



**PLANOS**

COIINA	2020	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
VISADO:	06/10	VISADO: 200964
Profesional	2020	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
Habilitación	2020	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
Colegiado:	2020	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA
442 Susana Lizarraga Zúñiga	2020	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA

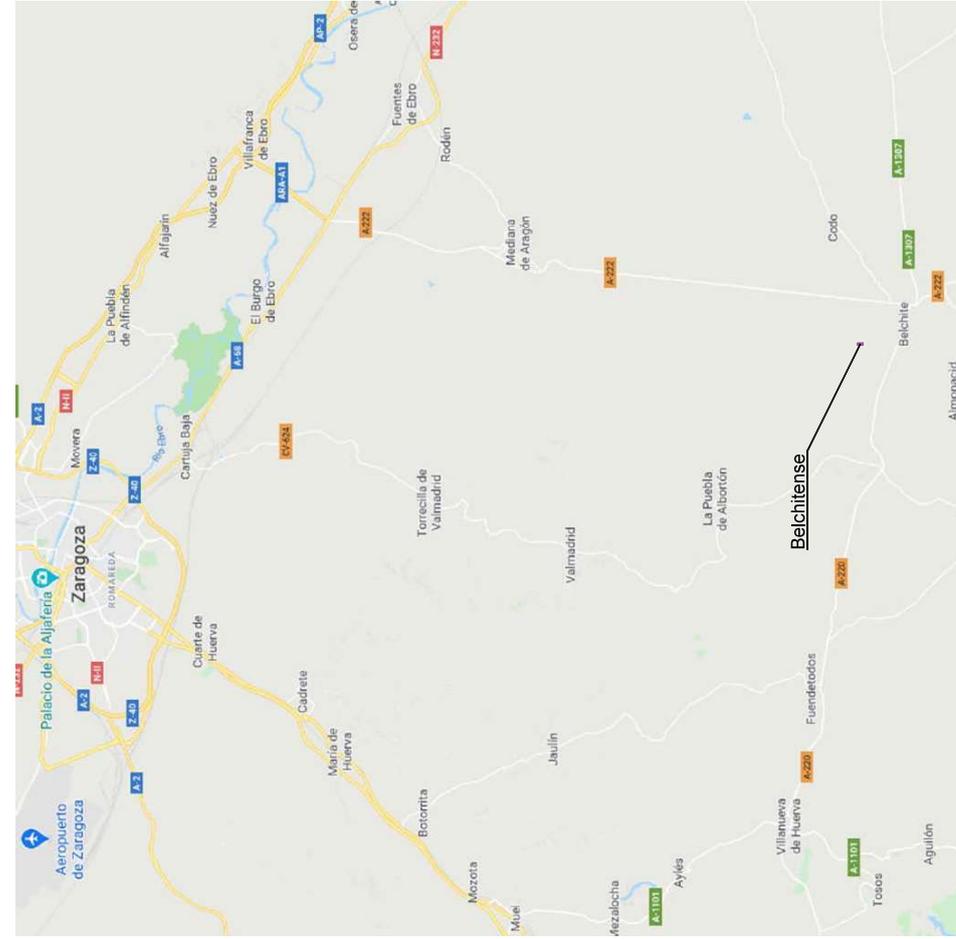


## ÍNDICE PLANOS

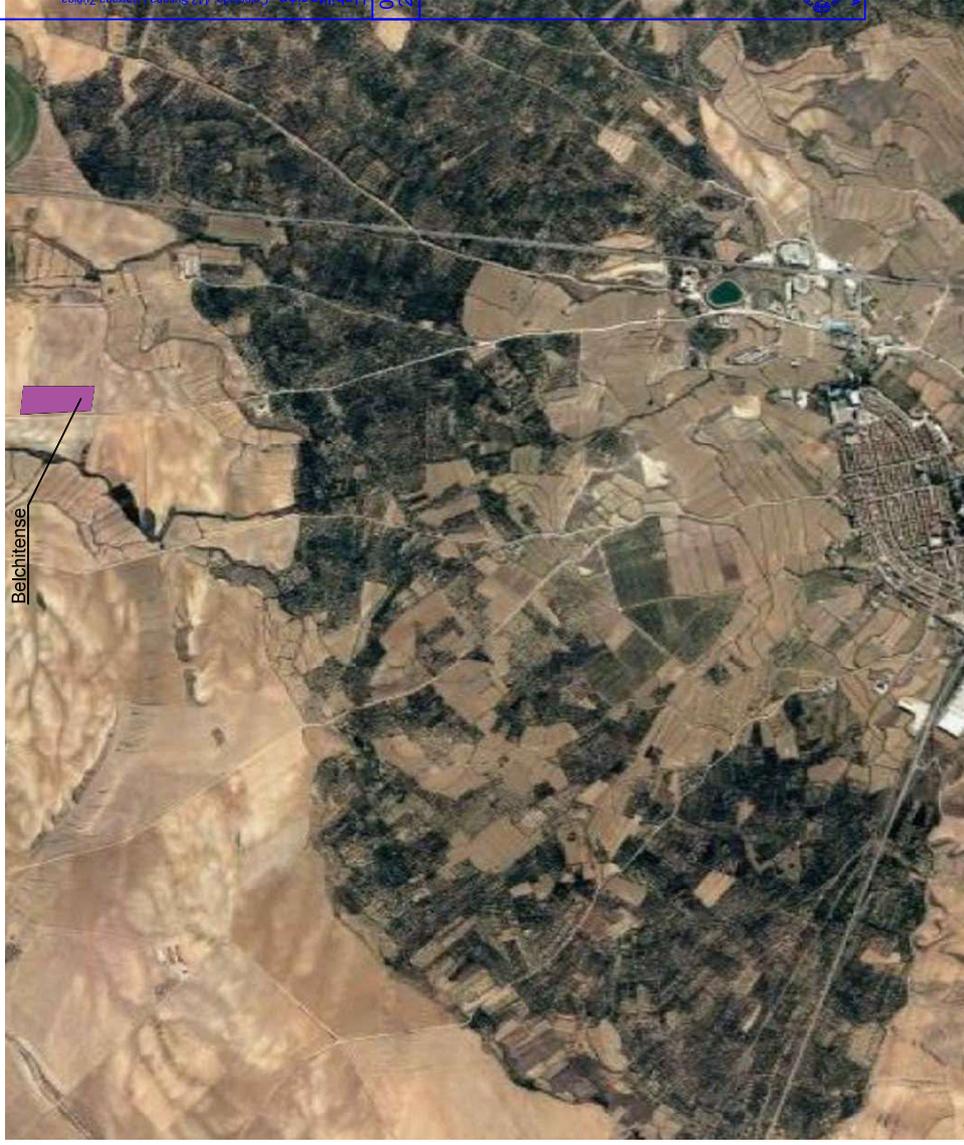
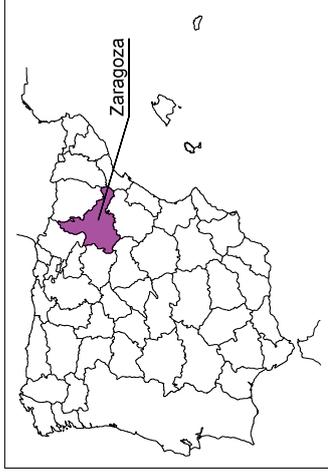
### Sección 01: Diseño general

- 01.01 FP Situación y emplazamiento
- 01.02 FP Referencias catastrales
- 01.03 FP Afecciones
- 01.04 FP Layout

Habilitación Colegiado: 442 Susana Lizarraga Zúñiga Profesional	06/10 2020	COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA VISADO: 200984 
--	---------------	--



ESCALA  
1:250.000



ESCALA  
1:10.000

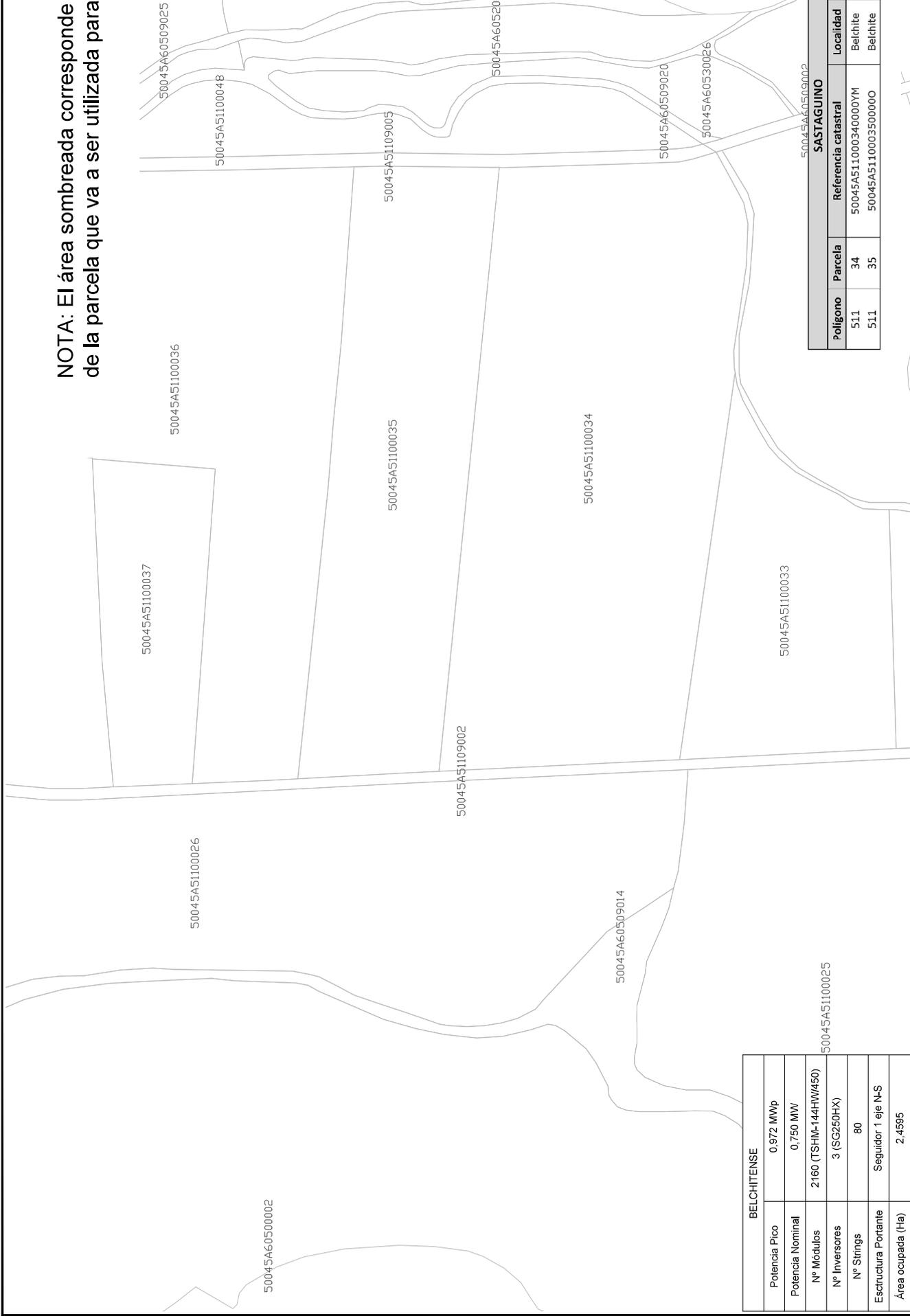


REV. FECHA	DESCRIPCIÓN	APROBADO	FIRMA
0	Emisión inicial	J. TRIANA	
		S. LIZARRAGA	
AUTOR DE PROYECTO			
PROYECTO:		INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED BELCHITENSE - 0,972 MW / 0,750 MWp	
FASE:	PROYECTO	SITUACIÓN:	BELCHITE ZARAGOZA - ARAGÓN
NOMBRE PLANO:		SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	
SECCIÓN:		Diseño general	
Nº PLANO:		01_01	
FORMATO:		A3	
ESCALA:		S/E	
FOJA:		=4 1/1	
NOMBRE ARCHIVO: 01_01 Situación y emplazamiento.dwg			





NOTA: El área sombreada corresponde a la parte de la parcela que va a ser utilizada para la planta.



<b>BELCHITENSE</b>	
Potencia Pico	0.972 MWp
Potencia Nominal	0.750 MW
Nº Módulos	2160 (TSHM-144HW450)
Nº Inversores	3 (SG250HX)
Nº Strings	80
Estructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada (Ha)	2.4595

SASTAGUINO			
Polígono	Parcela	Referencia catastral	Uso
511	34	50045A511000340000YM	Agrario
511	35	50045A51100035000000	Agrario

Habilitación Profesional  
 06/10/2020  
 VISADO: 200984  
 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 Colegado: 412 Susana Lizarraga Zúñiga

AUTOR DE PROYECTO				PROYECTO: INSTALACION FOTOVOLTAICA CON CONEXION A RED BELCHITENSE - 0.972 MW / 0.750 MWp		NOMBRE PLANO: REFERENCIAS CATASTRALES		NOMBRE ARCHIVO: 01.02 FP Referencias catastrales.dwg	
FASE: PROYECTO		SITUACION: BELCHITE ZARAGOZA - ARAGON		SECCION: Diseño general		Nº PLANO: 01.02		FORMATO: A3	
REV. 0 08/2020		DESCRIPCION: Emisión inicial		APROBADO: S.LIZARRAGA		ESCALA: 1/2500		HOJA: #/4 1/1	
FECHA		FIRMA		PREPARADO		ESCALA		HOJA	







COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE NAVARRA  
 VISADO: 200984  
 06/10/2020  
 Habilitación Profesional  
 Colegio: 417 Susana Lizarraga Añorga

BELCHITENSE	
Potencia Pico	0,972 MWp
Potencia Nominal	0,750 MW
Nº Módulos	2160 (TSHM-144HW450)
Nº Inversores	3 (SG250HX)
Nº Strings	80
Estructura Portante	Seguidor 1 eje N-S
Área ocupada (Ha)	2,4595

REV. FECHA	0	08/2020	Emisión inicial	J. TRIANA	S. LIZARRAGA	APROBADO	FIRMA
AUTOR DE PROYECTO							
PROYECTO:		INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CON CONEXIÓN A RED BELCHITENSE - 0,972 MW / 0,750 MWp		SITUACIÓN:		BELCHITE ZARAGOZA - ARAGÓN	
FASE:		PROYECTO		SECCIÓN:		Diseño general	
NOMBRE PLANO:		LAYOUT		Nº PLANO:		01,04	
NOMBRE ARCHIVO:		01,04 FP Layout.dwg		FORMATO:		A3	
				ESCALA:		1/2000	
				HOJA:		=4 1/1	