



PLANTILLA DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

FIRMAS COLEGIOS / INSTITUCIONES

FIRMAS COLEGIADOS



SEPARATA A PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA LALUEZA

Ayuntamiento de Lalueza

LALUEZA - HUESCA

AUTORA: Lucía Lampón Bentrón
Ingeniera Industrial
(Col. 3002 ICOIIG)

DEPARTAMENTO TÉCNICO





ÍNDICE

página

Documento 01: Memoria.....	3
1.1. Introducción	3
1.2. Antecedentes	4
1.3. Objeto	4
1.4. Uso de la instalación fotovoltaica	4
1.5. Promotor del campo solar	5
1.6. Empresa instaladora.....	5
1.7. Emplazamiento	5
1.8. Descripción general de las centrales solares fotovoltaicas.....	5
1.9. Características básicas de la instalación proyectada	6
1.10. Características del punto de conexión.....	6
1.11. Configuración de medida	8
1.12. Descripción de las instalaciones. Obra civil	9
1.12.1. Vallado perimetral	9
1.12.2. Acondicionamiento y nivelación de terreno	9
1.12.3. Situación de los inversores	10
1.12.4. Estructura.....	10
1.12.5. Zanjias.....	11
1.12.6. Centro de entrega (CT, CS y CPM)	11
1.12.7. Plataforma de centro de entrega (CT, CS y CPM)	12
1.12.8. Sistema de seguridad	12
1.12.9. Alumbrado exterior.....	12
1.13. Descripción de las instalaciones. Instalación eléctrica	13
1.13.1. Módulos fotovoltaicos	13
1.13.2. Inversores	14
1.13.3. Monitorización.....	15
1.13.4. Cableado	15
1.13.5. Zanjias y canalizaciones.....	16
1.13.6. Centro de entrega (CT, CS y CPM)	17
1.13.7. Línea de evacuación	19
1.13.8. Forma de la onda.....	19



ICOIIG

Nº 20203341

04/12/2020

1.13.9.	Protecciones.....	20
1.13.10.	Puesta a Tierra	26
1.13.11.	Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos.....	30
1.13.12.	Descripción del sistema de protección contra contactos directos.....	31
1.13.13.	Líneas principales de tierra	32
1.13.14.	Derivaciones de las líneas principales de tierra.....	33
1.14.	Justificación urbanística.....	34
1.14.1.	Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Lalueza	34
1.14.2.	Normas Subsidiarias de la Provincia de Huesca	36
1.14.3.	Texto Refundido de la Ley Urbanística de Aragón.....	38
1.15.	Consideraciones finales.....	39
	Documento 02: Planos.....	40
	Plano 01. Situación y emplazamiento	40
	Plano 02. Emplazamiento. Ortofoto	40
	Plano 03. Emplazamiento. Catastro	40
	Plano 04. Distribución PFV.....	40
	Plano 05. Vallado perimetral y puerta de acceso	40



Documento 01: Memoria

1.1. Introducción

Esta separata tiene por objeto describir la localización y la ejecución de las obras objeto del proyecto al que pertenece la presente separata.

La finalidad del proyecto al que hace referencia esta separata es la descripción de las obras necesarias para la ejecución de una instalación fotovoltaica de venta a red.

Las características principales que definen este tipo de energía son las siguientes:

- Se produce de forma continua y es inagotable: en último término, casi todas las formas de energías renovables provienen directa o indirectamente del sol. Así, la energía eólica es provocada por el viento, que a su vez es causado por la diferencia de presión creada con el aumento de temperatura del aire. La biomasa depende por completo de la luz solar, así como la energía hidráulica, cuyo ciclo se inicia con la evaporación. Por ello podemos asegurar su permanencia.
- No contaminante: no produce emisiones de dióxido de carbono, y sus residuos son fácilmente tratables. A pesar de producir efectos negativos sobre el medio ambiente, estos son mucho menores que en los casos de los combustibles fósiles y la energía nuclear.
- No son fuentes autóctonas: existen, de una forma u otra, en todas las áreas geográficas. Aunque resulta evidente que existen zonas más propensas a su utilización de acuerdo a sus condicionantes climáticas.

La implantación del Parque Fotovoltaico Lalueza contribuye a reducir la dependencia energética, aprovechar los recursos de energías renovables y diversificar las fuentes de suministro incorporando las menos contaminantes.

Por otro lado, se debe incrementar el ritmo actual de implantación de centrales renovables, para hacer frente a los objetivos internacionales de transformación energética que buscan reducir los efectos del cambio global. El Acuerdo de París pretende, como mínimo, mantener el incremento de la temperatura media del planeta "muy por debajo de 2 °C" durante el presente siglo, en comparación con los niveles preindustriales. La incorporación de las energías renovables, junto con el incremento de la eficiencia energética, constituyen la piedra angular para una solución climática viable.



1.2. Antecedentes

Se ha solicitado la autorización administrativa previa y la autorización de construcción para la Instalación Fotovoltaica Lalueza ante el Servicio Provincial de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial de Huesca perteneciente al Departamento de Industria, Competitividad y Desarrollo Empresarial.

Asimismo, se ha dirigido una separata al proyecto de ejecución a la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio de Huesca, como órgano colegiado con funciones de carácter activo y consultivo en materias de ordenación del territorio, urbanismo, medio ambiente y patrimonio cultural. Mediante dicho documento, se informa sobre las obras e instalaciones necesarias para la implantación de la Instalación Fotovoltaica Lalueza y se expone, ante el organismo mencionado, que se cumple con las condiciones exigidas por la normativa vigente, para así obtener las autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras.

La parcela en la que se proyecta la planta fotovoltaica linda con el río Flumen, por lo que se ha dirigido la correspondiente separata al proyecto de ejecución a la Confederación Hidrográfica del Ebro, como órgano competente en materia de dominio público hidráulico, para solicitar las autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras en zona de policía.

1.3. Objeto

El objeto del presente documento es justificar los parámetros urbanísticos establecidos en el Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Lalueza (PGOU de Lalueza) en relación a la ejecución de las obras objeto del proyecto al que pertenece la presente separata.

Este documento, además, tiene por objeto servir de base en la tramitación de las autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras.

1.4. Uso de la instalación fotovoltaica

La instalación descrita en el presente proyecto se usará para la venta a red de la energía eléctrica producida.



1.5. Promotor del campo solar

- ✓ **Empresa:** Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.
- ✓ **C.I.F.:** A-55.025.068
- ✓ **Domicilio:** Pol. Ind. Outeda Curro E03, 36692, Barro, Pontevedra

1.6. Empresa instaladora

- ✓ **Empresa instaladora:** Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.
- ✓ **C.I.F.:** A-55.025.068
- ✓ **Domicilio:** Pol. Ind. Outeda Curro E03, 36692, Barro, Pontevedra

1.7. Emplazamiento

- **Ubicación:** Polígono 10, Parcela 5054, El Vado – Lalueza, Huesca.
- **Coordenadas UTM:** Huso 30; X: 728225.0 m E; Y: 4635540.0 m N.
- **Ref. catastral:** 22190B0100505400000Z.
- **Superficie de la parcela:** 27.797 m².
- **Superficie de actuación:** 15.248,13 m²
- **Uso habitual del lugar en el que se ubica:** Agrario.
- **Localización de la instalación:** Terreno.

1.8. Descripción general de las centrales solares fotovoltaicas

La instalación proyectada consiste en una Central Solar Fotovoltaica cuyo objeto es la Generación de Energía Eléctrica utilizando como materia prima la radiación lumínica del sol. Es por esto que se trata de una instalación novedosa y con un alto interés social al generar energía limpia, y contribuyendo al desarrollo sostenible tan necesario.

La conversión directa de la energía solar en energía eléctrica se debe al fenómeno físico de la interacción de la radiación luminosa con los electrones en los materiales semiconductores, fenómeno conocido como efecto fotovoltaico. Este efecto consiste en la liberación de los electrones de la última capa de los átomos de silicio cuando son sometidos a un haz lumínico, de manera que cuando un fotón choca de la manera adecuada con un Electrón libre del Silicio, ese adquiere la energía suficiente para formar parte de la corriente de electrones que salen a la superficie de la célula fotovoltaica.

Esta corriente es recogida de la superficie de la célula por unas líneas de material conductor de manera que la colocación de varias células en serie nos permite ir aumentando la tensión de funcionamiento de las células, así pues, para fabricar módulos



que funcionen a 45 V DC se utilizan 48 células o bien para que funcionen a 46 V DC se utilizan 96 células.

Para la caracterización de un módulo se miden sus prestaciones eléctricas en unas condiciones determinadas. Se ilumina con una radiación solar de 1000 W/m², a 25°C de temperatura en las células fotovoltaicas y a una velocidad del aire de 1 m/s. La máxima potencia generada en estas condiciones por cada módulo fotovoltaico se mide en Wp (vatios pico). Asimismo, la energía producida se mide en kWh, siendo 1 kWh la energía que produciría 1 módulo de 100 Wp que recibiese una radiación de 1000 W/m² durante 10 horas.

La energía producida en un módulo fotovoltaico es en forma de Corriente Continua, por lo que para poder ser inyectada en la red ha de ser convertida en Corriente Alterna. Esta función la realiza un aparato electrónico llamado inversor, de cuya potencia depende la Potencia Nominal de la Central Fotovoltaica.

1.9. Características básicas de la instalación proyectada

El presente proyecto contempla la instalación solar fotovoltaica compuesta por 1.851 módulos de 540 Wp por unidad, de la marca Seraphim, modelo SRP-540-BMA-HV, alcanzando una potencia pico de 999,54 kWp. La potencia nominal corresponderá a la proporcionada por el sistema de inversores, de la marca Sungrow, que tienen una potencia unitaria de 250 kW. La potencia nominal de la planta es de 990 kW.

El sistema dispondrá de un transformador para adecuar la tensión y corriente de salida al nivel de media tensión para su distribución en la red eléctrica. Se empleará un transformador de 1.000 kVA de potencia nominal.

Según los cálculos expresados más adelante la energía estimada total que generará esta Instalación Solar Fotovoltaica será aproximadamente de 1.735 MWh anuales.

El campo se distribuirá en la parcela con referencia catastral 22190B0100505400000Z, en el término municipal de Lalueza (Huesca).

1.10. Características del punto de conexión

La parte de generación de la instalación del presente proyecto, es en baja tensión, ya que este es el nivel de tensión en el que la energía circula por los módulos fotovoltaicos y los inversores. Es por esto que la instalación se acogerá a lo indicado en el Reglamento



Electrotécnico de Baja Tensión, concretamente, la ITC-BT 40, de Instalaciones generadoras.

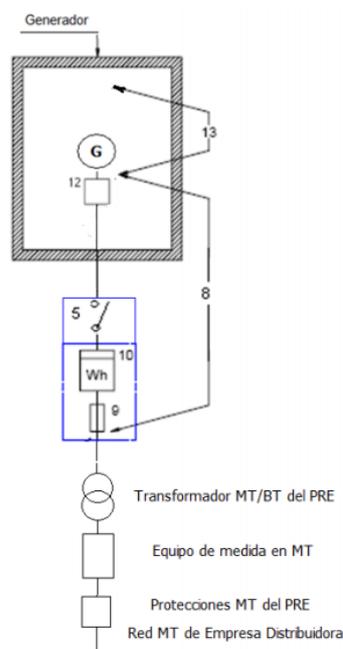
Dentro de la clasificación que realiza esta ITC, la instalación del presente proyecto se encuadra dentro de una instalación generadora interconectada c2):

“c2) Las instalaciones generadoras con punto de conexión en la red de alta tensión mediante un transformador elevador de tensión, que no tiene otras redes de distribución de baja tensión que alimentan cargas ajenas, conectadas a él. Este esquema, está igualmente incluido en las condiciones del RBT, aunque por su consideración de instalación generadora conectada directamente a la red de AT requiere condiciones especiales de conexión, atendiendo a las reglamentaciones vigente sobre protecciones y condiciones de conexión de alta tensión.”

El punto de conexión se efectuará en un apoyo de la LMT “Lalueza” 15 kV, tal y como se indica en la aceptación de la Distribuidora.

La instalación de generación se conecta en Baja Tensión a los equipos y protecciones necesarios, para posteriormente elevar la tensión mediante transformadores y alcanzar las condiciones del punto de conexión descrito.

El esquema de la configuración de la conexión a red está recogido en la misma norma (ITC BT-40) y corresponde al Esquema 14.



Esquema 14

Los bloques 5 y 9 son necesarios únicamente si se conecta un contador (bloque 10) en baja tensión.



<u>Leyenda para instalaciones receptoras</u>	<u>Leyenda para instalaciones generadoras</u>
1 Red de distribución	1 Red de distribución
2 Acometida	2 Acometida
3 Caja general de protección (CGP)	3 Caja General de Protección (CGP)
4 Línea general de alimentación (LGA)	4 Línea General de conexión (LGC)
5 Interruptor general de maniobra (IGM)	5 Interruptor general de maniobra (IGM)
6 Caja de derivación	6 Caja de derivación
7 Centralización de contadores (CC)	7 Centralización de contadores (CC)
8 Derivación individual (DI)	8 Línea Individual del generador (LIG)
9 Fusible de seguridad	9 Fusible de seguridad
10 Contador	10 Contador
11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)	11 Caja para interruptor de control de potencia (ICP)
12 Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).	12 Dispositivos de mando y protección Interiores (DPI)
13 Instalación interior	13 Equipo generador-inversor (GEN)
14 Conjunto de protección y medida (CMP)	14 Conjunto de protección y medida (CMP)
	15 Conmutador de conexión red/generador con sistema de sincronismo
	16 Tramo de la conexión privada (TCP)

El nudo de conexión previsto para la instalación fotovoltaica, según remitió la distribuidora de la zona (E-Distribución), se encuentra en la línea aérea de media tensión: LMT LALUEZA 15 kV, siendo la tensión de esta línea de 15 kV. Esta línea está conectada a la SET Marcen.

1.11. Configuración de medida

Según lo establecido en el Art. 7 del RD 1110/2007 donde se establece la Clasificación de los puntos de medida y frontera, se considera que la instalación descrita en el presente Proyecto corresponde al Tipo 2:

“Puntos situados en las fronteras de generación, cuya potencia aparente nominal sea igual o superior a 450 kVA.”

En el presente proyecto se declara, por tanto, el cumplimiento de lo dispuesto en el Artículo 9 del R.D. 1110/2007 “Equipos de Medida Básicos”.

El generador podrá utilizar los secundarios de los transformadores de intensidad para realizar su medida o protecciones propias. A su vez, se permite que los secundarios necesarios para la medida según el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (R.D. 1110/2007), en adelante R.P.M. estén alojados en los mismos TI, siempre que sean de uso exclusivo para R.P.M. y de las características, potencia y relación de transformación adecuadas a la instalación de generación.



Preferentemente se instalarán Transformadores de intensidad y Transformadores de tensión serán conformes a las normas UNE-EN 61869-1, UNE-EN 61869-2 y UNE-EN 61869-3, u otros que aseguren la misma funcionalidad y seguridad.

1.12. Descripción de las instalaciones. Obra civil

A continuación, se describen las actuaciones fundamentales a realizar para instalar un Campo Solar Fotovoltaico:

1.12.1. Vallado perimetral

Se realizará el vallado perimetral de la parcela, retranqueado unos 2,5 m desde los lindes de la parcela y de más de 5 m del eje del camino existente, con cercado metálico de menos de 2 m de altura, empleando para ello enrejado tipo malla cinagética y postes de acero galvanizado, incluyendo todos los accesorios para el correcto montaje como tensores, ángulos de refuerzo, etc.

El vallado cinagético servirá para permitir el paso de fauna, disminuyendo el efecto *barrera* de la instalación.

Este se ejecutará dejando un espacio libre desde el suelo de al menos 15 cm y cada 50 m, como máximo, se habilitarán pasos a ras de suelo con unas dimensiones de al menos 40 cm de ancho por 60 cm de alto. Además, carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar.

El vallado se anclará en cilindros de hormigón HM-25/b/20 de 40 cm de diámetro y 50 cm de profundidad.

Este elemento tiene la finalidad de mantener la seguridad de la planta, en fase de ejecución y tras la puesta en marcha.

1.12.2. Acondicionamiento y nivelación de terreno

Se realizará un desbroce del terreno, empleando para ello medios mecánicos y manuales, de las zonas donde se realizará la instalación, dejándolas libres de vegetación y objetos que puedan ejercer de obstáculo durante la construcción.

En caso de encontrarse zonas de especial protección, éstas serán delimitadas de forma exhaustiva antes de inicio de los trabajos y se informará al personal de la prohibición de



realizar cualquier acción o trabajo en dicha zona, así como de la necesidad de conservarlas.

Se realizará el movimiento de tierras necesario para nivelar el terreno, con el fin de minimizar el desnivel en la extensión donde se desarrollará el proyecto y dejando el terreno libre de hoyos. Se tratará de respetar las curvas topológicas y los cauces pluviales naturales de la zona.

1.12.3. Situación de los inversores

En una instalación fotovoltaica los inversores son los dispositivos electrónicos que invierten la energía eléctrica en corriente continua que proviene de los módulos fotovoltaicos, en energía eléctrica en corriente alterna. Es, por tanto, el elemento clave en la instalación.

Los inversores se situarán en la misma estructura donde se instalarán los módulos, ya que cuentan con suficiente grado de protección como para posicionarse a la intemperie. De esta forma, se reduce su impacto visual, se consigue el máximo aprovechamiento del espacio y se evita instalar una estructura específica para soportar estos equipos.

1.12.4. Estructura

Las estructuras sobre las que se colocarán los módulos fotovoltaicos es una estructura fija metálica de modo que los módulos quedarán con una inclinación de 30°. El material a emplear será acero con un recubrimiento metálico de aleación especial de zinc, un 3,5% de aluminio y un 3% de magnesio (Magnelis®). Este recubrimiento metálico ofrece una excelente resistencia a la corrosión, tres veces superior a otras alternativas como el acero galvanizado.

Sobre esta estructura se colocarán dos filas de módulos, posicionados verticalmente. La estructura se hincará al suelo con pilares. Con esto evitamos cimentar el terreno o el uso de zapatas, por lo que también se respeta el terreno actual y se evitan filtraciones nocivas al subsuelo. Además, este tipo de sistema, permite una mejor adaptación a terrenos que no sean totalmente planos, evitando trabajos adicionales de nivelación del terreno.

La estructura y los pilares están diseñados para soportar los esfuerzos de peso propio de la instalación fotovoltaica, viento y nieve.



La distancia entre filas se calcula de forma que evitamos que se produzcan sombras en los módulos fotovoltaicos.

1.12.5. Zanjas

Será necesario realizar la apertura y cerrado de zanjas para las canalizaciones del cableado de BT, MT comunicaciones y servicios auxiliares, cuyo tamaño será suficiente para transportar los tubos necesarios en cada caso. Se contempla el uso de varios planos de tubos en las zanjas, por ejemplo, en los casos que se produzcan cruces, sin embargo, la distancia mínima entre el nivel del terreno y el primer tubo será siempre de 0,60 m.

Las zanjas para las canalizaciones de BT cumplirán lo dispuesto en la ITC-BT-07 y las de MT atenderán a lo establecido en la ITC-LAT-06.

De forma general, estas zanjas estarán constituidas por un lecho de arena de río lavada sobre el que se colocará el cable que se cubrirá por una tongada de arena. A continuación, se extenderá el cable de comunicaciones y se dispondrá otra capa de arena, cubriendo ambas toda la anchura de la zanja. A lo largo de todo el recorrido se colocará una placa de protección de cables subterráneos. La última capa se realizará en tierra vegetal, procedente de la capa superficial de la excavación y acopiada convenientemente, con el fin de recuperar el entorno vegetal de la zona. En esta última capa se dispondrán bandas de señalización a una profundidad igual o superior a 10 cm.

Se dispondrán arquetas en los cambios de dirección y en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias o calas de tiro, como máximo cada 40 m para facilitar el tendido eléctrico.

En el apartado de zanjas y canalizaciones del punto 1.15. Descripción de las instalaciones. Instalación eléctrica se recogen más detalles.

1.12.6. Centro de entrega (CT, CS y CPM)

Se instalará una caseta prefabricada con doble acceso, y accesible desde la vía pública, que albergará el centro de transformación (transformador, el cuadro de baja tensión, servicios auxiliares y celdas de protección), así como el recinto o centro de seccionamiento (celda de entrada-salida y celda de entrega) y el recinto o centro de protección y medida del cliente (celdas de protección y medida y elementos de control).



Los recintos serán partes independientes y separadas, de forma que al recinto de seccionamiento tenga acceso la Distribuidora.

El centro de entrega dispondrá de los siguientes elementos de seguridad y primeros auxilios:

- Banqueta aislante.
- Guantes de goma.
- Alumbrado de emergencia.
- Placa de instrucciones de primeros auxilios.

Esta caseta podrá pintarse o cubrirse total o parcialmente con algún material con el fin de adecuarla al entorno.

1.12.7. Plataforma de centro de entrega (CT, CS y CPM)

El centro de entrega, se instalarán directamente sobre el terreno, sobre una excavación de las dimensiones especificadas por el fabricante, sin necesidad de realizar ningún tipo de cimentación.

Se realizará una excavación con las dimensiones necesarias y 560 mm de profundidad. Se extenderá una capa de arena de nivelación de 100 mm de espesor, compactada de forma que una persona pueda caminar sobre ella sin dejar huella. En el caso de terrenos blandos que no superen 0,9 kg/cm² de resistencia se podrá valorar la construcción de una vacada de hormigón armado.

1.12.8. Sistema de seguridad

Se instala un sistema de vigilancia perimetral que proteja de intrusiones en el parque fotovoltaico, reaccionando ante este evento mediante el envío de alarmas, etc. Este se basa en un circuito cerrado de televisión y detección lineal. Dispone de un sistema de alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo de suministro eléctrico.

1.12.9. Alumbrado exterior

Se instalará un sistema de alumbrado de activación manual con el fin de facilitar tareas de mantenimiento, pudiendo utilizar el mismo en mandado por el sistema de seguridad



para encenderse como modo sorpresivo. Se emplearán las protecciones pertinentes frente a sobrecargas y cortocircuitos, incluyendo puesta a tierra.

La zona en la que se ubica la parcela objeto del proyecto se clasifica, en función de su protección contra la contaminación luminosa, según el tipo de actividad a desarrollar en la misma, como zona E2. Por tanto, las luminarias a instalar garantizarán que el flujo hemisférico superior instalado (FHSinst) no será superior al 5%, límite establecido para las zonas clasificadas como E2.

1.13. Descripción de las instalaciones. Instalación eléctrica

1.13.1. Módulos fotovoltaicos

Están constituidos por células fotovoltaicas de silicio monocristalino de alta eficiencia, capaces de producir energía con tan solo un 4-5% de radiación solar. Este hecho asegura una producción que se extiende desde el amanecer hasta el atardecer, aprovechando un porcentaje muy elevado de la potencia útil suministrada por el sol.

Las conexiones redundantes múltiples en la parte delantera y trasera de cada célula ayudan a asegurar la fiabilidad del circuito del módulo.

Gracias a su construcción con marcos laterales de metal y el frente de vidrio, de conformidad con estrictas normas de calidad, estos módulos soportan las inclemencias climáticas más duras, funcionando eficazmente sin interrupción durante su larga vida.

Las células de alta eficiencia están totalmente embutidas en EVA y protegidas contra la suciedad, humedad y golpes, por un frente especial de vidrio templado antirreflector de bajo contenido en hierro y una lámina de TEDLAR en su parte posterior, asegurando de esta norma su total estanqueidad.

La caja de conexión incorpora diodos de derivación, que evitan la posibilidad de avería de las células y su circuito, por sombreados parciales de uno o varios módulos dentro de un conjunto.

Se instalará el módulo de la marca Seraphim, modelo SRP-540-BMA-HV.

Especificaciones generales	
Fabricante:	SERAPHIM
Modelo:	SRP-540-BMA-HV



Tipo de célula	Monocrystalina				
Rendimiento del módulo	20,80%				
Especificaciones eléctricas					
Tensión máx. del sistema(V)	1.500,00	Potencia máxima (Wp):	540		
Corriente de cortocircuito (A):	13,72	Tensión a circuito abierto (V):	49,77		
Corriente a máx. potencia (A):	12,85	Tensión a máx. potencia (V):	42,03		
Características constructivas					
Alto (mm):	2.288,00	Ancho (mm):	1.134,00	Espesor (mm):	35,00
Peso (kg)	28,5	Coe. V %/C	-0,28	Coe. I %/C	0,05

1.13.2. Inversores

El inversor es un equipo diseñado para inyectar en la instalación eléctrica la energía producida por un generador fotovoltaico.

Proporciona una solución, el equipo está diseñado para poder trabajar con diferentes potencias sin problemas, adecuado para su utilización en entornos industriales en los que la facilidad de utilización, mantenimiento, bajo nivel sonoro y el aspecto estético son aspectos importantes.

El diseño debe permitir su reciclado en el caso de nuevas aplicaciones o futuras ampliaciones, conformando un sistema abierto a los futuros cambios que puedan producirse.

A lo largo del día la radiación solar va cambiando desde el mínimo hasta el máximo, y en todos los casos el equipo debe aprovechar al máximo la energía generada consiguiendo que los paneles trabajen en el punto de máxima potencia durante la mayor parte del día.

Se ha seleccionado el inversor SG250HX del fabricante Sungrow.

A continuación, sus características técnicas.

Especificaciones generales	
Fabricante:	SUNGROW
Modelo:	SG250HX



Especificaciones eléctricas					
Potencia Nominal (W):	250.000,00	Potencia máxima (W):	250.000,00		
Tensión DC mínima (V):	600	Tensión DC máxima (V):	1.500		
Tensión AC nominal (V):	800	Factor de potencia	0,80ind...0,80cap		
Rendimiento (%)	98,80	Tipo de salida	TRIFÁSICA		
Características constructivas					
Largo (mm):	1.051,00	Ancho (mm):	660,00	Alto (mm):	363,00
Peso (Kg):	99,00				

1.13.3. Monitorización

Se utilizará el sistema de monitorización del propio fabricante de inversores, que permite obtener datos en tiempo real de los principales datos de los mismos, incluyendo monitorización a nivel de string.

1.13.4. Cableado

Los conductores serán de cobre o aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. La sección de los conductores está calculada para no sobrepasar en la parte de DC una caída de tensión del 1,5% y los de la parte de AC una caída de tensión del 1,5%, además de superar los criterios de intensidades máximas admisibles tal y como marca el PCT IDAE 2002 y el punto 5 de la ITC BT-40.

Todo el cableado de continua es de doble aislamiento y de 1,5 kV de tensión de aislamiento en DC, por lo que es adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Se empleará para el tramo de corriente continua que une los módulos fotovoltaicos con los inversores, cable de cobre de 4 mm² de sección con aislamiento HEPR libre de halógenos.

Los conductores usados en los tramos de AC de BT serán aislados y unipolares, siendo su tensión asignada 0,6/1 kV. Se usarán cables no propagadores de incendio, con emisiones de humos y opacidad reducida. Los cables con características equivalentes las de la norma UNE 21123 parte 4 o 5, cumplen con estas prescripciones.

Para los tramos de corriente alterna se utilizará cable de aluminio de 185 mm² de sección con aislamiento de XLPE libre de halógenos.



En el tramo de media tensión enterrado, se utilizará cable de 240 mm² de sección y tensión asignada 12/20 kV según norma UNE HD 632-6A, con conductor de aluminio RH5Z1, con aislamiento XLPE libre de halógenos, admitiendo una T^a de 90 °C en régimen permanente. Dispondrán de pantalla metálica.

1.13.5. Zanjas y canalizaciones

La distribución del cableado se realizará a través de tubo enterrado. El trazado de zanjas se realizará buscando optimizar el recorrido del cableado, reduciendo pérdidas y costes, optimizando la producción.

Para la ejecución de zanjas se está a lo dispuesto en la normativa vigente, en especial en el caso de Media Tensión, se estará a lo dispuesto en las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y la normativa particular de la distribuidora para líneas de Media Tensión.

Las zanjas se dimensionarán de forma adecuada a las características de los tubos a albergar.

Se respetarán las siguientes distancias mínimas:

- Los cables se instalarán en tubo y tendrán una profundidad mínima de 60 cm.
- La distancia mínima entre cables de baja tensión y otros cables de alta tensión será de 0,25 m, mientras con los de baja tensión la distancia mínima será de 0,10 m.
- La distancia de puntos de cruce a empalmes será superior a 1 m.
- La separación entre cables de energía eléctrica y telecomunicaciones será igual o superior a 0,20 m.

Las zanjas de DC estarán rellenas de arena en los primeros 42,75 cm y luego rellenas de tierra compactada.

En las zanjas de BT se estará a lo dispuesto en la ITC-BT-07 y el apartado 1.2.4 de la ITC-BT-21. Y para las de Media Tensión, cumplirá lo establecido en la ITC-LAT-06.

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, registrables, ciegas o simplemente calas de tiro, como



máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse de forma razonable, en función de derivaciones, cruces u otros condicionantes viarios. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Se instalará un circuito por tubo. La relación entre el diámetro interior del tubo y el diámetro aparente del circuito será superior a 2, pudiéndose aceptar excepcionalmente 1,5. En el caso de una línea con cable tripolar o con una terna de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8. Si se trata de una línea con cuatro cables unipolares situados en sendos tubos, podrá aplicarse un factor de corrección de 0,9. Si se trata de una agrupación de tubos, el factor dependerá del tipo de agrupación y variará para cada cable según esté colocado en un tubo central o periférico. Cada caso deberá estudiarse individualmente. En el caso de canalizaciones bajo tubos que no superen los 15 m, si el tubo se rellena con aglomerados especiales no será necesario aplicar factor de corrección de intensidad por este motivo.

Todas las zanjas llevarán cinta señalizadora de riesgo eléctrico a una profundidad de 20 cm por encima del cable.

1.13.6. Centro de entrega (CT, CS y CPM)

Se instalará en el centro de entrega, el recinto del centro de transformación que albergará los siguientes componentes:

- Transformador de 1.000 kVA y 0,8/15 kV.
- Cuadro de baja tensión.
- Celda de protección.
- Celdas de línea.
- Módulo de protecciones.
- Transformador para servicios auxiliares.

El recinto del centro de entrega destinado al centro de protección, control y medida (CPM), que estará conectado con el centro de transformación del parque, dispondrá en su interior de:

- Celdas de medida.
- Celda de protección.
- Celda de línea o de remonte.



El recinto del centro de entrega destinado al centro de seccionamiento, estará separado de los otros recintos, será accesible desde la vía pública y dispondrá de los siguientes elementos:

- Celdas de entrada-salida de línea.
- Celda de seccionamiento de entrega.

Las características de los equipos son las siguientes:

- Transformador:

Se instalará un transformador de las siguientes características:

- Transformador trifásico de distribución. Frecuencia de 50 Hz apto para instalación interior o exterior según IEC 60076-1, hermético, de llenado integral. Refrigeración natural en dieléctrico líquido éster biodegradable, punto de combustión superior a 300 °C, clase K, según IEC 61100.
- Potencia nominal de 1.000 kVA, nivel de aislamiento de 24 kVA.
- Foso de recogida de aceite:

Se dispondrá de foso de recogida de aceite con capacidad para alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante contenido en el transformador en caso de vaciamiento total.

El volumen mínimo del foso para un transformador de 1.000 kVA será de 1.000 litros. Se dispondrá de un foso de 1.200 litros. El punto de combustión es superior a 300°C, por lo que es suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames.

- Ventilación:

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados PFU se diseñan de forma que quede asegurada la ventilación natural de la instalación.

La ventilación se realiza mediante circulación natural de aire, clase 10. Todo ello mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador. Las rejillas estarán formadas por lamas con disposición laberíntica de forma que se evite la introducción de objetos metálicos que pudieran tocar partes en tensión. Estarán protegidas con mallas antipájaros y/o tela metálica o similar de forma que se evite la entrada de pequeños animales.

Las rejillas tendrán las siguientes características:

- Una rejilla de 1 m² en la puerta del transformador, a una altura de 0,35 m.



- Dos rejillas de 1 m² en la pared trasera, a una altura de 1,72 m.
- Distancias de seguridad:

En el caso de las celdas de MT, se respetarán las siguientes distancias entre celdas y paredes o laterales:

Distancias mínimas de instalación (mm)	
Pared lateral	100
Techo	500
Pasillo frontal	500
Pared trasera	>100, >50 para cgmcosmos-v, 0 para cgmcosmos-m

En el interior del centro de transformación existirán pasillos de inspección y maniobra de 1 metro de anchura o superior, de acuerdo a lo indicado en el apartado 6 de la ITC-RAT-14. En este caos existen elementos en alta tensión a un solo lado.

- Elementos de seguridad:

Extintor móvil según ITC-RAT-14.

1.13.7. Línea de evacuación

Esta línea unirá el centro de entrega de la instalación fotovoltaica con el apoyo del punto de conexión en el que se realizará la conexión de entrada-salida.

Se ejecutará una línea de evacuación subterránea cuyo trazado discurrirá, hasta el apoyo de la LMT 15 kV Lalueza en la que se realizará la conexión. El trazado de la misma puede verse en el plano correspondiente.

El cableado se conducirá a través de una zanja, como las descritas anteriormente, y tal y como se ha mencionado en el apartado de cableado, se empleará cable de 240 mm² de sección, conductor de Aluminio RH5Z1, con aislamiento XLPE libre de halógenos y tensión asignada 12/20 kV.

1.13.8. Forma de la onda

La tensión generada por los inversores será prácticamente senoidal, con una tasa máxima de armónicos, en cualquier condición de funcionamiento de:



- Armónicos de orden par: 4/n
- Armónicos de orden 3: 5
- Armónicos de orden impar (≥ 5): 25/n

Los anteriores límites de distorsión en tensión se acogen al cumplimiento del punto 6 de la ITC BT-40.

1.13.9. Protecciones

La instalación está protegida contra sobretensiones transitorias según lo establecido en la ITC-BT-23 como instalación fija de categoría II o IV en función de su ubicación. Se han seguido los criterios indicados en la misma norma y se detallan en el punto 2.3.2.5.

Al ser una instalación de generación interconectada con la Red de Distribución Pública, se dispondrá de un conjunto de protecciones que actúan sobre el interruptor de interconexión.

Las protecciones generales de la instalación serán las siguientes:

1. Interruptor telecontrolado, con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora en el punto de conexión: en este caso consiste en un interruptor telecontrolado (ITC) con vía de comunicación GPS.
2. Interruptor automático diferencial en el lado de BT de la instalación.
3. Interruptor automático de interconexión controlado mediante software. Parte de las protecciones vendrán incluidas en el propio inversor, como son la protección anti-isla, aislamiento galvánico y vigilante de aislamiento del lado de DC. Las protecciones son las siguientes:
 - Protección de mínima tensión (27L): Regulable de 0,7 Un a 1,0 Un. Temporizado ajustable entre 0 y 2 s.
 - Protección de máxima tensión (59): Regulable de 0,9 Un a 1,3 Un. Temporizado ajustable entre 0 y 2 s.
 - Protección de máxima tensión homopolar (59N): Regulable 5-40 V. Temporización ajustable entre 0 y 15 s. Medida en MT y actúa sobre interruptor automático.
 - Protección de mínima y máxima frecuencia (81m-M): Regulable entre 51 y 48 Hz. Temporizado ajustable, entre 0 y 5 s.
 - Protección de sobreintensidad no direccional de fases y neutro (50/50N, 51/51N).



- Protección de sobreintensidad direccional de fases y neutro (67-67N). Temporización ajustable entre 0 y 5 segundos y dirección de disparo hacia la instalación privada.
 - Protección anti-isla: integrada en el propio inversor.
 - Vigilancia de tensión de alimentación del sistema de protecciones, de forma que se evite que estas queden inoperativas.
 - Enclavamientos: se dispondrá de enclavamiento en el interruptor automático de protección hasta que las protecciones de máx./mín. tensión y máx./mín. frecuencia hayan detectado las condiciones de normalidad de ambos parámetros durante tres minutos consecutivos.
4. Sistema de telecontrol/telemando: Este viene integrado en el interruptor telecontrolado definido anteriormente.
 5. Fusibles con función seccionadora en cada polo del generador fotovoltaico. Cuando sea necesario debido a existencia de 3 o más series en paralelo.
 6. Puesta a tierra de los principales elementos según normativa y sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora:
 - a. Marco de módulos y estructura.
 - b. Puesta a tierra de carcasas de cuadros y elementos auxiliares con envolventes metálicas accesibles.
 - c. Puesta a tierra de la carcasa de los inversores.
 - d. Puesta a tierra de la carcasa del transformador.
 - e. Utilización de elementos con aislamiento clase II.

Permisos de actuación y bloqueo de protecciones:

Los elementos de protección seguirán la siguiente lógica:

- Interruptor automático del generador:

Actuación de protecciones: Se activará por las protecciones internas del inversor (entre las que incluye 27, 59, 81M y 81m) o el propio interruptor automático asociado.

Permiso de cierre: Requiere señal de permiso de cierre que no estará presente en ausencia de tensión en el lado de MT de la red, mediante medida de función 27 (mínima tensión).
- Interruptor automático de interconexión:

Actuación de protecciones: Se activará por cualquiera de las protecciones de la interconexión del aerogenerador.



Permiso de cierre: Además del permiso de cierre dependiente de la función 27, se requiere señal de permiso que garantice que se cumplen las condiciones mínimas para evitar que la maniobra de conexión no cree situaciones que superen los límites técnicos del generador, en función de su tecnología (no necesario en este caso al tratarse de inversores fotovoltaicos).

Adicionalmente, existen elementos de maniobra manual, como son los seccionadores de puesta a tierra en SF6.

De forma detallada, se muestra el resumen de las Protecciones instaladas en cada tramo de la instalación eléctrica de la planta fotovoltaica.

Módulos fotovoltaicos:

El esquema de conexión del generador es de modo flotante, quedando asegurado frente a contactos indirectos siempre que se mantenga una vigilancia constante sobre la resistencia de aislamiento y se actúe ante un primer defecto a tierra. Parte de esta protección vienen dada por los equipos, que disponen de aislamiento clase II (módulos fotovoltaicos, cajas de conexión, cables, etc.).

Caja General de Conexión:

Se requeriría uso de fusibles en el siguiente caso:

- Corrientes inversas: En el caso de existir tres o más series en paralelo es especialmente importante la protección de las mismas debido a la posibilidad de que en determinadas situaciones se den corrientes inversas en una de las series, pudiendo llegar a dañar los módulos fotovoltaicos.

Inversor:

- El inversor cuenta con las protecciones necesarias integradas en el mismo elemento, de acuerdo con el punto 7 de la ITC-BT-40, tanto en el lado de continua como de alterna, así como protecciones contra sobretensiones. En este aspecto hay duplicidad de ciertas protecciones como son las de máxima y mínima tensión, y máxima y mínima frecuencia en baja tensión (27-BT, 59-BT y 81-BT).
- Vigilante permanente de aislamiento, que garantice el modo flotante de la parte de DC deteniendo el funcionamiento del equipo si se supera el umbral de seguridad.



- Varistores conectados a tierra del lado de DC (protección ante sobrecargas). Serán dispositivos de clase II y vendrán integrados en el propio inversor.
- Varistores conectados a tierra del lado de la red (protección ante sobrecargas).
- Detección de isla de acuerdo al punto 7 de la ITC-BT-40, del RD 1955/2000, y UNE 271001.
- Interruptor de circuito por falla de arco (ICFA) de acuerdo con la Sección 690.11 del Código Eléctrico Nacional.
- Separación galvánica: El inversor cumple las exigencias de seguridad establecidas en el RD 1699/2011 y RD 661/2007 mediante el empleo de técnicas equivalentes a la separación galvánica mediante transformador de aislamiento galvánico. Esto queda acreditado mediante norma UNE 206007-1 IN:2013.

Inversor --> Cuadro Inversores:

- Interruptor Automático magnetotérmico.
- Interruptor magnetotérmico general de baja tensión e interruptor diferencial.

Cuadro Inversores → Cuadro General de Mando y Protección de la Planta PV:

- Interruptor automático.

Cuadro General de Mando y Protección de la Planta PV en BT → Celda de protecciones de Media Tensión

- Celda de protección de los transformadores mediante fusibles.
- Celda de protección del elemento de interconexión mediante un relé de protecciones.

Se aplica la normativa ITC-BT-24 de protección contra contactos directos e indirectos, más adelante en este proyecto, se explican y nombran los distintos elementos y métodos diseñados para este tipo de protección.

Especificadas estas protecciones nos aseguramos del completo cumplimiento de las normativas aplicables. El cálculo del dimensionamiento de estas protecciones se refleja en el punto 2.4 del presente proyecto.

Separación galvánica:

Para el cumplimiento de la separación galvánica se estará a lo dispuesto en "Nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de



instalaciones generadoras en baja tensión” del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, así como en la ITC-BT-40 y su guía de aplicación:

En esta se indica que se puede utilizar cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones del transformador de aislamiento de baja frecuencia, que son las siguientes:

1. Aislar la instalación generadora para evitar la transferencia de defectos entre la red y la instalación.

Este se cumple de acuerdo a la norma ITC-BT-40, mediante el cumplimiento del esquema de la Figura 4 para la puesta a tierra.

2. Proporcionar seguridad personal.

La instalación cumple con la ITC-BT-24.

3. Evitar la inyección de corriente continua en la red.

Los inversores cumplen la UNE 206007-1 IN 2013, por lo que de acuerdo a su apartado 5.1, el inversor garantiza que la inyección de corriente continua a la red será inferior al 0,5% de la corriente nominal de la misma.

Asimismo, de acuerdo a lo indicado en la ITC-BT-40, la instalación está conectada a red mediante un transformador, por lo que podemos asumir que se cumple este requisito: *“Cuando se disponga en la instalación de un transformador separador entre el inversor y el punto de conexión de la red de distribución se asumirá que está cubierto el requisito de limitación de la inyección de corriente continua.”*

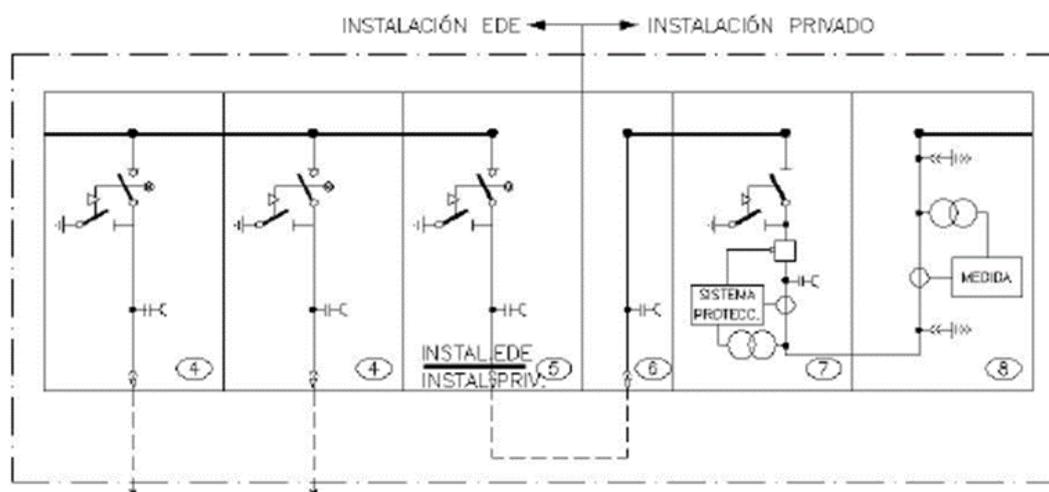
Protección anti-isla:

Esta viene integrada en los propios inversores y está certificada por la norma UNE 206007-1 IN:2013. En el apartado 5.6 de la misma se indica que los inversores deben cumplir la UNE 206006 IN.

Centro de seccionamiento, entrega y medida:

Se instala un Centro de transformación particular con acceso desde el vial público.

Este Centro de Transformación seguirá el esquema indicado en la norma particular “NRZ104 Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión”. En concreto se seguirá el Esquema 6: CT DE INTERIOR EN ENVOLVENTE COMÚN, CON DOBLE ACOMETIDA

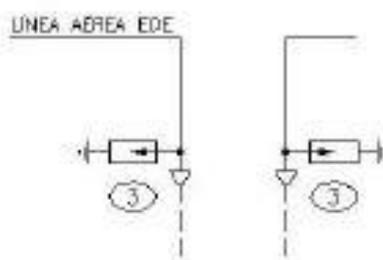


Acometida:

Para el punto de conexión con la red de distribución se realizará una doble conversión aéreo-subterránea desde el centro de seccionamiento hasta el apoyo de la LMT Lalueza 15 kV, con coordenadas UTM: 30T, 728215,82 m E, 4635459,54 m N.

Para ello se seguirá el tipo de acometida 3, con doble acometida mediante entrada-salida subterránea derivada de un mismo circuito de línea aérea protegida por pararrayos:

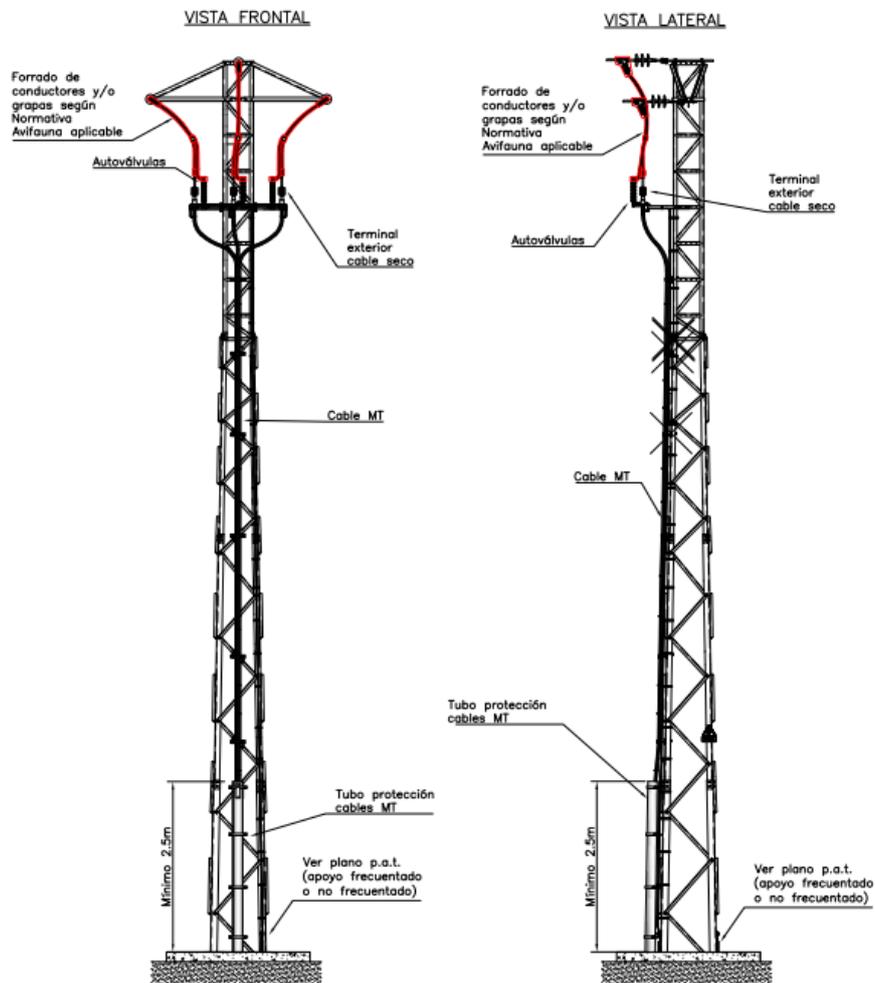
TIPO DE ACOMETIDA 3



La doble conversión aéreo-subterránea se realizará según el proyecto tipo de línea aérea de media tensión de Endesa (AYZ10000):



**APOYO METÁLICO CRUCETA TRIANGULO
CON CONVERSIÓN AÉREA/SUBTERRÁNEA**



En el caso de la línea subterránea, el cable empleado será 3x240 mm² AL RH5Z1, y se seguirán los esquemas indicados en el proyecto tipo línea subterránea de media tensión.

1.13.10. Puesta a Tierra

1.13.10.1. *Introducción*

La instalación de puesta a tierra cumplirá con lo dispuesto en la norma ITC BT-18 y la ITC BT-40 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red.

Con la instalación de puesta a tierra se consigue que no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto.



Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora.

Todas las masas se conectarán a una tierra de protección (herrajes), que incluirá las celdas de MT, las carcasas del transformador de potencia, los blindajes metálicos de los cables si existiesen, los hilos de guarda o cables de tierra de las líneas aéreas, y la armadura de la envolvente de hormigón.

Existe una segunda tierra de servicio, a la que se conecta el neutro del centro de transformación.

Estas cumplirán lo dispuesto en la MIE-RAT 13 y la ITC-BT-18.

1.13.10.2. *Materiales*

Los materiales instalados aseguran lo establecido en el punto 3 de la ITC-BT-18 que dispone:

- 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, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones 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.

1.13.10.3. *Tomas de Tierra*

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

- Barras, tubos.
- Pletinas, conductores desnudos.
- Placas: anillos, mallas metálicas; constituidas 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.

Se emplearán picas metálicas para las puestas a tierra.

La instalación se conectará a la instalación de tierra creada independiente de la del neutro de la red de distribución pública.

1.13.10.4. Conductores de tierra

Los conductores de tierra cumplirán las prescripciones de la siguiente tabla cuando estén enterrados:

TIPO	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión*	Según apartado 3.4	16 mm ² Cobre 16 mm ² Acero Galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² Cobre 50 mm ² Hierro
* La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente		

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra se extremará el cuidado para que resulten eléctricamente correctas.

Se cuidará, en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.13.10.5. Bornes de puesta a tierra

En la instalación de puesta a tierra se preverá un borne principal de tierra, al cual se unen 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



También se preverá sobre los conductores de tierra y en un lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra instalada, cumpliendo el punto 3.3. de la ITC-BT-18.

El electrodo se dimensiona de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no será superior al valor especificado para ella.

Según el punto 9 de la ITC-BT-18, este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24V en local o emplazamiento conductor
- 50 V en los demás casos

La resistencia de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

Los cálculos necesarios para este dimensionado están reflejados en las tablas 3, 4 y 5 del punto 9 de la ITC-BT-18.

1.13.10.6. 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:

Sección conductores de fase (mm ²)	Sección conductores protección (mm ²)
Sf < 16	Sp = Sf
16 < Sf < 35	Sp = 16
Sf > 35	Sp = Sf/2

Los conductores de protección están convenientemente protegidos contra deterioros mecánicos, químicos y electroquímicos y contra los esfuerzos electrodinámicos.

Las conexiones están accesibles para la verificación y ensayos, excepto en el caso de las efectuadas en cajas selladas con material de rellenos o en cajas no desmontables con juntas estancas.

Estarán constituidos por conductores aislados H07V – R/U/K de 750 V de tensión nominal de color amarillo-verde. De un modo general el tendido de estos conductores (protección, derivación, línea principal de tierra) se efectuará de modo que su recorrido



sea el más corto posible, acompañando a los conductores activos correspondientes, sin cambios bruscos de dirección y sin conectarse a ningún aparato de protección, garantizando en todo momento su continuidad.

1.13.10.7. *Conductor de equipotencialidad*

El conductor principal de equipotencialidad tiene una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 4 mm².

1.13.10.8. *Separación entre tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación*

Se verifica que las masas de la instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación.

1.13.10.9. *Revisión de las tomas de tierra*

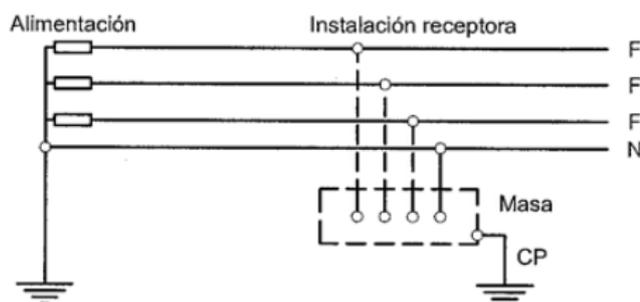
Tal y como recoge el punto 12 de la ITC-BT-18, la instalación de puesta a tierra será revisada por el Director de Obra o el Instalador, antes de dar el alta para su puesta en marcha.

También, se realizará una comprobación anual, cuando el terreno esté más seco, por personal técnicamente competente. Y cada cinco años, donde la conservación de los electrodos no sea favorable, se revisarán los mismos, así como los conductores de enlace.

1.13.11. Descripción del sistema de protección contra contactos indirectos

La instalación se protegerá contra contactos indirectos mediante la puesta a tierra de las masas conductoras y la instalación de interruptores diferenciales de corriente de 30 y 300 mA de sensibilidad, de acuerdo con la instrucción ITC BT-24.

En esta instalación se instalará una protección por corte automático de la alimentación de Esquema tipo TT.



La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante “corte automático de la alimentación”. Esta medida consiste en impedir, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz de corriente alterna en condiciones normales y 24V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección, deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$Ra \cdot Ia < U$$

Dónde:

- Ra es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- Ia es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial residual es la corriente diferencial residual asignada.
- U es la tensión de contacto límite convencional (24 o 50V).

Por tanto, contando con una tensión de contacto límite de 24 V, el valor de las resistencias de la toma de tierra no será superior a 80 ohmios.

1.13.12. Descripción del sistema de protección contra contactos directos

Para establecer los elementos y acciones a tomar destinadas a proteger a las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos, se han seguido las indicaciones reflejadas en el punto 3 de la ITC-



BT-24 y en la norma UNE 20.460-4-41 donde se establecen las siguientes condiciones a cumplir:

Protección por aislamiento de las partes activas.

- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos (no aplica).
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento (no aplica).
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

1.13.12.1. *Protección por aislamiento de las partes activas*

Las partes activas están recubiertas de un aislamiento que no puede ser eliminado más que destruyéndolo.

1.13.12.2. *Protección por medio de barreras o envolventes*

Lo descrito a continuación corresponde con lo establecido en el punto 3.2. de la ITC-BT-24.

Las partes activas están situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que poseen como mínimo el grado de protección IP XXB.

Las superficies interiores de las barreras o envolventes horizontales que son fácilmente accesibles, responden como mínimo al grado de protección IP4X o IPXXD.

Las barreras o envolventes se fijan de manera segura y de robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos teniendo en cuenta las influencias externas.

Cuando sea necesario abrir las envolventes instaladas sólo será posible con la ayuda de una llave o de una herramienta.

1.13.13. Líneas principales de tierra

Del punto de puesta a tierra partirá la línea principal de tierra, la sección de los conductores de tierra no será inferior a la mínima exigida para los conductores de protección. Para ello se emplearán conductores de cobre electrolítico, aislados y de sección igual a la mitad de la utilizada por los conductores de fase, con un mínimo de 16 mm de la línea repartidora.

**ICOIIG**

Nº 20203341

04/12/2020

Durante la ejecución de las uniones entre conductores de tierra y electrodos de tierra debe extremarse el cuidado para que resulten eléctricamente correctas. Debe cuidarse en especial, que las conexiones, no dañen ni a los conductores ni a los electrodos de tierra.

1.13.14. Derivaciones de las líneas principales de tierra

Estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.



1.14. Justificación urbanística

1.14.1. Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Lalueza

1.14.1.1. *Clasificación del suelo*

La parcela donde se pretende ejecutar el proyecto está clasificada como Suelo No Urbanizable Especial.





1.14.1.2. Condiciones de uso

En el artículo 149 del PGOU, se recoge lo siguiente en relación a los usos permitidos:

149) CONDICIONES DE USO. *Está prohibido cualquier tipo de construcción que no sea de interés público o esté vinculado al entretenimiento y servicio de las obras públicas que hubieran de emplazarse necesariamente en este suelo, siguiendo siempre previamente el*



procedimiento de la Ley del Suelo. La autorización de estas obras observará el procedimiento establecido en la legislación de impacto ambiental. Están permitidos los usos rústicos y agropecuarios, caza y pesca, repoblación forestal, los usos recreativos y las excavaciones arqueológicas, siempre que no generen ningún tipo de construcción, salvo en los casos en que se aprecie de interés público.

La instalación proyectada, se enmarca dentro del epígrafe anterior, por tratarse de una instalación de interés público, tal y como se describe en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, cuyo artículo se recoge a continuación

Art. 54 Utilidad pública.

1. Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.

2. Dicha declaración de utilidad pública se extiende a los efectos de la expropiación forzosa de instalaciones eléctricas y de sus emplazamientos cuando por razones de eficiencia energética, tecnológicas, o medioambientales sea oportuna su sustitución por nuevas instalaciones o la realización de modificaciones sustanciales de las mismas

La instalación **se ha diseñado respetando los parámetros urbanísticos** establecidos en el **PGOU de Lalueza**.

1.14.2. Normas Subsidiarias de la Provincia de Huesca

Las NNSS de la Provincia de Huesca detallan, en su artículo 7.3.1, los usos tolerados en Suelo No Urbanizable:

7.3.1. Usos tolerados en el suelo no urbanizable. Características y definición. Conforme a lo determinado en la legislación vigente, en suelo no urbanizable sólo podrán autorizarse construcciones del siguiente tipo:

- a) Construcciones destinadas a explotaciones agrarias que guarden relación con la naturaleza y destino de la finca y se ajusten a las normas y planes del Departamento de Agricultura.*
- b) Construcciones e instalaciones vinculadas a la ejecución, entretenimiento y servicio de las obras públicas.*



c) *Edificaciones e instalaciones de utilidad pública o interés social que hayan de ser emplazadas en el medio rural.*

d) *Edificios aislados destinados a vivienda familiar, en los lugares en los que no exista posibilidad de formación de un núcleo de población.*

La construcción de la **instalación fotovoltaica solicitada y su necesaria línea eléctrica de evacuación asociada, se enmarcan dentro del epígrafe c) del párrafo anterior.**

En cuanto a la tramitación de las autorizaciones para estos casos, en las NNSS de la Provincia de Huesca se indica:

7.4.3. Edificaciones e instalaciones de utilidad pública e interés social. Las licencias para este tipo de edificaciones e instalaciones sólo podrán ser concedidas si se obtiene previa autorización para ello de la Comisión Provincial de Ordenación del Territorio, con arreglo al procedimiento previsto en el artículo 44.2 del Reglamento de Gestión Urbanística y 43.3 de la Ley del Suelo.

La ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico dice, respecto a la utilidad pública de este tipo de infraestructuras, lo siguiente:

Art. 54 Utilidad pública.

1. Se declaran de utilidad pública las instalaciones eléctricas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica, a los efectos de expropiación forzosa de los bienes y derechos necesarios para su establecimiento y de la imposición y ejercicio de la servidumbre de paso.

2. Dicha declaración de utilidad pública se extiende a los efectos de la expropiación forzosa de instalaciones eléctricas y de sus emplazamientos cuando por razones de eficiencia energética, tecnológicas, o medioambientales sea oportuna su sustitución por nuevas instalaciones o la realización de modificaciones sustanciales de las mismas.

En el artículo 3.2 de las NNSS de la Provincia de Huesca sobre la protección de caminos, se recoge:

“Quedará prohibida la edificación a distancia inferior a 10 ml del eje de cualquier camino existente, salvo en el interior del suelo urbano que cuente con alineaciones vigentes o consolidadas, o en situaciones especiales en las que el organismo competente para conceder la autorización, Ayuntamiento o Comisión Provincial de Ordenación del Territorio, apruebe menores distancias al camino.



Se entienden como caminos a este respecto no sólo los caminos públicos sino también y especialmente las pistas forestales, caminos particulares, etc.

Los cerramientos de parcela de cualquier tipo deberán separarse un mínimo de 5 ml del eje del camino y 3 ml del borde exterior de la plataforma del camino”.

La instalación fotovoltaica **se ha diseñado respetando los límites establecidos en el párrafo anterior**, siguiendo el Plan General de Ordenación Urbana del Ayuntamiento de Lalueza como organismo competente, tal y como se puede comprobar en los planos que acompañan este documento.

1.14.3. Texto Refundido de la Ley Urbanística de Aragón.

El artículo 37 de Régimen del suelo no urbanizable especial, recoge:

1. En el suelo no urbanizable especial está prohibida cualquier construcción, actividad o cualesquiera otros usos que impliquen transformación de su destino o naturaleza, lesionen el valor específico que se quiera proteger o infrinjan el concreto régimen limitativo establecido por los instrumentos de ordenación territorial, los planes de ordenación de los recursos naturales, la legislación sectorial o el planeamiento urbanístico.

2. Los instrumentos previstos en el apartado anterior podrán prever actividades, construcciones u otros usos que puedan llevarse a cabo en suelo no urbanizable especial sin lesionar el valor específico que se quiera proteger o infringir el concreto régimen limitativo establecido en planeamiento o legislación sectorial. Para la autorización de estos usos se aplicarán, en su caso, los procedimientos establecidos en los artículos 30 a 32 para la autorización de usos en suelo no urbanizable genérico, sin perjuicio de cualesquiera otras autorizaciones, licencias o controles ambientales o de otro orden que pudieren resultar preceptivos.

La instalación proyectada, se enmarca dentro del apartado 2 por tratarse de una actividad prevista por el Ayuntamiento de Lalueza que se puede llevar a cabo en suelo no urbanizable especial.



ICOIIG

Nº 20203341

04/12/2020

1.15. Consideraciones finales

Con lo expuesto en el presente documento y en los demás documentos que componen esta separata, se entienden adecuadamente descritas las instalaciones de referencia, sin perjuicio de cualquier ampliación o aclaración que el organismo informado considere oportunas.

En Pontevedra, 1 de diciembre de 2020



Lucía Lampón Bentrón
Ingeniera Industrial ICOIIG 3.002
EIDF, S.A.



**ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS INDUSTRIALES DE GALICIA**

D/Dª Lucía Lampón Bentrón
Nº.Colegiado: 3002

Visado digital nº 20203341
Fecha: 01/12/2020

Andrés Figueiras Nogueira
Subdelegado

SEPARATA





ICOIG

Nº 20203341

04/12/2020

Documento 02: Planos

Plano 01. Situación y emplazamiento

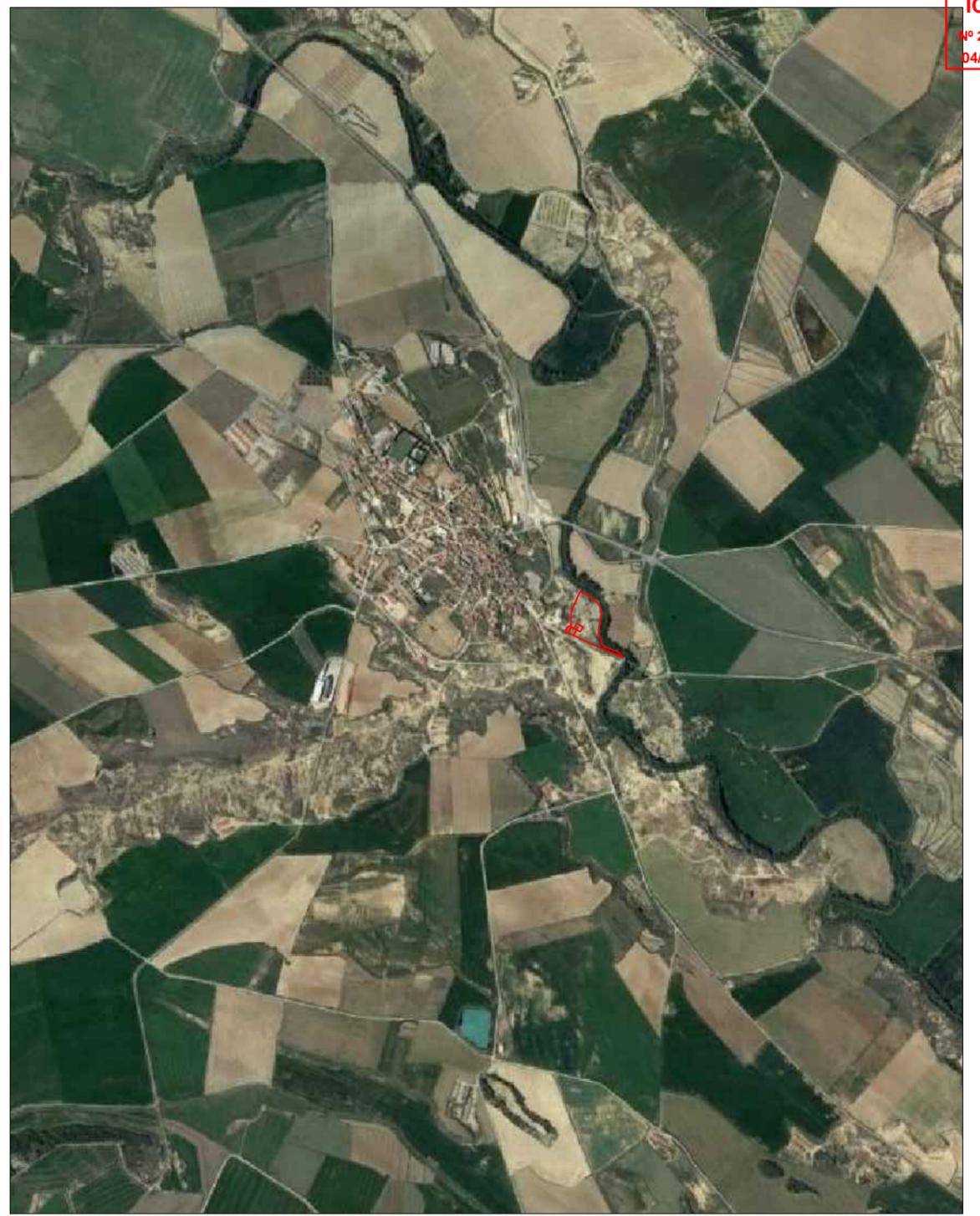
Plano 02. Emplazamiento. Ortofoto

Plano 03. Emplazamiento. Catastro

Plano 04. Distribución PFV

Plano 05. Vallado perimetral y puerta de acceso

Documento visado electrónicamente número: 20203341 . Código verificación: ogjpbg4yr5622020412135359 (<http://ICOIG.e-visado.net/validacion.aspx>)

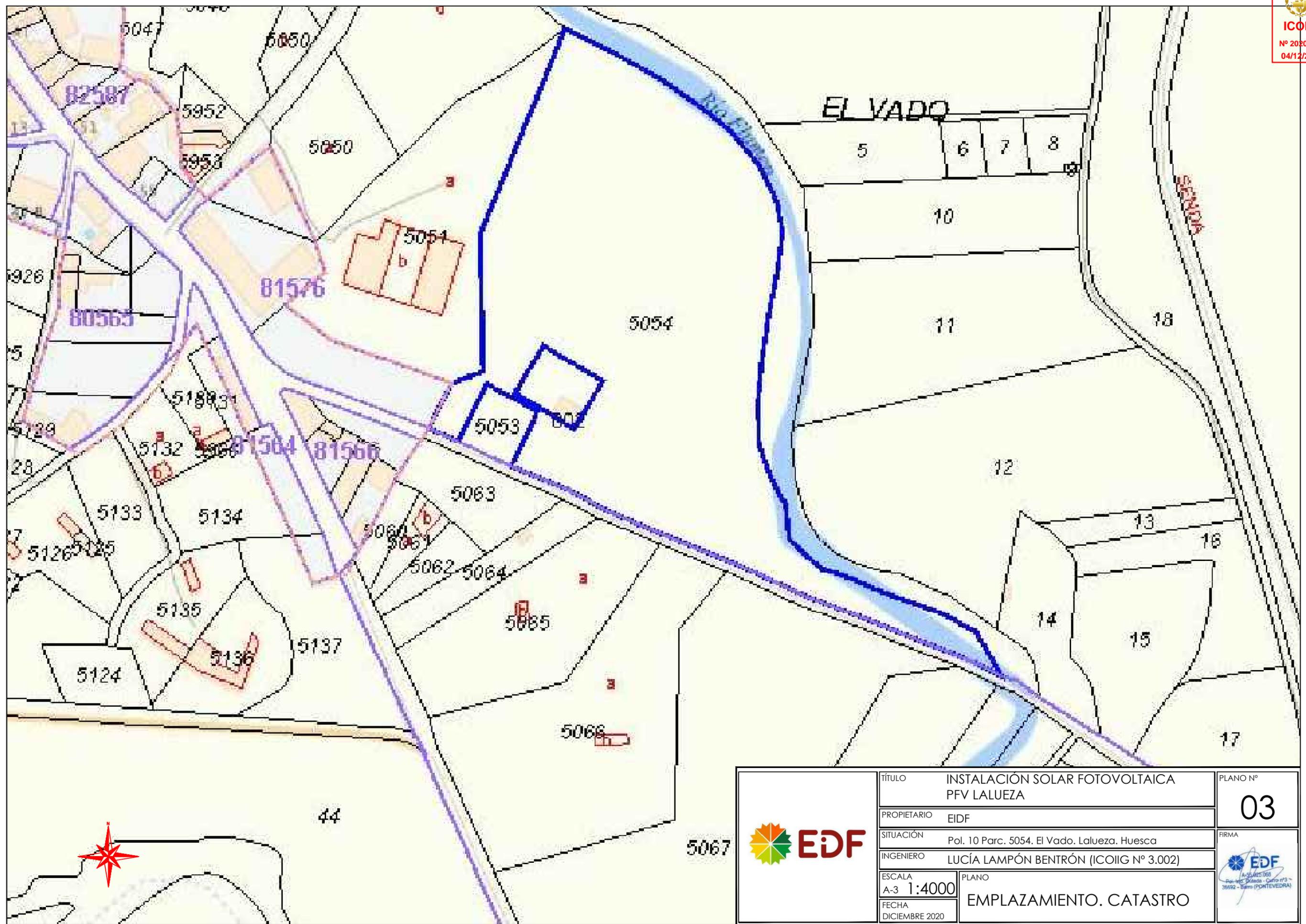


ESCALA
1:50000

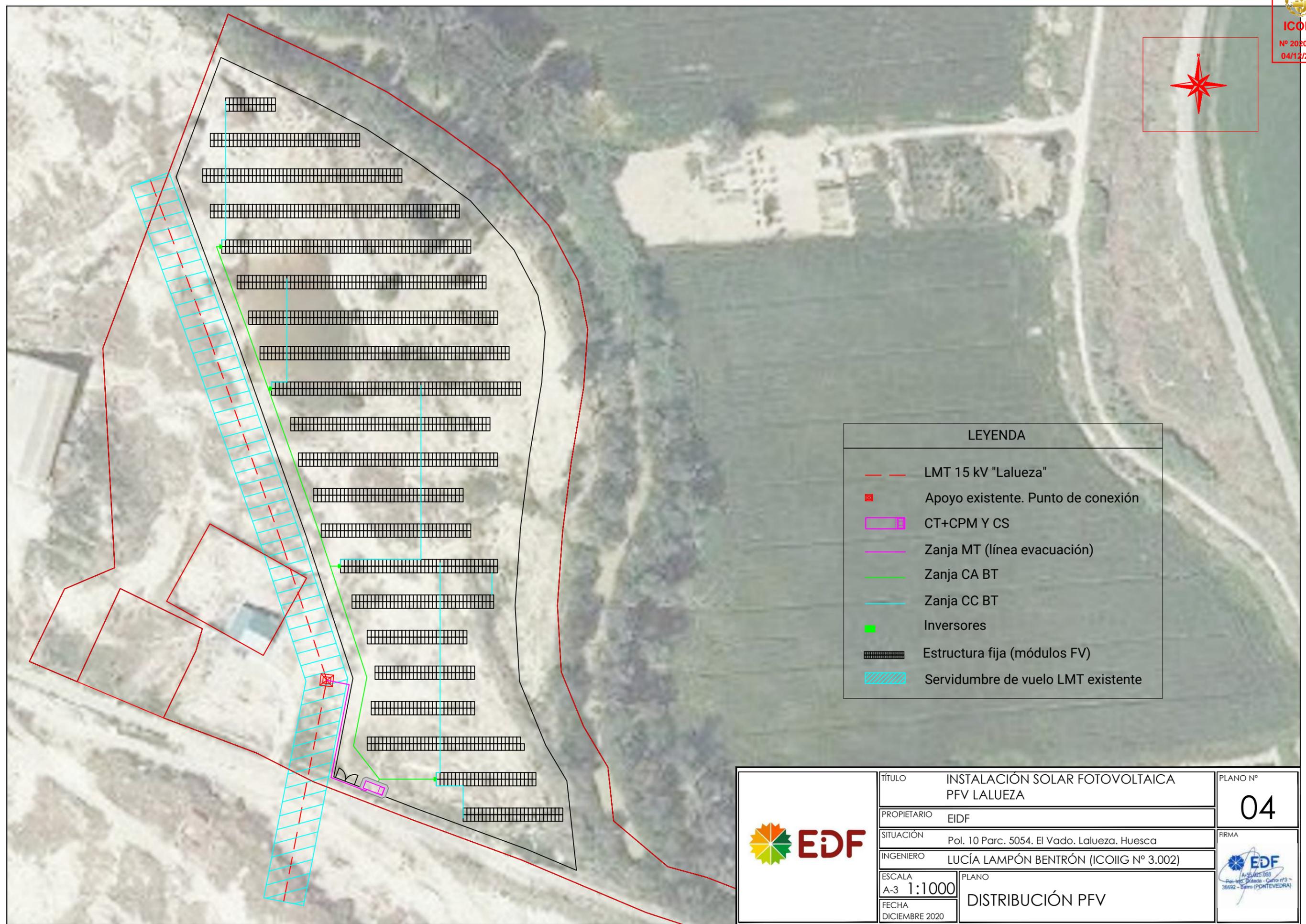
	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PFV LALUEZA	PLANO Nº	01
	PROPIETARIO	EIDF	FIRMA	
	SITUACIÓN	Pol. 10 Parc. 5054. El Vado. Lalueza. Huesca	 <small>A-54405 058 Pol. 105 - Cústada - Cuatro nº3 38992 - Barro (PONTEVEDRA)</small>	
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)		
	ESCALA	PLANO		
FECHA	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			
DICIEMBRE 2020				



	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PFV LALUEZA	PLANO Nº	02
	PROPIETARIO	EIDF	FIRMA	 <small>A-52465 068 Pol. Ins. Dúvida - Cuatro nº3 36992 - Barro (PONTEVEDRA)</small>
	SITUACIÓN	Pol. 10 Parc. 5054. El Vado. Lalueza. Huesca		
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)	PLANO	EMPLAZAMIENTO. ORTOFOTO
	ESCALA	A-3 1:4000	FECHA	DICIEMBRE 2020

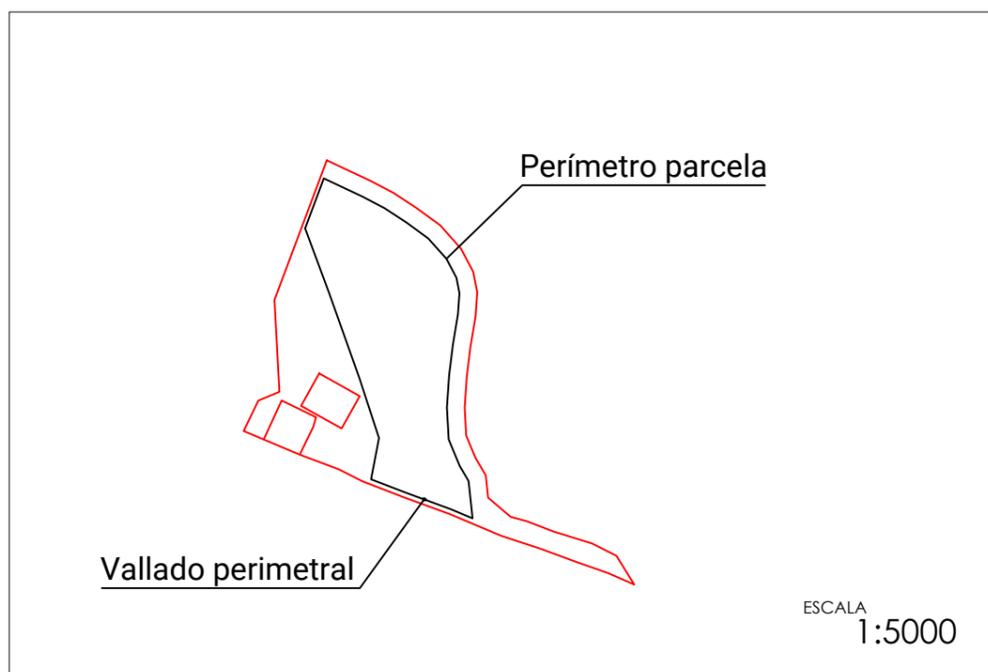
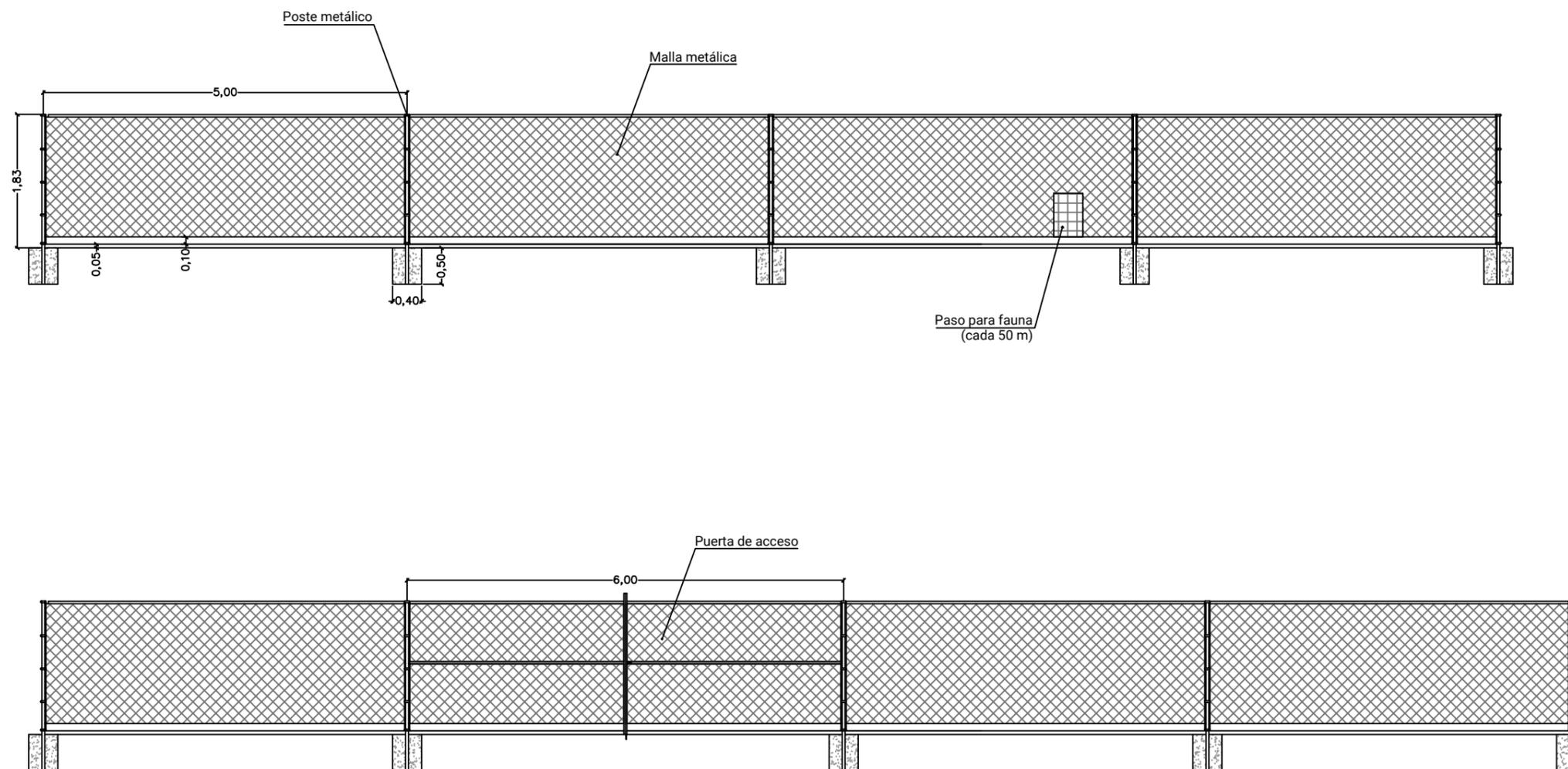


	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PFV LALUEZA	PLANO Nº	03
	PROPIETARIO	EIDF	FIRMA	
	SITUACIÓN	Pol. 10 Parc. 5054, El Vado, Lalueza, Huesca		
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)		
ESCALA	A-3 1:4000	PLANO	EMPLAZAMIENTO. CATASTRO	
FECHA	DICIEMBRE 2020			



LEYENDA	
	LMT 15 kV "Lalueza"
	Apoyo existente. Punto de conexión
	CT+CPM Y CS
	Zanja MT (línea evacuación)
	Zanja CA BT
	Zanja CC BT
	Inversores
	Estructura fija (módulos FV)
	Servidumbre de vuelo LMT existente

	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PFV LALUEZA	PLANO N°	04
	PROPIETARIO	EIDF	FIRMA	
	SITUACIÓN	Pol. 10 Parc. 5054. El Vado. Lalueza. Huesca		
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG N° 3.002)	 <small>A-52465-058 Pol. 105 - Cúitida - Cuatro nº3 36952 - Barro (PONTEVEDRA)</small>	
	ESCALA	A-3 1:1000		
FECHA	DICIEMBRE 2020			
		PLANO	DISTRIBUCIÓN PFV	



	TÍTULO	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA PFV LALUEZA	PLANO Nº	05
	PROPIETARIO	EIDF	FIRMA	
	SITUACIÓN	Pol. 10 Parc. 5054. El Vado. Lalueza. Huesca	 <small>A-3-005 Pol. 10 Parcela - Cuadro nº3 35692 - Barro (PONTEVEDRA)</small>	
	INGENIERO	LUCÍA LAMPÓN BENTRÓN (ICOIIG Nº 3.002)		
	ESCALA	A-3 1:75		
FECHA	DICIEMBRE 2020	PLANO	VALLADO PERIMETRAL Y PUERTA DE ACCESO	

**ICOIIG**

Nº 20203341

04/12/2020

Separata a Proyecto de Ejecución realizado por Energía, Innovación y Desarrollo Fotovoltaico, S.A.

Domicilio: Polígono Industrial Outeda Curro, 3 - 36692, Barro, Pontevedra

Correo electrónico: lucia.lampon@edsolar.es

Teléfono de contacto: 986 847 871

Ingeniera Industrial, colegiada número 3.002 en el Ilustre Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Galicia (ICOIIG):



D^a. Lucía Lampón Bentrón

En Pontevedra, 1 de diciembre de 2020

**ILUSTRE COLEGIO OFICIAL DE
INGENIEROS INDUSTRIALES DE GALICIA**

D/D^a Lucía Lampón Bentrón
Nº.Colegiado: 3002

Visado digital nº 20203341
Fecha: 01/12/2020

Andrés Figueiras Nogueira
Subdelegado

SEPARATA