



---

# ANTEPROYECTO

## PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

### Y SU INFRAESTRUCTURA DE

## EVACUACIÓN

Término Municipal de Jaca (Huesca)

---



*En Zaragoza, noviembre de 2020*

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
Índice general



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE GENERAL

- DOCUMENTO Nº1: MEMORIA
- DOCUMENTO Nº2: ANEJOS
- DOCUMENTO Nº3: PLANOS
- DOCUMENTO Nº4: PRESUPUESTO ESTIMADO



---

# ANTEPROYECTO

## PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

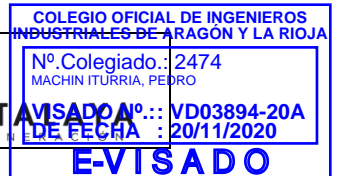
### Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 1: MEMORIA

Término Municipal de Jaca (Huesca)

---

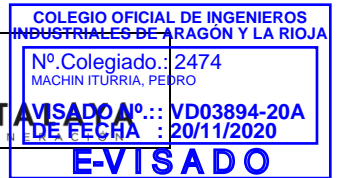




**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE

TABLA RESUMEN .....	4
1 ANTECEDENTES.....	6
2 OBJETO Y ALCANCE .....	7
3 DATOS DEL PROMOTOR.....	8
4 NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	9
4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	9
4.2 OBRA CIVIL.....	10
4.3 SEGURIDAD Y SALUD.....	11
4.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO.....	12
4.5 EQUIPOS.....	12
5 UBICACIÓN.....	14
6 PARQUE FOTOVOLTAICO .....	16
6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL .....	16
6.2 CRITERIOS DE DISEÑO .....	16
6.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....	17
6.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS.....	18
6.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	18
6.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE .....	19
6.4.3 CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN.....	19
6.4.4 POWER STATION.....	20
6.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	24
6.4.6 SERVIDOR WEB.....	24
6.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA .....	25
6.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO.....	25
6.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS .....	27
6.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA.....	29
6.5.4 PUESTA A TIERRA.....	30
6.6 OBRA CIVIL.....	31
6.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL.....	31
6.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS .....	32
6.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO .....	33
6.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES.....	35
6.6.5 CIMENTACIÓN DE POWER STATIONS.....	35
6.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO.....	36
6.6.7 ARQUETAS.....	37
6.6.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN.....	37
6.7 INSTALACIONES AUXILIARES.....	37
6.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA .....	38
6.7.2 VALLADO PERIMETRAL .....	38



6.7.3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA.....	38
6.7.4 EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO.....	38
6.7.5 ESTACIÓN METEOROLÓGICA.....	39
7 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE ENERGÍA DEL PARQUE FOTOVOLTAICO TULIVANA .....	40
7.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA 10 kV CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFV TULIVANA – CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	40
7.1.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA .....	41
7.1.2 TERMINACIONES.....	41
7.1.3 EMPALMES.....	42
7.1.4 PARARRAYOS.....	42
7.1.5 PUESTAS A TIERRA .....	42
7.1.6 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA.....	42
7.2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO.....	48
7.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	48
7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL.....	50
7.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN.....	52
7.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN HASTA LAS CELDAS.....	61
7.3 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ENTRADA Y SALIDA EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	61
7.3.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA .....	62
7.3.2 ZANJA PARA TRAMO ENTRADA Y SALIDA .....	62
8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS.....	64
9 FASES DEL PROYECTO .....	65
9.1 ESTUDIO DEL PROYECTO .....	65
9.2 CONSTRUCCIÓN.....	65
9.3 FUNCIONAMIENTO .....	65
9.4 DESMANTELAMIENTO .....	65
10 PLANIFICACIÓN .....	67
11 CONCLUSIÓN.....	68

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

01. Memoria



## TABLA RESUMEN

Tabla 1: Resumen PFV

PARQUE FOTOVOLTAICO TULIVANA	
<b>Datos generales</b>	
Promotor	YEQUERA SOLAR 6 SL CIF B99544785
Término municipal del PFV	Jaca
Potencia nominal	2,5 MW
Potencia instalada	3,125 MWp
Superficie de paneles instalada	15.344 m <sup>2</sup>
Superficie poligonal del PFV	9,90 ha
Superficie vallada del PFV	8,13 ha
Perímetro del vallado del PFV	1,86 km
Ratio ha/MWp	2,6
<b>Radiación</b>	
Índice de radiación MEDIO DIARIO del PFV	4,53 kWh/m <sup>2</sup> /día
Índice de radiación ANUAL de la planta en ( <i>dato medio diario x 365 días</i> )	1.654,2 kWh/m <sup>2</sup>
<b>Producción energía</b>	
Estimación de la energía eléctrica producida anual	6.001 MWh/año
Producción específica	1.913 kWh/kWp/año
Horas solares equivalentes	2.400,4 kWh/kW/año
Performance ratio	85,05 %
<b>Datos técnicos</b>	
Número de módulos 500 Wp	6.272
Seguidor solar 1 eje para 28 módulos (1Vx28)	224
Cajas de Seguridad y Protección (CSP)	10
Inversor 2.500 kVA	1
Power Station 2.500 kVA (Inversor + CT)	1

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

01. Memoria



AVISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA: 20/11/2020

**E-VISADO**

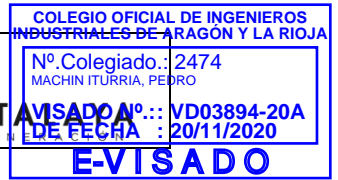
**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

Tabla 2: Resumen Línea de evacuación

<b>LÍNEA SUBTERRÁNEA DE 10 kV CENTRO TRANSFORMACIÓN PFV TULIVANA – CENTRO SECCIONAMIENTO</b>	
Tensión nominal	10 kV (preparada para 15 kV)
Tensión más elevada	12 kV (preparada para 17,5 kV)
Factor de potencia (cos $\varphi$ )	0,95
Frecuencia	50 Hz
Categoría	A
Nº de circuitos	1
Cable	Cable RHZ1 XLPE 1x400 mm <sup>2</sup> Al
Longitud	1.145 m

Tabla 3: Resumen Centro de Seccionamiento

<b>CENTRO DE SECCIONAMIENTO</b>	
Tipo	Aparamenta GIS
Tensión nominal	10 kV <sub>ef</sub> (preparada para 15 kV)
Tensión asignada	24 kV <sub>ef</sub>
Frecuencia nominal	50 Hz
<b>Celdas</b>	
<ul style="list-style-type: none"><li>- 4 Celdas de línea con interruptor-seccionador.</li><li>- 1 Celda de medida y cuadro de medida.</li><li>- 1 Celda de protección con interruptor automático y protecciones.</li><li>- 1 Celda de remonte.</li></ul>	



## 1 ANTECEDENTES

La sociedad YEQUERA SOLAR 6 SL es la promotora del PARQUE FOTOVOLTAICO (PFV) TULIVANA de 2,5 MW / 3,125 MWp en el Término Municipal de Jaca (Huesca).

Por comunicación de 17 de junio de 2020, el Gobierno de Aragón confirmó que la garantía económica depositada por la sociedad anteriormente mencionada cumplía los requisitos establecidos en el artículo 66 bis del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, para tramitar la solicitud de acceso a la Red de Distribución de instalaciones de producción.

La sociedad YEQUERA SOLAR 6 SL obtuvo punto de conexión para el PFV TULIVANA de 2,5 MW / 3,125 MWp en el Primer tramo subterráneo de la LMT Mapisa 10 kV de SET Jaca Sur, con fecha 22 de mayo de 2020.

Con fecha 17 de agosto de 2020 Red Eléctrica de España emitió informe favorable de aceptabilidad para dicho punto de conexión.





## 2 OBJETO Y ALCANCE

El presente anteproyecto se redacta con objeto de describir la obra civil y las instalaciones eléctricas del **Parque Fotovoltaico TULIVANA de 2,5 MW / 3,125 MWp y su infraestructura de evacuación**, ubicado en el Término Municipal de Jaca (Huesca), para tramitar todos los permisos y autorizaciones legalmente necesarios para obtener la Autorización Administrativa Previa.

En la parte de obra civil se incluye el acondicionamiento del terreno, el hincado de los seguidores, zanjas eléctricas de baja y media tensión (BT y MT), las cimentaciones de los centros de transformación, los viales del parque fotovoltaico y las instalaciones auxiliares.

En la parte de infraestructura eléctrica se realizará el dimensionado del generador fotovoltaico, así como de los conductores de corriente continua que conectan los módulos fotovoltaicos con las cajas de seccionamiento y protección y llegan hasta los inversores.

Además también se dimensionarán los conductores de corriente alterna que componen la red subterránea de media tensión. Dicha red transportará la energía generada desde los Centros de Transformación (CT) del PFV hasta el Centro de Seccionamiento (CS).

El proyecto incluye la Línea Subterránea de 10 kV que evacúa la energía generada en el PFV desde el CT hasta el Centro de Seccionamiento, que realizará un seccionamiento en el Primer tramo subterráneo de la LMT Mapisa 10 kV de SET Jaca Sur, ubicada en las proximidades del parque, punto de entrega final de la energía.

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

01. Memoria



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

### 3 DATOS DEL PROMOTOR

- Titular: YEQUERA SOLAR 6 SL
- CIF: B99544785
- Domicilio a efectos de notificaciones: C/ Argualas nº40, 1ª planta, D, CP 50.012  
Zaragoza
- Teléfono: 876 712 891
- Correo electrónico: [info@atalaya.eu](mailto:info@atalaya.eu)



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## 4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

### 4.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- REGLAMENTO (UE) No 548/2014 DE LA COMISIÓN de 21 de mayo de 2014 por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14)
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19.03.08)
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico. (BOE 18.09.07)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14))
- Real Decreto 1066/2001, del 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas. (BOE 29.09.01)



- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE 27.12.00)
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico. (BOE 27.12.13)
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. (BOE 28.11.97)
- Normas Técnicas Particulares de la Compañía Eléctrica de la zona.
- Normas UNE y CEI aplicables.
- Recomendaciones UNESA aplicables.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

#### 4.2 OBRA CIVIL

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.
- Instrucción de hormigón estructural, Real Decreto 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.
- Normativa DB SE Seguridad Estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.



- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

#### 4.3 SEGURIDAD Y SALUD

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.



- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

#### 4.4 NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO

- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-RAT 02 del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23. (BOE 09.06.14)
- Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT 02 del Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09. (BOE 19.03.08)
- Serán de obligado cumplimiento las normas de referencia detalladas en la ITC-BT 02 del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 51 (BOE 18.09.02) e ITC-BT 52 (Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre (BOE 31.12.14)).

#### 4.5 EQUIPOS

- Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.
- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.



- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.
- La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales, UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento, y según la IEC 62116: *Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters*.



## 5 UBICACIÓN

El PFV TULIVANA está ubicado a unos 862 metros sobre el nivel del mar en el Término Municipal de Jaca, en la provincia de Huesca.

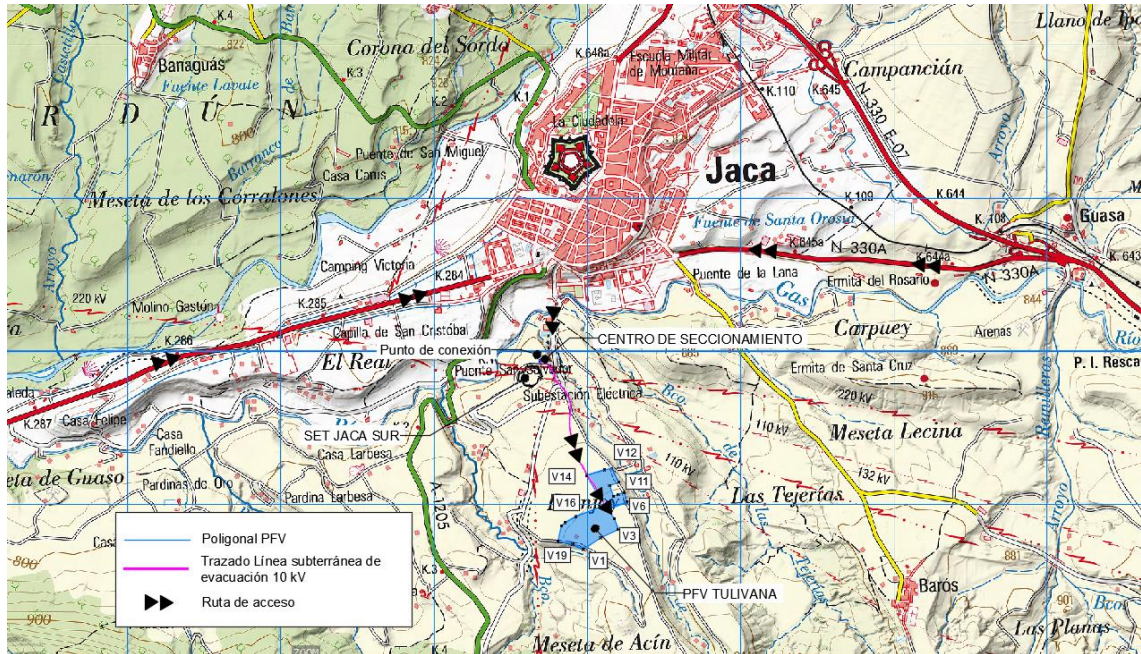


Ilustración 1: Ubicación del PFV y línea subterránea de evacuación

Las fincas destinadas para la implantación del PFV se encuentran detalladas en el documento Anejos y en el documento Planos. En la siguiente tabla se recogen las dimensiones generales del parque:

Tabla 4: Dimensiones PFV

Dimensiones PFV	
Superficie poligonal del PFV	9,90 ha
Superficie vallado PFV	8,13 ha
Longitud del vallado del PFV	1,86 km

Las coordenadas geográficas ETRS89 UTM 30N de lugar se encuentran disponibles en el documento Anejos.

En cuanto a la ubicación elegida, los siguientes factores determinan la idoneidad del emplazamiento:

- **Recurso solar:** la provincia presenta unas condiciones de irradiación solar favorables, presentándose valores de radiación relativamente altos. Esto puede





verse en la Ilustración 2 donde se muestra la radiación global media para la región peninsular de España.

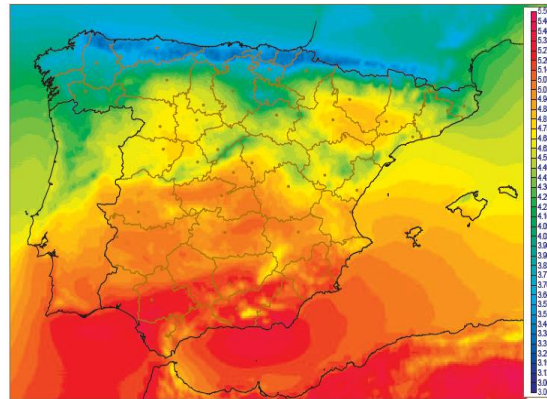


Ilustración 2: Radiación Global media en España [1983-2005] (kWh/m<sup>2</sup>-día) SIS (CM-SAF).

- Emplazamiento en Suelo Rústico: las instalaciones fotovoltaicas exigen una ocupación de terreno relativamente extensiva por unidad de potencia eléctrica instalada, por lo que es económicamente inviable su instalación en suelo industrial, su único emplazamiento posible es en suelo rústico de bajo valor económico.
- Idoneidad del terreno escogido: es tierra de labor o labradío seco, improductivo o pasto. No existe ningún tipo de protección sobre el mismo ni presenta valores medioambientales de interés.



## 6 PARQUE FOTOVOLTAICO

### 6.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Las infraestructuras del sistema fotovoltaico de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales: un generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante módulos fotovoltaicos, y una parte de transformación de esta energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su inyección a la red.

El conjunto está formado por 6.272 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 500 Wp, 224 seguidores fotovoltaicos a un eje de 1Vx28 con pitch de entre 5 y 6 metros, 10 cajas de seccionamiento y protección (CSP) y 1 Power Station (PS) de 2,5 MVA conectada en un circuito eléctrico hasta el Centro de Seccionamiento mediante una red subterránea a 10 kV.

### 6.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el desarrollo del proyecto eléctrico del parque fotovoltaico se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones.

1. La distancia entre módulos (pitch):

Se ha optimizado en función de:

- Maximizar la producción de energía.
- Minimizar las pérdidas por sombras entre los seguidores.
- Superficie de terreno disponible.

Se determina un pitch de entre 5 y 6 metros.

2. El número de módulos en serie de las ramas:

Este número está limitado por los siguientes valores:

- Voc: La tensión de circuito abierto a la temperatura máxima de la celda debe de estar por debajo de la máxima tensión admisible del inversor.
- Vmpp:
  - o La tensión a la máxima potencia a la temperatura mínima de la celda debe de estar por debajo del límite superior de tensión a máxima potencia del inversor.
  - o La tensión para la máxima potencia a la temperatura máxima de la celda debe ser mayor que la tensión mínima para la potencia nominal del inversor.

En este caso, se ha seleccionado 28 módulos en serie por rama.



3. El número de ramas que entran a la CSP será menor que el número máximo de entradas que ésta permite:

Se utilizan CSPs con 16, 24 y 32 entradas.

4. El número de CSP que entran al inversor será menor que el número máximo de entradas que éste permite:

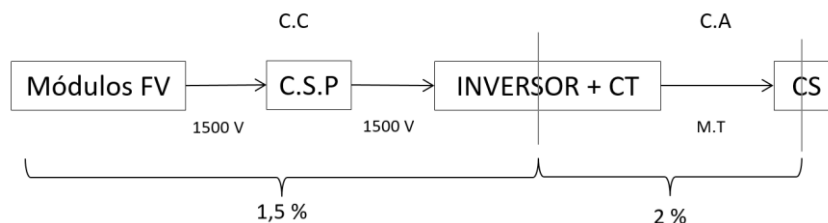
El número máximo de entradas que admiten los inversores es de 24.

5. La óptima ubicación de las Power Stations:

Se han tenido en cuenta los criterios de:

- Sombras: Para evitar provocar sombras en los módulos, se han ubicado al norte de los mismos. Cuando haya alguno ubicado al sur, se ha dejado siempre la separación del camino para evitar la sombra.
- Pérdidas eléctricas: Con objeto de reducir las pérdidas en BT, se busca la mínima distancia posible de cable entre los inversores y los módulos. Así, los inversores están colocados aproximadamente en el centro de los bloques.
- Zanjas y cableado: A fin de evitar costes elevados y labor de construcción, se busca la minimización de las longitudes de zanja y cableado eléctrico.

6. Pérdidas eléctricas:



- En BT continua entre las ramas y los inversores:
  - o Caída tensión < 1,5 %
- En MT entre los inversores y el Centro de Seccionamiento:
  - o Caída tensión < 2 %
  - o Pérdidas potencia < 0,5 % de la potencia total instalada

### 6.3 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

La simulación energética se ha realizado mediante el programa PVSYST. La metodología y los resultados completos del estudio de producción de energía se muestran en el Documento Anejos.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO N.º.: VD03894-20A  
 DE FECHA.: 20/11/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## 6.4 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

En este apartado se van a describir los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica de generación: los módulos fotovoltaicos, los seguidores de un eje, las cajas de seccionamiento y protección, los inversores, los centros de transformación y el resto de infraestructura necesaria.

### 6.4.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para el presente estudio se consideran módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de la marca Risen RSM150-8-480M-505M cuyas características técnicas se muestran en la tabla y en el documento Anejos. Datos proporcionados para condiciones estándar (STC): 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM1,5.

Risen RSM150-8-480M-505M	
Pmax	500 W
Vmpp	42,88 V
Impp	11,68 A
Voc	51,01 V
Isc	12,46 A
Eficiencia	20,4 %
V max sistema	1500 V <sub>DC</sub>
Coefficiente de T para Pmpp	-0,36 %/°K
Coefficiente de T para Voc	-0,28 %/°K
Coefficiente de T para Isc	0,05 %/°K
Largo	2.220 mm
Ancho	1.102 mm
Alto	40 mm
Área	2,446 m <sup>2</sup>
Tamaño de conductor	12 / 4 AWG /mm <sup>2</sup>
Peso del módulo	28,0 kg

Tabla 5: Características del módulo fotovoltaico. Fuente: Risen Solar Technology

Como se muestra en la Ilustración 3, el fabricante de módulos fotovoltaicos asegura una vida útil de 25 años con una eficiencia de al menos el 84,8 % de su potencia nominal, y una dependencia lineal de la eficiencia con el tiempo.

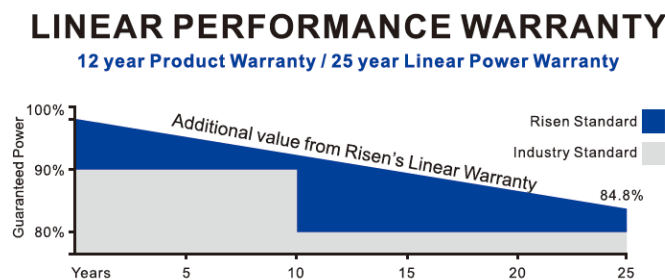


Ilustración 3. Rendimiento y vida útil del módulo fotovoltaico. Fuente: Risen Solar Technology



#### 6.4.2 SEGUIDOR SOLAR A UN EJE

Para el máximo aprovechamiento de la radiación solar, y por tanto para la obtención del mayor rendimiento posible de la instalación, los módulos fotovoltaicos se montarán en estructuras mecánicas de acero que contarán con un sistema de seguimiento solar Este-Oeste mediante un eje Norte-Sur horizontal para seguir el movimiento diario del sol.

La distribución de los seguidores se diseña de forma que el pitch (la distancia entre los ejes de dos filas paralelas de seguidores fotovoltaicos) permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la construcción de viales de paso.

Para el presente proyecto se propone utilizar el modelo de seguidor solar a un eje STI-H250 de STI Norland o similar, con una configuración de 28 (1V x 28) módulos por seguidor, con un pitch variable en función de la orografía del terreno.

En las zonas en que se supere la pendiente máxima aceptada por el seguidor, se podrá realizar movimiento de tierras para adecuar el terreno a la pendiente permitida.

El control de la orientación de los módulos (rango +/- 60º) se realiza mediante una tarjeta electrónica con microprocesador y algoritmo con cálculos astronómicos con backtracking. Este control permite modificar la orientación de los módulos en caso de viento excesivo u horas de baja iluminación. El sistema de control de los seguidores es a través de Ethernet con transmisión inalámbrica Zigbee.

El seguidor cuenta con un sistema de almacenamiento de energía para el funcionamiento durante horas de baja producción fotovoltaica. La alimentación del sistema motriz se realizará por medio de placa fotovoltaica dedicada instalada en el mismo seguidor.

El seguidor permite cimentaciones de varios tipos como por hincado directo, pre-drilling + hincado, micropilote, pre-drilling + compactado + hincado que lo hacen apto para gran tipo de terrenos. El equipo contará con sensor de inclinación.

#### 6.4.3 CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

Para agrupar todos los circuitos de las ramas se han instalado adosadas a la estructura del seguidor las Cajas de Seccionamiento y Protección (CSP). Su función es adecuar el número de salidas de las ramas al número de entradas de los inversores y optimizar las secciones del cableado en la parte de corriente continua.

El número de CSP conectadas al inversor utilizado dependerá del máximo voltaje e intensidad de entrada admisibles por el mismo. El número máximo de ramas conectadas a cada CSP viene dado por el número de entradas del modelo utilizado, 16, 24 o 32, pudiéndose conectar menos ramas en algunas CSP en caso de que fuese necesario para poder adaptar la potencia requerida por el PFV.

Para la protección de cada una de las ramas de módulos fotovoltaicos se instalan fusibles de tipo gPV de 16 A / 1500V. Las cajas deben ser de tipo IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y al polvo que producen una progresiva degradación en los circuitos.

Para el parque proyectado se propone el modelo STRING-COMBINER de la marca SMA (ver Tabla 6). Toda la información se encuentra disponible en el documento Anejos.

Tabla 6: Especificaciones técnicas de la caja de seccionamiento y protección

Modelo: String combiner SMA		
Entrada	Voltaje de entrada nominal	< 1.500 V DC
	Corriente de entrada nominal por entrada	13,75 A
	Número de entradas	16, 24, 32
Salida	Voltaje de salida nominal	<1.500 V DC
	Máxima corriente de salida	330 A
	Número de salidas	1/2
	Diámetro de cable de salida	De 70 a 400 mm <sup>2</sup>

#### 6.4.4 POWER STATION

La solución propuesta es la estación Gamesa E-PV Station 2,5 MVA (integrada en un único contenedor metálico de 20 pies). Es una solución Plug & Play que funciona con voltajes de hasta 1.500 V DC y contiene todo el equipamiento necesario (ya pre-cableado de fábrica) para la transformación de la energía generada. Este contenedor está compuesto por 3 zonas diferenciadas: inversor, transformador y apartamentada eléctrica (ver Ilustración 4).

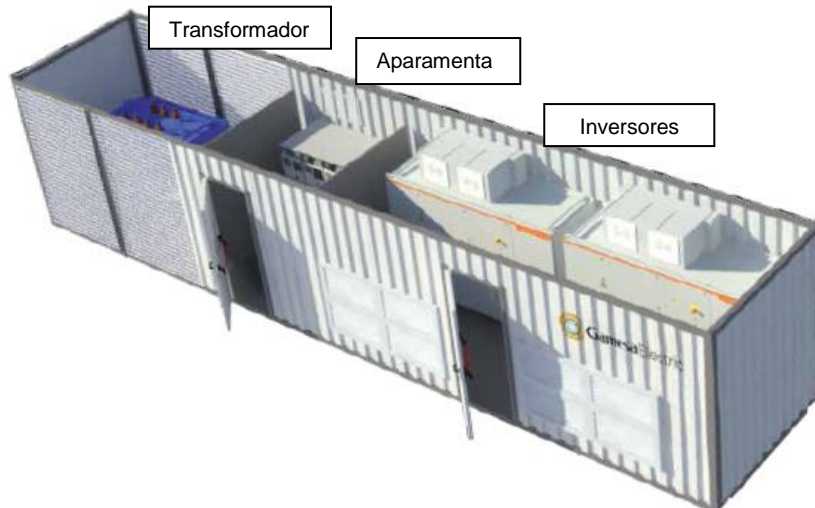


Ilustración 4: Power Station de 5 MW. Fuente: Gamesa Electric

La Power Station (inversor + transformador) de potencia 2,5 MVA permite ajustarse a la potencia de la planta y a la superficie disponible:

- PS de 2,5 MVA (1 inversor de 2,5 MVA)

Para este proyecto se propone utilizar 1 Power Station de 2,5 MVA.

Tabla 7. Especificaciones técnicas de la Power Station

Modelo :		Gamesa E-PV Stations 2,5 MW	Gamesa E-PV Stations 5 MW
Entrada DC	Potencia FV recomendada (kWp)	3.250	6.500
	Número de entradas	14	28
	Máx. corriente DC a 50°C/40°C/25°C por inversor (A)	2.823 / 2.880 / 2.936	
	Corriente de cortocircuito por inversor (A)	3.600	
	Rango de operación (V <sub>dc</sub> )	900 – 1.500	
	Rango de operación M <sub>pp</sub> (V <sub>dc</sub> )	900 – 1.300	
	Tamaño máximo de fusible	400 A	
	Máxima sección de cable por polo	Hasta 2 x 400 mm <sup>2</sup>	
	Producción de energía desde	0,5% P <sub>n</sub>	
Salida AC	Número de fases	3	
	Potencia nominal AC a 50°C/40°C/25°C (kVA)	2.500 / 2.560 / 2.600	5.000 / 5.100 / 5.200
	Tensión nominal AC	10 - 34,5 kV <sub>rms</sub>	
	Rango de voltaje permitido (%)	-10 / +10	
	Rango de frecuencia (Hz)	47,5 – 53 / 47 - 63	
	Celda MT	0L1V/ 1L1V/ 2L1V SF <sub>6</sub> aislado	
	Grupo transformador	Dy11y11	Dy11
	Tipo transformador	KNAN / ONAN herméticamente sellado	
	Máxima sección de cable por fase MT	1 x 630 mm <sup>2</sup>	
Máxima corriente por fase a 50°C (A)	2.300		



Modelo :		Gamesa E-PV Stations 2,5 MW	Gamesa E-PV Stations 5 MW
	Factor de potencia	0 - 1	
	Distorsión armónica (%)	< 3	
	Corriente máxima AC	2.300 A <sub>rms</sub>	
	Máxima sección de cable por fase MT	1 x 630 mm <sup>2</sup>	
Rendimiento	Rendimiento máximo (%)	99	
	Rendimiento europeo (%)	98,8	
	Consumo en espera (W)	< 200	
	Máximo consumo en funcionamiento (W)	< 4.100	
	Alimentación aux. para autoconsumo inversor	400 Vac – 5 kVA	
Protecciones AC	Interruptor automático AC sobre tensión AC, anti-isla, variación tensión de red, fallos de frecuencia, corrientes asimétricas, aislamiento galvánico		
Protecciones DC	Seccionador motorizado DC para protección tensión CC, protección sobretensión CC Tipo II, protección circuitos entradas CC con fusibles CC en polo positivo, monitorización aislamiento CC.		
Otras protecciones	Protección de sistemas auxiliares, protección de sobretensiones en sistemas auxiliares		

#### 6.4.4.1 Inversores

Los inversores se encargan de transformar la tensión de corriente continua de los paneles fotovoltaicos en tensión de corriente alterna apta para la conexión a la red eléctrica.

Para el parque proyectado se utilizarán inversores trifásicos Gamesa de 2,5 MVA de potencia. En la Ilustración 5 se muestra la descripción física general y el conexionado interno del inversor Gamesa E-2,5 MVA-SB-I.







**STANDARD CONFIGURATION**

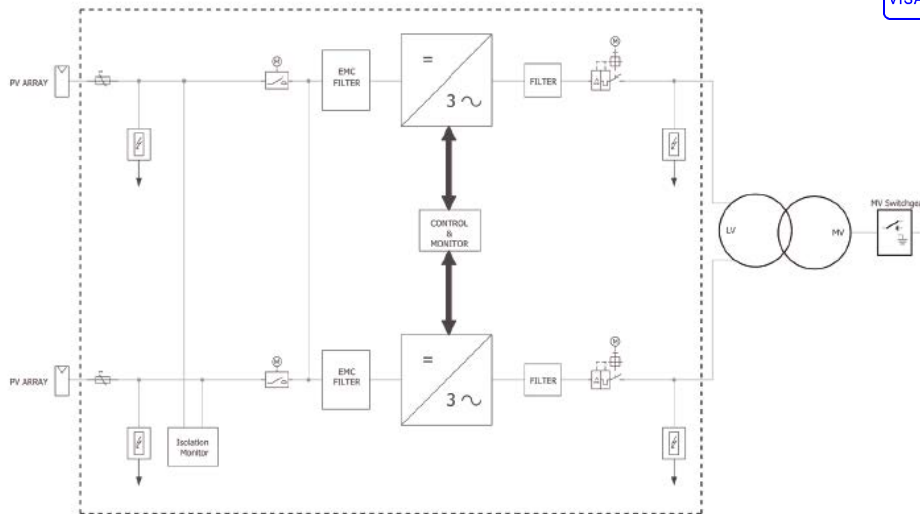


Ilustración 5: Vista General del Inversor y esquema eléctrico. Fuente: Gamesa Electric

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos generan un mínimo de potencia establecido, el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir del 0,5% de la potencia nominal el aparato empieza a inyectar a la red.

Cada inversor permite hasta 24 entradas de corriente continua en paralelo a las que se conectan las salidas de las C.S.P.

**6.4.4.2 Transformador**

La salida de tensión del inversor (<1.500 V) se eleva en el transformador hasta la tensión de la subestación de evacuación de energía.

El transformador es de tipo KNAN / ONAN en baño de aceite con conexión Dy11, con bajos requisitos de mantenimiento y está optimizado para el mejor funcionamiento durante toda la vida útil de la planta. Se puede ubicar dentro o fuera del contenedor metálico.

**6.4.4.3 Aparamenta**

La aparamenta de media tensión incluye todo lo necesario para la conexión segura y automática a la red (interruptor, fusible, relés, protecciones, celdas...). Prácticamente no requiere de mantenimiento y permite una configuración versátil. Las celdas son de SF<sub>6</sub> aisladas herméticamente.



### 6.4.5 CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

El controlador de planta fotovoltaica, PPC (de las siglas en inglés Power Plant Controller) permite:

- Gestionar la energía activa y reactiva para emparejar generación y consumo
- Regular el factor de potencia en el punto de acoplamiento común.
- Regular el voltaje en el punto de acoplamiento común.
- Inyección de corriente reactiva durante caídas de voltaje o inmediatamente después de éstos.
- Inyectar / absorber energía reactiva por la noche
- Controlar la potencia activa, regulación de frecuencia, control en rampa...
- Controlar ocasionalmente equipos adicionales como bancos de condensadores bobinas o baterías.

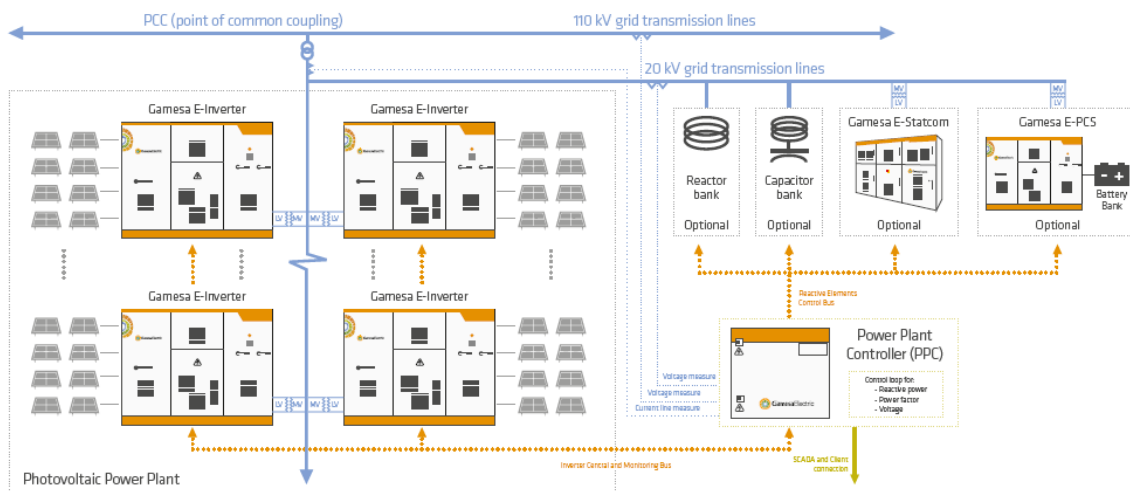


Ilustración 6: Diagrama conexionado del controlador de planta FV. Fuente: Gamesa Electric

### 6.4.6 SERVIDOR WEB

Cada inversor es accesible a través de internet introduciendo su dirección IP. En el caso que no hubiera conexión a internet, se puede acceder a los datos del inversor mediante un cable de Ethernet.

El servidor web, permite tanto el control remoto como la monitorización del PFV.

- Control:
  - o Iniciar o parar el inversor
  - o Definir el factor de potencia
  - o Definir un máximo de potencia activa.



- Monitorización:
  - Parámetros eléctricos
  - Parámetros térmicos
  - Avisos y alarmas
  - Energía activa y reactiva generada

Toda esta información se puede enviar a un SCADA particular para su posterior análisis.



Ilustración 7: Webserver. Fuente: Gamesa Electric

## 6.5 INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

### 6.5.1 CONFIGURACIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

El esquema general de conexión de un parque fotovoltaico se puede observar en la Ilustración 8. Los módulos FV agrupados en ramas se conectan a las CSP, las cuales combinan este cableado adaptándolo para poder conectarse a los inversores.

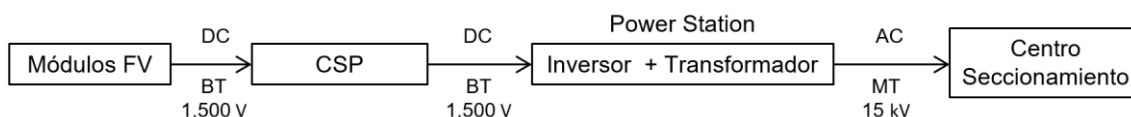


Ilustración 8: Esquema general de conexión del PFV

El PFV TULIVANA de 2,5 MW / 3,125 MWp está compuesto por 1 bloque de potencia de 2,5 MW, sumando un total de 2,5 MW de potencia nominal en corriente alterna. La potencia pico del parque fotovoltaico es 3,125 MWp.

#### 6.5.1.1 Tramo ramas de módulos FV – CSP

Las ramas están formadas por 28 módulos fotovoltaicos conectados en serie. Los seguidores que sostienen los módulos son de configuración vertical. La configuración de los seguidores es de 1V x 28 por lo que cada seguidor contiene una rama de 28 módulos.

Los cables de baja tensión (BT) para la conexión entre las ramas y las CSP son de cobre de 2 x 1 x 6 mm<sup>2</sup> y/o 10 mm<sup>2</sup> de sección de tipo ZZ-F con aislamiento 1,8 kV en continua.

Van instalados bajo los seguidores fotovoltaicos hasta uno de los extremos donde se fijan a tierra y se entierran en zanjas excepto en los cruces donde van entubados.

### 6.5.1.2 Tramo CSP – Inversores

Los cables de BT para la conexión entre las CSP y los inversores serán de aluminio de 2 x 2 x 240/300/400 mm<sup>2</sup> de sección, de tipo XZ1 con aislamiento 1,8 kV en continua e irán directamente enterrados en zanja excepto en los cruces donde irán entubados.

### 6.5.1.3 PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

Los 2,5 MW del PFV TULIVANA están conectados en un único circuito eléctrico, que une el bloque de potencia hasta llegar al Centro de Seccionamiento de Línea:

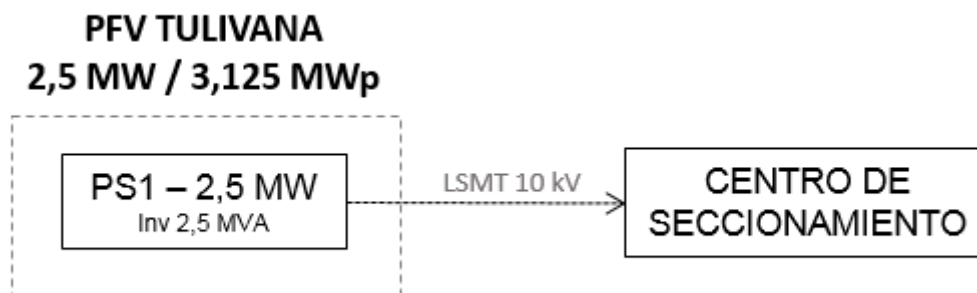


Ilustración 9: Esquema de conexión de la red de MT del PFV

Los componentes básicos para el parque fotovoltaico se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8: Componentes básicos para Parque Fotovoltaico

Descripción	Cantidad
Número de módulos 400 Wp	6.272
Seguidor solar 1 eje para 28 módulos (1Vx28)	298
Cajas de Seccionamiento y Protección (CSP)	10
Inversor 2.500 kVA	1
Power Station 2,5 MVA (Inversor + CT)	1
Potencia (MW)	2,5
Potencia pico (MWp)	3,125



## 6.5.2 CIRCUITOS ELÉCTRICOS

### 6.5.2.1 Circuitos de Baja Tensión

Los circuitos de energía eléctrica en BT corresponden a los circuitos de corriente continua desde las ramas de módulos fotovoltaicos hasta las CSP y a los circuitos de corriente continua desde las CSP hasta los inversores.

Los cables de las ramas serán de tipo solar e irán instalados bajo los seguidores fotovoltaicos hasta uno de los extremos donde bajarán a tierra e irán enterrados bajo tubo hasta las CSP. Serán necesarios para evacuar la energía generada cables de cobre (Cu) 2 x 1 x 6 y/o 10 mm<sup>2</sup> de sección tipo ZZ-F/H1Z2Z2-K. Estos cables serán – según IEC 60228 - de cobre electrolítico estañado clase 5, finamente trenzado, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) HEPR 120°C y cubierta exterior de elastómero termoestable libre de halógenos. El aislamiento y la cubierta están sólidamente unidos (aislamiento de dos capas). La tensión nominal del cable en CC es de 1,5 kV, siendo la máxima tensión de servicio admisible de 1,8 kV.

Los cables de BT para la conexión entre las CSP y el inversor central serán de aluminio (Al) de 2 x 2 x 240/300/400 mm<sup>2</sup> de sección tipo XZ1. Según UNE-EN 60228, serán cables rígidos de clase 2, con aislamiento XLPE tipo DIX3 y cubierta tipo cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos. El nivel de aislamiento del cable será de 0,6/1 kV en CA e irá directamente enterrado en zanja excepto en los cruces donde irá entubado.

### 6.5.2.2 Circuitos de Media Tensión

La energía generada en el parque fotovoltaico se recoge con un circuito subterráneo de media tensión (10 kV), con inicio en la Power Station del PFV y final en el Centro de Seccionamiento (CS) de Línea.

Esta red subterránea será en régimen permanente, con corriente alterna trifásica, a 50 Hz de frecuencia y a la tensión nominal de 10 kV.

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada	Intensidad Acumulada	Long	Nº Ternas	Sección	I <sub>max</sub>	Caída tensión	Pérdida potencia	
		MW	A			km		mm <sup>2</sup>	A	%
1	CT - CS	2,5	151,9	1,15	1	400	445,0	0,38	0,32	7,93

<b>TOTAL PFV</b>	<b>2,50</b>	<b>MW</b>						<b>0,38%</b>	<b>0,32%</b>	<b>7,93</b>
------------------	-------------	-----------	--	--	--	--	--	--------------	--------------	-------------



Se puede ver que tanto las pérdidas de potencia como la máxima caída de tensión son inferiores a los límites establecidos.

La sección de conductor en los diferentes tramos podrá ser variable dentro del rango: 95, 150, 240, 400, 630 mm<sup>2</sup>, y será calculada con mayor detalle en el proyecto constructivo.

### Cable aislado de potencia

Los conductores a utilizar serán cables unipolares tipo RHZ1 12/20 kV de Aluminio<sup>1</sup>, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

Estarán debidamente apantallados y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instale o la producida por corrientes vagabundas, y tendrá suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que pueda ser sometido durante el tendido.

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

Se dispondrán directamente enterrados en terreno, formando una terna. El número de ternas, sección y longitud de los conductores varía según el tramo.

Las características principales de los cables serán:

- *Tipo de cable:*.....RHZ1
- *Tensión:* ..... 12/20 kV
- *Conductor:*..... Aluminio
- *Aislamiento:*.....Polietileno Reticulado (XLPE)
- *Pantalla:* ..... Corona de hilos de Cu

### Terminaciones

Las terminaciones se instalarán en los extremos de los cables para garantizar la unión eléctrica de éste con otras partes de la red, manteniendo el aislamiento hasta el punto de la conexión.

<sup>1</sup> Los cables son de 12/20 kV ya que en un futuro E-Distribución tiene planteado aumentar la tensión de la línea seccionada a 15 kV.



Las terminaciones limitarán la capacidad de transporte de los cables, tanto en servicio normal como en régimen de sobrecarga, dentro de las condiciones de funcionamiento admitidas.

Del mismo modo, las terminaciones admitirán las mismas corrientes de cortocircuito que las definidas para el cable sobre el cual se van a instalar.

### Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Estos empalmes podrán ser enfilables, retráctiles en frío o con relleno de resina y no deberán disminuir en ningún caso las características eléctricas y mecánicas del cable empalmado.

### Protecciones

Para la protección contra sobrecargas, sobretensiones, cortocircuitos y puestas a tierra se dispondrán en las Subestaciones Transformadoras los oportunos elementos (interruptores automáticos, relés, etc.), los cuales corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte la línea subterránea en proyecto.

### 6.5.3 CABLES DE FIBRA ÓPTICA

En caso de ser necesario, las comunicaciones a implementar en la línea subterránea se basarán siempre en fibra óptica tendida conjuntamente con el cable. Las líneas con cable subterráneo no pueden soportar comunicaciones mediante ondas portadoras a causa de la elevada capacidad de este tipo de cables.

El cable de fibra óptica estará formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección antirroedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas.



Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

#### 6.5.4 PUESTA A TIERRA

La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre los elementos eléctricos que componen el PFV y electrodos enterrados en el suelo con objeto de garantizar la seguridad de personas y equipos en caso de faltas o descargas a tierra.

La red de tierras se realizará siguiendo un esquema TT. De esta forma, se conectarán todas las masas del parque entre sí y por otro lado se realizará un mallazo de tierra independiente para cada transformador de servicios auxiliares de los inversores.

Todo el sistema estará interconectado en paralelo, y unirá también mediante un latiguillo de tierras toda la estructura metálica de la planta.

Alrededor de los centros de transformación e inversión se instalará un mallazo de tierra al cual se conectará todas las puestas a tierra previstas de los equipos, de forma que se forme un anillo entre los centros de transformación e inversión y el centro de control del parque. Este anillo será interconectado con la red de tierras de la planta.

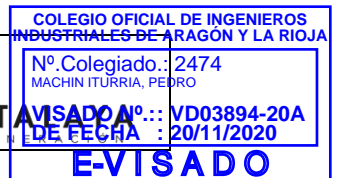
Además de este mallazo, se realizará otro mallazo independiente cercano a cada inversor para conectar el neutro de los transformadores de servicios auxiliares de los inversores.

La instalación de puesta a tierra estará constituida por una red de tierra mallada, reforzada por electrodos de puesta a tierra (en caso de ser necesario) para asegurar un valor de resistencia de puesta a tierra acorde a las indicaciones de los estándares de aplicación. A la malla se conectarán alternativamente las armaduras metálicas de pilares de hormigón, así como las estructuras metálicas.

Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:

- Cable de cobre desnudo
  - Alrededor de las Power Station.....50 mm<sup>2</sup>
  - Resto de zonas .....35 / 50 mm<sup>2</sup>
- Picas de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y diámetro de 14 mm<sup>2</sup>:
  - En cada CSP





- En las esquinas del mallazo de cada Power Station
- A lo largo del vallado perimetral, ubicadas en los puntos donde se hallan los báculos del sistema CCTV
- En las esquinas del mallazo de cada transformador de servicios auxiliares

Los conductores de tierra se tenderán en la misma zanja que los circuitos de fuerza del parque directamente enterrados, y grapados a los postes de los seguidores hasta su canalización por zanja.

## 6.6 OBRA CIVIL

La instalación del PFV requiere una serie de actuaciones sobre el terreno para poder implantar todas las instalaciones necesarias para su construcción. Estas actuaciones comienzan con el desbroce y limpieza del terreno, y el movimiento de tierras necesario incluyendo accesos y viales interiores, así como las zanjas para el tendido de los diferentes circuitos de baja y media tensión.

Además, se realizarán todas las catas del terreno necesarias para efectuar todos los trabajos objeto del presente documento.

### 6.6.1 DESBROCE, LIMPIEZA DEL TERRENO Y GESTIÓN DE LA TIERRA VEGETAL

Se trata de un terreno de tierra labrada sin vegetación, por lo tanto el desbroce se considerará casi nulo.

El desbroce y limpieza del terreno de la zona afectada se realizará mediante medios mecánicos. Comprenderá los trabajos necesarios para la retirada de maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente en la zona proyectada.

En el trazado de caminos y zanjas se retirará la capa de tierra vegetal hasta una profundidad media de 25 cm.

La tierra vegetal no se llevará a vertedero. En el caso de la zanja, se acopiará en un cordón lateral de no más de 1 metro de altura junto a la excavación de la misma para su posterior extendido sobre ella, minimizando así el posible impacto visual que se podría generar. En el caso de caminos, se acopiará la tierra vegetal retirada para su posterior extendido en parcelas adyacentes.



## 6.6.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

Dadas las características de la orografía del terreno, solo será necesario realizar movimientos de tierra en algunas zonas de la explanada donde se ubican los seguidores con objeto de adecuar el terreno a la pendiente asumible por los mismos.

Otros movimientos de tierra a realizar en la construcción del parque son los asociados a la formación de la explanada donde se ubica el centro de transformación, al trazado de los caminos interiores y de acceso al parque, así como a la ejecución de las zanjas para el alojamiento de los cables de baja y media tensión.

El trazado en planta y alzado de los caminos se ha ajustado a la orografía del terreno con el fin de minimizar el movimiento de tierras y siempre atendiendo al criterio de menor afección al medio.

Para poder calcular el volumen de las tierras se ha descargado del Centro Nacional de Información Geográfica un modelo digital del terreno obtenido por interpolación a partir de la clase terreno de vuelos Lidar del Plan Nacional de Ortofotografía Aérea (PNOA) obtenidas por estereocorrelación automática de vuelo fotogramétrico PNOA con resolución de 25 a 50 cm/píxel.

Se ha intentado compensar el volumen de desmonte y terraplenado para aprovechar al máximo las tierras, de forma que el transporte de tierras a vertedero se vea reducido al mínimo posible.

El cálculo de la cubicación se ha realizado con el software topográfico MDT, obteniendo los siguientes resultados (ver tabla):

Tabla 9: Volumen de tierras y firmes de los ramales del PFV

EJE	Longitud (m)	Vol. Tierras			Vol. Firmes	
		Desmonte (m <sup>3</sup> )	Terraplen (m <sup>3</sup> )	T.Vegetal (m <sup>3</sup> )	Subbase (m <sup>3</sup> )	Base (m <sup>3</sup> )
ACCESOS	42,35	101,73	15,86	104,52	45,14	28,51
CAMINOS INTERIORES	1.442,42	507,75	532,14	2.428,87	978,97	598,60
EXPLANADAS CT		9,74	14,60	12,17	-	-
EXPLANADA PFV		807,64	741,80	817,60	-	-
<b>SUMA TOTAL</b>	<b>1.484,77</b>	<b>1.426,86</b>	<b>1.304,39</b>	<b>3.363,16</b>	<b>1.024,11</b>	<b>627,12</b>

- Volumen de desmonte = 1.426,86 m<sup>3</sup>
- Volumen de terraplén = 1.304,39 m<sup>3</sup>



De lo anterior se obtiene un balance de tierras de 122,47 m<sup>3</sup>, en este caso se trata de tierras sobrantes. La gestión de las tierras consiste en reutilizarlas en la medida de lo posible en la propia obra, siendo el resto retirado prioritariamente a plantas de fabricación de áridos para su reciclaje o, si esto no fuera posible, a vertederos autorizados.

El movimiento de tierras calculado se ha realizado en base a cartografía básica, tal y como se ha indicado anteriormente, por lo que podrá sufrir variaciones con el estudio topográfico de detalle que se llevará a cabo antes de la ejecución del parque.

### 6.6.3 VIALES DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

La red de viales del parque fotovoltaico está constituida por el vial de acceso al parque y los caminos interiores para el montaje y mantenimiento de los diferentes componentes.

En el diseño de la red de viales, se procede a la adecuación de los caminos existentes en los tramos en los que no tengan los requisitos mínimos necesarios para la circulación de los vehículos especiales, y en aquellos puntos donde no existan caminos se prevé la construcción de nuevos caminos.

Como características más importantes de los viales del parque hay que señalar el hecho de que se cumple con las especificaciones mínimas necesarias con un aprovechamiento máximo de los viales existentes, por lo que la afección resultante es la menor posible.

#### 6.6.3.1 Vial de acceso

El acceso al PFV desde Jaca se realiza desde la carretera nacional N-330a, entrando en la población de Jaca. Se coge la calle del Coso y se gira hacia el sur hacia el Camino Bajada de Baños, dirección al Camping Aín Jaca Pirineo. Lindando al este y al sur con el Camping, se encuentran las dos zonas del PFV.

Se contempla la adecuación del camino existente en los tramos en los que no tenga los requisitos mínimos necesarios para la circulación de vehículos de montaje y mantenimiento de los componentes fotovoltaicos.

Los caminos tendrán las siguientes características:

- Anchura del vial: 5 m
- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 8 %.



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

- Radio mínimo de curvatura en el eje de 10 m.
- Talud de desmonte 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).
- Espesor de excavación de tierra vegetal de 25 cm.

### 6.6.3.2 Viales interiores

Los viales interiores del parque fotovoltaico partirán desde los puntos de acceso al recinto. Se construirán caminos principales que llegarán a los Centros de Transformación, así como viales perimetrales que se conectarán con los caminos principales.

Tendrán las siguientes características:

- Anchura del vial: 4 m
- Sección de firme formada por dos capas: 10 cm de espesor de base y 15 cm de espesor de sub-base de zahorra, compactada al 98 % P.M.
- Pendiente longitudinal máxima del 8 %.
- Radio mínimo de curvatura en el eje de 10 m.
- Talud de desmonte 1/1.
- Talud de terraplén 3/2.
- Talud de firme 3/2.
- Cunetas de 80 cm de anchura y 40 cm de profundidad (para la evacuación de las aguas de escorrentía).

### 6.6.3.3 Drenaje

Para la evacuación de las aguas de escorrentía se dispone de dos tipos de drenaje: drenaje longitudinal y drenaje transversal.

Para el tipo de drenaje longitudinal, se han previsto cunetas laterales de tipo "V" a ambos márgenes de los viales con la sección y dimensiones adecuadas.

El tipo de drenaje transversal se utilizará en los puntos bajos de los viales interiores en los que se puedan producir acumulaciones de agua, instalando en esos puntos obras de fábrica y/o vados hormigonados que faciliten la evacuación del agua.



#### 6.6.4 HINCADO DE LOS SEGUIDORES SOLARES

El método principal de instalación de seguidores fotovoltaicos en este parque es el hincado, ya que es el más apropiado debido a las características geológicas del terreno. Esta tecnología permite minimizar la afección sobre el terreno ya que no requiere cimentaciones.

Este sistema permite fijar cada pilote al terreno ajustando la profundidad del hincado mediante la utilización de una máquina hidráulica (ver Ilustración 10). Para ello, se fija el pilote a la parte superior de la máquina y mediante un control electrónico, se regula la velocidad, orientación y fuerza de hincado. Este proceso resulta ágil y económico.

Durante la fase de construcción del parque se llevará a cabo un estudio geotécnico del terreno, así como el test de hincado. Si en alguna de las zonas, el terreno no fuese apropiado para este método, se estudiará otro tipo de anclaje de la estructura, como podría ser mediante tornillo o zapata de hormigón.



Ilustración 10: Máquina hinca postes. Fuente: Pauselli Group

#### 6.6.5 CIMENTACIÓN DE POWER STATIONS

El inversor y centro de transformación forman la Power Station que se ubicará sobre plataforma de hormigón cubierta de cama de arena y con un acerado perimetral que evite la entrada de humedad, tanto si es un contenedor metálico o un prefabricado de hormigón.

La cimentación se realizará con base de zapatas de hormigón y muros de ladrillo de fábrica para el apoyo del contenedor y elevarlo sobre el nivel del terreno para facilitar la ventilación y el acceso al montaje y mantenimiento del cableado.



### 6.6.6 ZANJAS PARA EL CABLEADO

Las zanjas tendrán por objeto alojar las líneas subterráneas de baja y media tensión, el conductor de puesta a tierra, el cableado de vigilancia y la red de comunicaciones.

El trazado de las zanjas se ha diseñado tratando que sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables utilizados.

Las canalizaciones principales se dispondrán junto a los caminos de servicio, tratando de minimizar el número de cruces, así como la afección al medio ambiente y a los propietarios de las fincas por las que trascurren.

En el parque nos encontraremos con dos tipos de zanjas:

- Zanja en tierra
- Zanja para cruces

Para ver las diferentes zanjas tipo consultar el documento Planos.

#### 6.6.6.1 Zanja en tierra

La zanja en tierra se caracteriza porque los cables se disponen enterrados directamente en el terreno, sobre un lecho de arena lavada de río. Las dimensiones de la zanja atenderán al número de cables a instalar.

Los cables se tienden sobre una capa base de unos 10 cm de espesor, y encima de ellos irá otra capa de arena hasta completar un mínimo de 30 cm. Sobre ésta se coloca transversalmente una protección mecánica (ladrillos, rasillas, cerámicas de PPC, etc.).

Posteriormente se rellenará la zanja con una capa de espesor variable de material seleccionado y se terminará de rellenar con tierras procedentes de la excavación, colocando a 25-35 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

#### 6.6.6.2 Zanjas para cruces

Las canalizaciones en cruces serán entubadas y estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético, hormigonados, de suficiente resistencia mecánica y debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 160 ó 200 mm en función de la sección de conductor, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.



Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entubaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán protegidos por una capa de hormigón de HM-20 de espesor variable en función de los conductores tendidos.

El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación, con el mismo material que existía en ella antes de su apertura, colocando a 25-35 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

### 6.6.7 ARQUETAS

Las arquetas serán prefabricadas o de ladrillo sin fondo para favorecer la filtración de agua. En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En todos los casos, deberá estudiarse por el proyectista el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces, obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

### 6.6.8 HITOS DE SEÑALIZACIÓN

Para identificar el trazado de la red subterránea de media tensión fuera del parque fotovoltaico se colocarán hitos de señalización de hormigón prefabricados cada 50 m y en los cambios de dirección.

En estos hitos de señalización se indicará en la parte superior una referencia que advierta de la existencia de cables eléctricos.

### 6.7 INSTALACIONES AUXILIARES

Se construirán instalaciones auxiliares para mantener la seguridad y el correcto funcionamiento del parque. Durante la fase de construcción se habilitará una zona de



acopio que permita el desarrollo de la obra. El resto de instalaciones de acopio de carácter permanente serán de carácter permanente.

### 6.7.1 ZONA DE ACOPIO Y MAQUINARIA

Para facilitar las labores de construcción del PFV se dispondrán de zonas de acopio para depositar el material y maquinaria necesarios.

### 6.7.2 VALLADO PERIMETRAL

Para disminuir el efecto barrera debido a la instalación de la planta fotovoltaica, y para permitir el paso de fauna, el vallado perimetral de la planta se ejecutará dejando un espacio libre desde el suelo de 15 cm y con malla cinegética. El vallado perimetral tendrá una altura de 2,5 metros y carecerá de elementos cortantes o punzantes como alambres de espino o similar. En el recinto quedarán encerrados todos los elementos descritos de las instalaciones y dispondrá de una puerta de dos hojas, para acceso a la planta solar.

### 6.7.3 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Para la protección del perímetro se utilizará un sistema de vídeo vigilancia con cámaras térmicas motorizadas. Las cámaras se distribuirán por todo el perímetro de la instalación alimentándose mediante un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI), los cables para esta alimentación se llevarán enterrados en zanjas que discurren por todo el perímetro del vallado.

El sistema analiza las imágenes de las cámaras detectando los objetos móviles e identifica personas o el tipo de objetos indicados. El sistema descarta objetos como bolsas, sombras, reflejos, pequeños animales, etc... Cuando una persona accede al área que se ha señalado como protegida, un vídeo con la alarma es enviado a la central de monitorización, que chequea la alarma en cuestión.

No es imprescindible que el centro de control se sitúe dentro del parque fotovoltaico, ya que el sistema de vigilancia es accesible desde cualquier lugar vía internet.

### 6.7.4 EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO

El edificio de control se encuentra dentro del PFV, próximo a la entrada y junto al camino principal. El edificio será de una única planta con una altura libre de suelo a techo de 2,5 m.





El edificio integrará el control operativo y de seguridad del parque fotovoltaico e incluirá un área de almacenamiento donde se conservarán algunos repuestos y herramientas para el mantenimiento de la instalación.

Previamente a la instalación del edificio de control y mantenimiento será necesario un desbroce y preparación previa del terreno para su cimentación. La cimentación se diseñará mediante unas pequeñas zapatas de hormigón armado o losa de hormigón armado.

El edificio incluirá todas las instalaciones auxiliares necesarias para su correcto uso.

### 6.7.5 ESTACIÓN METEOROLÓGICA

Para el correcto funcionamiento del PFV es necesario conocer las condiciones ambientales en tiempo real. Para ello, que propone la inclusión de una estación meteorológica con un mínimo de cuatro puntos de monitorización ambiental.

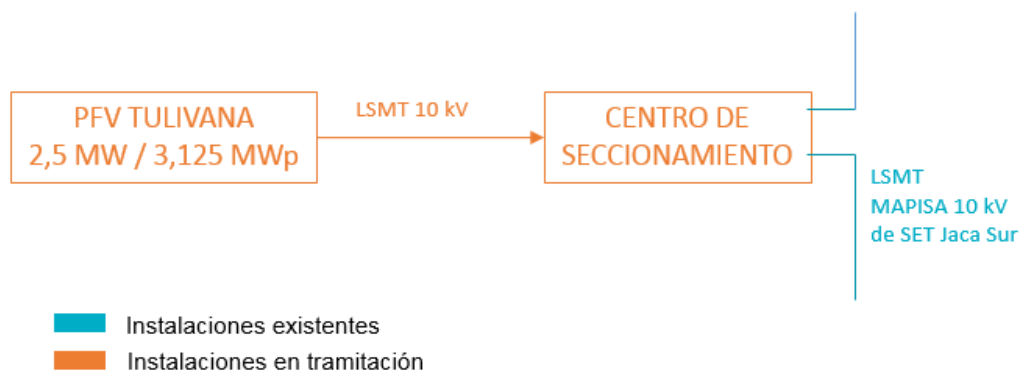
La estación meteorológica deberá medir las siguientes variables: irradiación, precipitaciones, temperatura, velocidad y dirección del viento.



## 7 INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN DE ENERGÍA DEL PROYECTO PARQUE FOTOVOLTAICO TULIVANA

Las infraestructuras de evacuación de energía del PFV TULIVANA son las siguientes:

- LÍNEA SUBTERRÁNEA 10 kV CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFV TULIVANA – CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- CENTRO DE SECCIONAMIENTO
- LÍNEA SUBTERRÁNEA ENTRADA Y SALIDA EN EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO HASTA EL PRIMER TRAMO SUBTERRÁNEO DE LA LMT MAPISA 10 KV DE SET JACA SUR.
- LASMT MAPISA 10 kV de SET JACA SUR (existente).



### 7.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA 10 kV CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFV TULIVANA – CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Desde el Centro de Transformación del PFV TULIVANA se evacúa la energía mediante una Línea Subterránea de Media Tensión de 10 kV hasta el Centro de Seccionamiento.

La instalación proyectada se trata de una línea en la que el suministro se realizará bajo tensión alterna trifásica de 10 kV de tensión nominal a una frecuencia de 50 Hz.

La longitud aproximada desde el Centro de Transformación hasta el Centro de Seccionamiento es de 1.145 m. La línea discurre principalmente por caminos y lindes de parcela hasta llegar al punto donde se encuentra el Centro de Seccionamiento.

Los conductores serán de aluminio del tipo Al RHZ1 12 / 20 kV, con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de policloruro de vinilo, enterrados directamente



en terreno. Como se puede ver en la Tabla 10, la máxima caída de tensión es de **0,38%**, valor por debajo del límite recomendado del 2 %.

Tabla 10. Caída de tensión en circuito de media tensión de PS a SET

Circuito	Tramo	Potencia Acumulada	Intensidad Acumulada	Long km	Nº Ternas	Sección	Imax A	Caída tensión	Pérdida potencia	
		MW	A			mm <sup>2</sup>		%	%	kW
1	CT - CS	2,5	151,9	1,15	1	400	445,0	0,38	0,32	7,93

### 7.1.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA

Los cables a utilizar en la red subterránea de media tensión serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 y en la ITC-LAT 06 del RLAT.

El circuito de la línea subterránea de media tensión se compondrá de dos ternas de tres conductores unipolares y de las características que se indican en la siguiente tabla:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	400 mm <sup>2</sup>

### 7.1.2 TERMINACIONES

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

- Terminaciones convencionales contráctiles o enfilables en frío, tanto de exterior como de interior: se utilizarán estas terminaciones para la conexión a instalaciones existentes con celdas de aislamiento al aire o en las conversiones aéreo-subterráneas. Estas terminaciones serán acordes a las normas UNE 211027, UNE HD 629-1 y UNE EN 61442.
- Conectores separables: se utilizarán para instalaciones con celdas de corte y aislamiento en SF6. Serán acordes a las normas UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

### 7.1.3 EMPALMES

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductor empleado y serán aptos igualmente para la tensión de servicio.

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442.

En aquellos casos en los que requiera el uso de otro tipo de empalmes (cables de distintas tecnologías, etc.) será necesario el acuerdo previo con la compañía distribuidora.

### 7.1.4 PARARRAYOS

Los pararrayos se ajustarán a la norma UNE-EN 60099.

### 7.1.5 PUESTAS A TIERRA

Las pantallas metálicas de los cables de Media Tensión se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

### 7.1.6 CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA

Las zanjas tendrán por objeto alojar la línea subterránea de media tensión, el conductor de puesta a tierra y la red de comunicaciones.

El trazado de la zanja se ha diseñado tratando que sea lo más rectilíneo posible y respetando los radios de curvatura mínimos de cada uno de los cables utilizados.

Las canalizaciones principales se dispondrán junto a los caminos de servicio, tratando de minimizar el número de cruces, así como la afección al medio ambiente y a los propietarios de las fincas por las que trascurren.

En la línea, al igual que para el parque fotovoltaico, nos encontraremos con dos tipos de zanjas:

- Zanja en tierra
- Zanja para cruces

#### 7.1.6.1 Zanja en tierra

La zanja en tierra se caracteriza porque los cables se disponen enterrados directamente en el terreno, sobre un lecho de arena lavada de río. Las dimensiones de la zanja atenderán al número de cables a instalar.



Encima de ellos irá otra capa de arena hasta completar los 30 cm de espesor. En esta se colocará una protección mecánica (ladrillos, rasillas, cerámicas de PPC, etc.) colocada transversalmente.

Después se rellenará la zanja con 50 cm de material seleccionado y se terminará de rellenar con tierras procedentes de la excavación, colocando a 40 cm de la superficie de la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

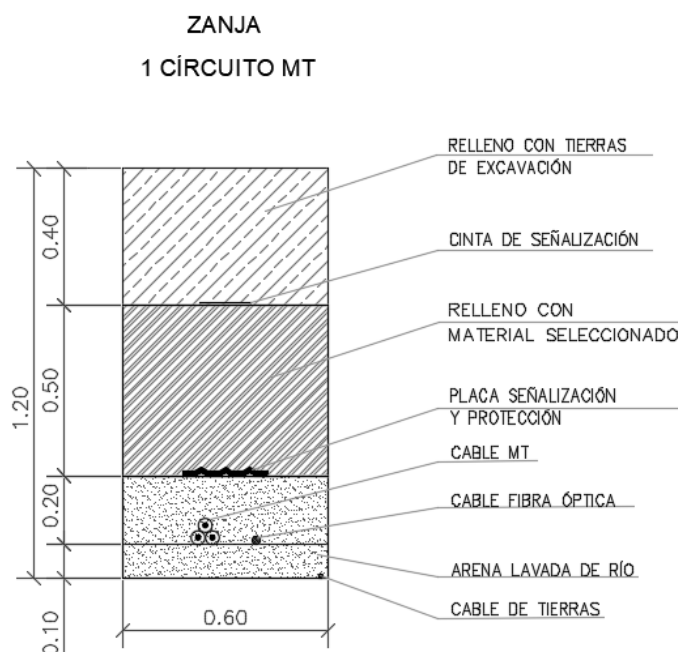


Ilustración 11. Zanja en tierra MT

### 7.1.6.2 Zanja para cruces

Las canalizaciones en cruces serán entubadas y estarán constituidas por tubos de material sintético y amagnético, hormigonados, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 200 mm, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán



situados a 1,00 m de profundidad protegidos por una capa de hormigón de 0,20 m de espesor y 0,60 m de espesor.

El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación, compactándose al 98% del Proctor Normal, colocando a 30 cm de la superficie la cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.

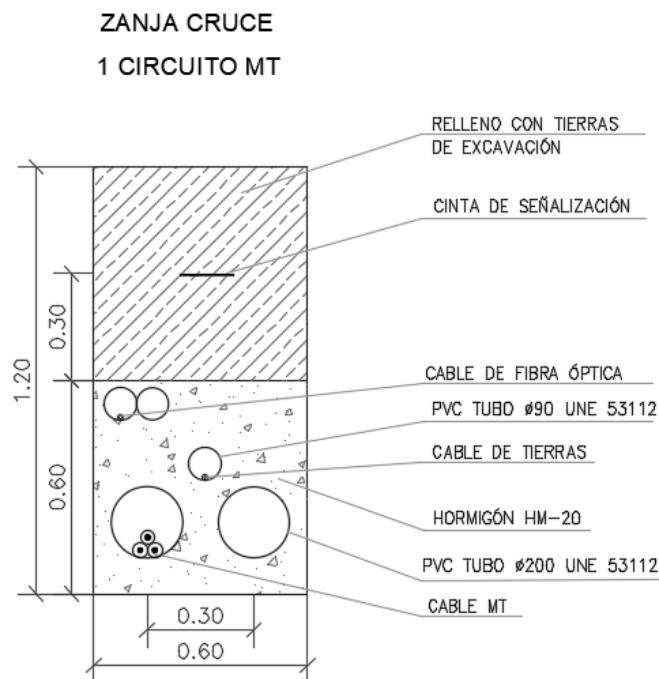


Ilustración 12. Zanja para cruce MT

### 7.1.6.3 Arquetas

Las arquetas serán prefabricadas o de ladrillo sin fondo para favorecer la filtración de agua. En la arqueta, los tubos quedarán como mínimo a 25 cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se sellarán con material expansible, yeso o mortero ignífugo de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas ciegas se rellenarán con arena. Por encima de la capa de arena se rellenará con tierra cribada compactada hasta la altura que se precise en función del acabado superficial que le corresponda.

En todos los casos, deberá estudiarse en fase de ejecución el número de arquetas y su distribución, en base a las características del cable y, sobre todo, al trazado, cruces,



obstáculos, cambios de dirección, etc., que serán realmente los que determinarán las necesidades para hacer posible el adecuado tendido del cable.

#### 7.1.6.4 Cruzamientos, proximidades y paralelismos en la línea subterránea de evacuación

Los cables subterráneos deberán cumplir los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 del RLAT, las correspondientes Especificaciones Particulares de la compañía distribuidora aprobadas por la Administración y las condiciones que pudieran imponer otros órganos competentes de la Administración o empresas de servicios, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de MT. Cuando no se puedan respetar aquellas distancias, deberán añadirse las protecciones mecánicas especificadas en el propio reglamento.

No se prevé que se produzcan otros cruzamientos distintos de los contemplados en los planos que se adjuntan. No obstante, antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán unas catas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto.

A continuación, se resumen, las condiciones a que deben responder los cruzamientos, proximidades y paralelismos de cables subterráneos.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Profundidad	Observaciones
Carreteras	Entubada y hormigonada	≥ 0,6 m de vial	Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular al eje del vial
Ferrocarriles	Entubada y hormigonada	≥ 1,1 m de la cara inferior de la traviesa	La canalización entubada se rebasará 1,5 m por cada extremo. Siempre que sea posible, el cruce se realizará perpendicular a la vía.
Depósitos de carburante	Entubada (*)	≥ 1,2 m	La canalización rebasará al depósito en 2 m por cada extremo.
Conducciones de alcantarillado	Enterrada ó entubada	-	Se procurará pasar los cables por encima de las conducciones de alcantarillado (**).

(\*): Los cables se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

(\*\*): En el caso de que no sea posible, el cable se pasará por debajo y se dispondrán separados mediante tubos, conductos o divisorias, constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Siempre que sea posible, los conductores de AT discurrirán por debajo de los de BT. Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).



DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Cruzamiento	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1 m del punto de cruce (*).
Acometidas o Conexiones de servicio a un edificio	-	≥ 30 cm a ambos lados	La entrada de las conexiones de servicio a los edificios, tanto de BT como de MT, deberá taponarse hasta conseguir una estanqueidad perfecta (*).

(\*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Cruzamiento	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(\*): La protección complementaria estará constituida preferentemente por materiales cerámicos y garantizará una cobertura mínima de 0,45 m a ambos lados del cruce y 0,30 m de anchura centrada con la instalación que se pretende proteger. En el caso de líneas subterráneas de alta tensión entubadas, se considerará como protección suplementaria el propio tubo.

(\*\*): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.

DISTANCIAS DE SEGURIDAD			
Proximidad o paralelismo	Instalación	Distancia	Observaciones
Cables eléctricos	Enterrada ó entubada	≥ 25 cm	Los conductores de AT podrán instalarse paralelamente a conductores de BT o AT (*).
Cables telecomunicaciones	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	(*)
Canalizaciones de agua	Enterrada ó entubada	≥ 20 cm	Los empalmes de ambas instalaciones distarán al menos 1m del punto de cruce (*).

(\*): En el caso de que no sea posible cumplir con esta condición, será necesario separar ambos servicios mediante colocación bajo tubos de la nueva instalación, conductos o colocación de divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica.





DISTANCIAS DE SEGURIDAD				
Proximidad o paralelismo	Instalación	Presión de la instalación	Distancia sin protección adicional	Distancia con protección adicional (*)
Canalizaciones y acometidas de gas	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 25 cm	≥ 15 cm
Acometida interior de gas (**)	Enterrada ó entubada	En alta presión > 4 bar	≥ 40 cm	≥ 25 cm
		En baja y media presión ≤ 4 bar	≥ 20 cm	≥ 10 cm

(\*): La protección complementaria estará constituidos preferentemente por materiales cerámicos o por tubos de adecuada resistencia.

(\*\*): Se entenderá por acometida interior de gas el conjunto de conducciones y accesorios comprendidos entre la llave general de la compañía suministradora y la válvula de seccionamiento existente entre la regulación y medida.



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO N.º.: VD03894-20A  
 DE FECHA.: 20/11/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## 7.2 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El Centro de Seccionamiento se ubica en el paraje Paquillones, en el TM de Jaca, junto a la SET Jaca Sur y a la línea Mapisa 10 kV de SET Jaca Sur, titularidad de E-DISTRIBUCIÓN, la cual se secciona para evacuar la energía generada en el PFV TULIVANA. E-DISTRIBUCIÓN realizará entrada y salida en el seccionamiento.

Las coordenadas del Centro de Seccionamiento son:

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	700.682	4.714.925
2	700.682	4.714.923
3	700.688	4.714.923
4	700.688	4.714.925

### 7.2.1 CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El centro de seccionamiento consta de una única caseta prefabricada en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica, máquinas y demás equipos. Según la Norma Particular NRZ102 (E-DISTRIBUCIÓN), el nivel de aislamiento se define en función del nivel de tensión de red, siendo el aislamiento de 24 kV para tensiones nominales menores de 20 kV. En este caso, puesto que la LMT a la que se le procede el seccionamiento es de 10 kV, se definirá la tensión más elevada para el material como 24 kV.

En el documento FGH00200 (E-DISTRIBUCIÓN) se listan los fabricantes seleccionados para los edificios prefabricados y celdas dieléctrico que cumplirían con las especificaciones técnicas de la compañía. Se ha escogido para el presente proyecto el fabricante Ormazabal, tanto para el edificio como para las celdas con fin de asegurar mayor compatibilidad de componentes y facilidad de instalación.

Se escoge un edificio monobloque por su instalación sencilla, calidad uniforme y precio económico, ya que se reducen los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. En la Ilustración 13 se muestra la configuración del centro de seccionamiento propuesto. También se encuentra información en el documento Planos y en Anejos las especificaciones técnicas.



**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

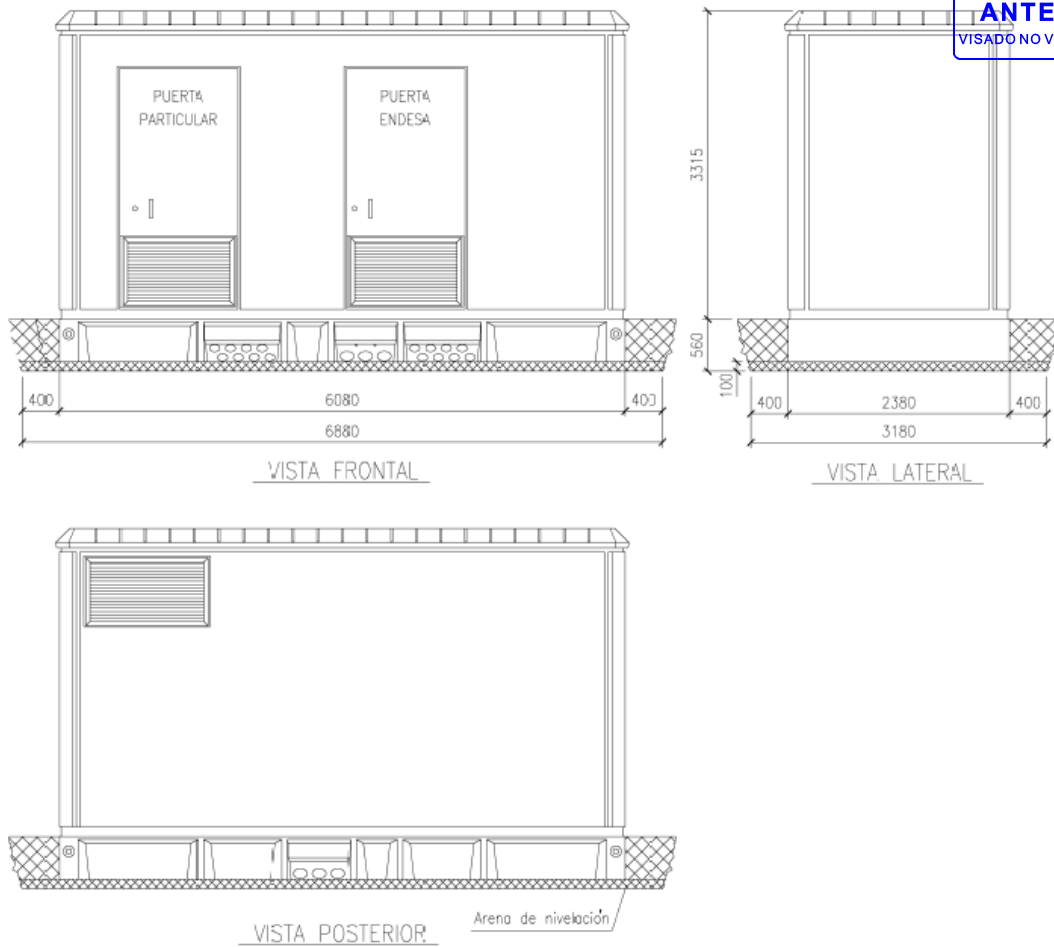


Ilustración 13. Centro de Seccionamiento. Modelo PFV-4. Fuente: Ormazabal

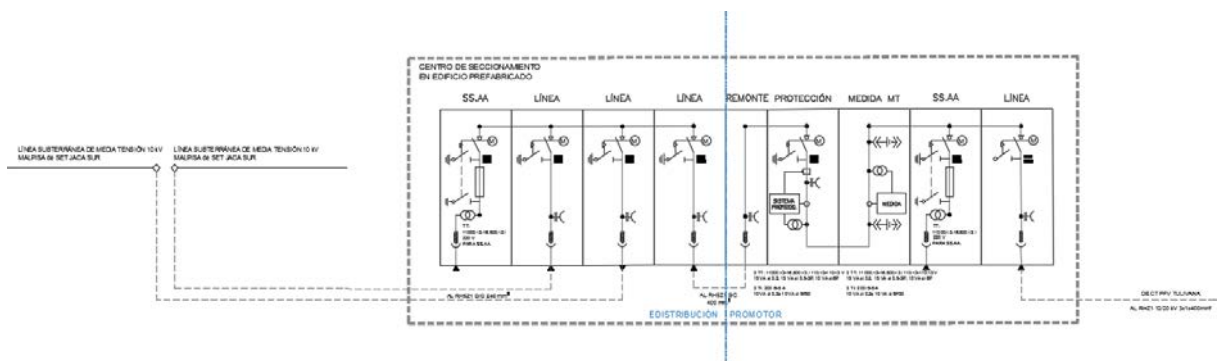


Ilustración 14. Centro de Seccionamiento. Unifilar



El centro de seccionamiento albergará la siguiente equipación:

- *Instalación privada*
  - 1 Celda de línea con interruptor-seccionador para llegada de línea de cliente.
  - 1 Celda de medida.
  - 1 Armario de medida.
  - 1 Celda de protección con interruptor automático y protecciones.
  - 1 Celda de remonte
  - 1 Celda de protección con fusibles y transformador de tensión para servicios auxiliares
- *Instalación LMT Mapisa 10 kV (ubicada en recinto independiente con acceso)*
  - 1 Celda de línea con interruptor-seccionador para frontera con la instalación del cliente.
  - 2 Celdas de línea con interruptor-seccionador para entrada y salida de línea.
  - 1 Celda de protección con fusibles y transformador de tensión para servicios auxiliares
  - 1 Cuadro de baja tensión
  - 1 Armario de telemando
  - 1 Armario de telecontrol

## 7.2.2 CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

El Centro de Seccionamiento consta de una única envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos. El edificio quedará dividido en dos recintos independientes, uno en el que se recoge la energía generada por el parque y su medida y otro en el que se realiza el seccionamiento de la línea de E-DISTRIBUCIÓN.

- Edificio

Los Centros de Seccionamiento, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presenta este tipo de edificios prefabricados, es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación.



Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

- Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

- Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables MT y BT a los que se accede desde unas troneras cubiertas con losetas.

- Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.



Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento y evitar aperturas intempestivas del Centro de Seccionamiento.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación del Centro de Seccionamiento es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

### 7.2.3 CARACTERÍSTICAS DE LA APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

El Centro de Seccionamiento cuenta con un circuito procedente del parque de la planta fotovoltaica y la entrada y salida de la línea que se secciona.

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

A continuación, se detallan las características de las celdas:

- CELDAS

Las celdas forman un sistema de equipos modulares de reducidas dimensiones para MT, con aislamiento y corte en gas, cuyos embarrados se conectan consiguiendo una



conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (salinidad, inundación, etc.). Estas celdas estarán preparadas para ser telemandadas por E-DISTRIBUCIÓN de forma remota, mediante los mecanismos que se describen en apartados posteriores.

Las partes que componen estas celdas son:

- Base y frente:

La base soporta todos los elementos que integran la celda. La rigidez mecánica de la chapa y su galvanizado garantizan la indeformabilidad y resistencia a la corrosión de esta base. La altura y diseño de esta base permite el paso de cables entre celdas sin necesidad de foso (para la altura de 1.800 mm), y facilita la conexión de los cables frontales de acometida.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El sistema de alarma sonora de puesta a tierra se activa cuando, habiendo tensión en la línea, se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Cuba:

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante más de 30 años, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de entrega.



En su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrés, interruptor-seccionador, puesta a tierra, tubos portafusible).

- Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra:

El interruptor disponible de tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando:

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual.

- Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas son tales que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída

- Características eléctricas:

Las características generales de las celdas serán las siguientes:

Tensión nominal: 24 kV

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min)  
a tierra y entre fases: 50 kV





- a la distancia de seccionamiento: 60 kV
- Impulso tipo rayo
  - a tierra y entre fases: 125 kV
  - a la distancia de seccionamiento: 145 kV

### 7.2.3.1 Celda de línea con interruptor-seccionador

La celda está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

Dimensiones: 365 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre:	20 kA

### 7.2.3.2 Celda de remonte

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características: La celda de interruptor pasante con puesta a tierra a la derecha, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra (derecha) del embarrado. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión y puede llevar un



sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Dimensiones: 365 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre:	20 kA

### 7.2.3.3 Celda entrada/salida de línea con interruptor-seccionador

La celda está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Dimensiones: 365 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	20 kA
Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	50 kA
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre:	20 kA



Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

#### 7.2.3.4 Celda de protección

La celda de protección con interruptor automático y protecciones, está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

Dimensiones: 460 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 845 mm de fondo.

Tensión asignada: 24 kV

Intensidad asignada: 630 A

Nivel de aislamiento

- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV

Capacidad de cierre: 20 kA

Además, contará con transformadores de tensión e intensidad para medida y protección.

Estos transformadores son de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de medida: 3 Transformadores de Tensión (TT) y 3 Transformadores de Intensidad (TI):

- 3 TT's: 11.000:  $\sqrt{3}$  – 16.500:  $\sqrt{3}$  / 110:  $\sqrt{3}$ -110:  $\sqrt{3}$  V, 15 VA cl 0.2, 15 VA cl 0.5-3P, 10 VA cl 6P
- 3 TI's: 200 /5-5 A, 10 VA cl 0,2s 10 VA cl 5P30



Los transformadores de intensidad estarán preparados para soportar la intensidad máxima de falta, en función de la potencia de cortocircuito indicada por EDistribución, sin llegar a saturación.

Esta celda dispondrá de mecanismos motorizados para su telemando.

### 7.2.3.5 Celda de protección para transformador de servicios auxiliares

La celda de protección con ruptofusible, está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un ruptofusible enclavado con el seccionador. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión.

Dimensiones: 437 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 735 mm de fondo.

Tensión asignada:	24 kV
Intensidad asignada:	630 A
Nivel de aislamiento	
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta):	125 kV
Capacidad de cierre:	20 kA

Además, contará con un transformador de tensión para suministro de servicios auxiliares en baja tensión.

Estos transformadores son de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

- 11.000:  $\sqrt{3}$  – 16.500:  $\sqrt{3}$  / 220:  $\sqrt{3}$  V

### 7.2.3.6 Celda de medida

Celda con envolvente metálica, formada por un módulo con las siguientes características: La celda de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los aparatos de medida, control y contadores de medida de energía. Esta celda incorpora los transformadores de tensión e intensidad. La tapa de la celda cuenta con los dispositivos



que evitan la posibilidad de contactos indirectos y permiten el sellado de la misma para garantizar la no manipulación de las conexiones.

Dimensiones: 800 mm de ancho x 1.740 mm de alto x 1.025 mm de fondo.

Tensión asignada: 24 kV

Estos transformadores son de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:

Transformadores de medida: 3 Transformadores de Tensión (TT) y 3 Transformadores de Intensidad (TI):

- 3 TT's: 11.000:  $\sqrt{3}$  – 16.500:  $\sqrt{3}$  / 110:  $\sqrt{3}$ -110:  $\sqrt{3}$  V, 15 VA cl 0.2, 15 VA cl 0.5-3P, 10 VA cl 6P
- 3 TI's: 200 /5-5 A, 10 VA cl 0,2s 10 VA cl 5P30
- Los transformadores de intensidad estarán preparados para soportar la intensidad máxima de falta, en función de la potencia de cortocircuito indicada por EDistribución, sin llegar a saturación.
- Esta celda dispondrá de cuadro para telemedida.

### 7.2.3.7 Equipos de medida

En el interior del Centro de Transformación se instalará equipo de medida, del tipo indirecto en Media Tensión, construido según normas de la Compañía Suministradora E-DISTRIBUCIÓN. Será un equipo de medida bidireccional, que mida la energía generada neta.

El equipo de medida estará formado por los siguientes elementos:

- Armario de doble aislamiento de poliéster reforzado con fibra de vidrio, IP-43, de medidas mínimas 750 mm de alto x 500 mm de largo x 300 mm de fondo, según normas E-DISTRIBUCIÓN.
- Contador electrónico combinado, compuesto por:
  - Contador de energía activa trifásico 110/ $\sqrt{3}$  V, medida indirecta 5 A, 4 hilos, precisión mínima C.
  - Contador de energía reactiva trifásico 110/ $\sqrt{3}$  V, medida indirecta 5 A, 4 hilos, precisión mínima 1.
  - Kit de alimentación de módem para telemedida.
- Regleta de comprobación para diez circuitos (cuatro de tensión y seis de intensidad).



### 7.2.3.8 Características del material auxiliar de media tensión y baja tensión

El material auxiliar del Centro de Seccionamiento es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

- Equipos de iluminación:

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

- Relés de protección:

Se contará con un interruptor automático de interconexión para operaciones de desconexión-conexión de la instalación en caso de desequilibrios de tensión o frecuencia en la red, con un relé de enclavamiento. Este interruptor permitirá también la desconexión manual. El sistema de protección será el siguiente:

En este punto se instalará el correspondiente conjunto de protecciones establecido por la normativa para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales de autogeneración eléctrica. El ajuste de las protecciones deberá coordinarse entre EDE y el generador, de forma que el equipo a instalar por el generador sea compatible al de EDE para asegurar el correcto funcionamiento del sistema de protección.

Deberá contemplar las siguientes protecciones:

3 relés de mínima tensión instantáneos (entre fases) (3x(2x27))

1 relé de máxima tensión (3x59)

1 relé de máxima tensión homopolar (59N)

1 relé de máxima y mínima frecuencia (81m/81M)

3 relés instantáneos de máxima intensidad entre fases (50/51)

1 relé instantáneo de fallo a tierra direccional (67N)

1 relé instantáneo de protección direccional de tierra

1 relé de sincronismo, sólo para generadores síncronos (25). La actuación de dicho relé provocará la apertura del interruptor automático. Los valores de ajuste a aplicar serán del 102%  $P_{nominal}$  y una temporización de 10 segundos.



El interruptor de interconexión facilitará la protección anti-isla, que evita el funcionamiento de la instalación si no está conectada a red. El sistema elegido para evitar funcionamiento en isla es el teledisparo, como parte del sistema de telemando a instalar. Este teledisparo, así como la reposición posterior de la conexión, estará controlado por E-DISTRIBUCIÓN.

#### 7.2.4 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE SUBTERRÁNEO DE MEDIA TENSIÓN HASTA LAS CELDAS

Los cables utilizados para conectar las celdas de media tensión del lado del promotor con las celdas del lado de E-DISTRIBUCIÓN, serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductora sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio. El conductor será de Al (3 x 1 x 400 mm<sup>2</sup>) de tipo RH5Z1 12/20 kV, con aislamiento XLPE y cubierta de policloruro de vinilo.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 y en la ITC-LAT 06 del RLAT.

#### 7.3 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE ENTRADA Y SALIDA EN CENTRO DE SECCIONAMIENTO

La línea subterránea a 10 kV Mapisa de SET JACA SUR (existente) realizará entrada y salida en el Centro de Seccionamiento del PFV TULIVANA. Para ello, se dejarán previstas dos cocas de terna de cables desde el centro de seccionamiento, finalizando en las inmediaciones de la línea existente.

E-DISTRIBUCIÓN realizará la conexión de la línea existente con los mencionados tramos de entrada y salida.

Cada una de las dos ternas de cable tendrá una longitud aproximada de 5 metros desde el Centro de Seccionamiento hasta los empalmes. Los conductores a utilizar serán Al RH5Z1 12 / 20 kV, de tipo aislado y subterráneo enterrado en tubería.

Cada una de las dos ternas de cable tendrá una longitud aproximada de 5 metros desde el Centro de Seccionamiento hasta los empalmes. Los conductores a utilizar serán Al RH5Z1 12 / 20 kV, de tipo aislado y subterráneo enterrado en tubería.



### 7.3.1 CABLE AISLADO DE POTENCIA

Los cables a utilizar en la red subterránea de media tensión serán cables subterráneos unipolares de aluminio, con aislamiento seco termoestable (polietileno reticulado XLPE), con pantalla semiconductor sobre conductor y sobre aislamiento y con pantalla metálica de aluminio.

Se ajustarán a lo indicado en las normas UNE-HD 620-10E, UNE 211620 y en la ITC-LAT 06 del RLAT.

Los circuitos de las líneas subterráneas de media tensión se compondrán de tres conductores unipolares y de las características que se indican en la siguiente tabla:

Características	Valores
Nivel de aislamiento	12/20 (kV)
Naturaleza del conductor	Aluminio
Sección del conductor	240 mm <sup>2</sup>

### 7.3.2 ZANJA PARA TRAMO ENTRADA Y SALIDA

Las canalizaciones para este tramo se ejecutarán según las indicaciones del Proyecto Tipo DYZ10000 - Líneas Subterráneas Media Tensión. Serán entubadas, constituidas por tubos de material sintético y amagnético, de suficiente resistencia mecánica, debidamente enterrados en la zanja en un lecho de arena de río lavada.

El diámetro interior de los tubos para el tendido de los cables será de 200 mm, debiendo permitir la sustitución del cable averiado.

Estas canalizaciones deberán quedar debidamente selladas en sus extremos.

Las zanjas se excavarán según las dimensiones indicadas en planos, atendiendo al número de cables a instalar. Sus paredes serán verticales, proveyéndose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga necesario. Los cables entubados irán situados al menos a 0,7 m de profundidad, salvo en calzadas, donde esta profundidad será de al menos 0,9 m.





El resto de la zanja se rellenará con tierras procedentes de la excavación compactándose al 98% del Proctor Normal, colocando al menos a 10 cm de la superficie una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos.



Ilustración. Zanja para tramo Entrada y Salida



## 8 RELACIÓN DE ORGANISMOS AFECTADOS

Las administraciones o empresas cuyas propiedades se ven afectadas por las instalaciones del parque fotovoltaico son:

ORGANISMO AFECTADO	AFECCIÓN	INSTALACIÓN
Ayuntamiento de Jaca	Compatibilidad urbanística	Parque Fotovoltaico, Red Subterránea de M.T.
E-DISTRIBUCIÓN	Cruzamiento LAMT Bernués 10 kV	Parque Fotovoltaico
	Cruzamiento LAAT Jaca Sur – Secc. Sabiñánigo 45 kV	Red Subterránea de M.T.
	Cruzamiento LAAT Jaca Sur –Sabiñánigo 132 kV	
	Cruzamiento LAAT Sabiñánigo - Sangüesa 220 kV	
	Cruzamiento LAMT Baros 10 kV	
	Cruzamiento LAAT Jaca Sur – Cartirana 45 kV	
	Seccionamiento LAMT Mapisa 10 kV	
INAGA	Cruzamiento Cañada Real de Bernués	Red Subterránea de M.T.

No se conoce ninguna otra posible afección sobre bienes, instalaciones, obras o servicios, centros o zonas dependientes de otras Administraciones Públicas, Organismos, Corporaciones, o Departamentos del Gobierno de Aragón, que no sean las anteriormente señaladas.

Se adjuntan al presente anteproyecto las separatas correspondientes.



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## 9 FASES DEL PROYECTO

### 9.1 ESTUDIO DEL PROYECTO

El desarrollo de un proyecto de energías renovables comienza con el estudio y el análisis de su viabilidad técnica y financiera.

Una vez se haya identificado una oportunidad de desarrollo, se estudiará su ubicación y se analizará la disponibilidad de recursos naturales de la zona. En el caso que estos valores sean atractivos, comienza el proceso de la obtención de los permisos necesarios para la construcción de un proyecto de energías renovables.

### 9.2 CONSTRUCCIÓN

El trabajo de construcción comprende toda la obra civil para acondicionar el terreno y hacer las canalizaciones, obra eléctrica de la interconexión de la planta con las redes eléctricas de distribución o transporte y la recepción y montaje de todos los equipos. Una vez se finalizan todos estos trabajos, se certifica que la planta ha sido ejecutada conforme a lo previsto.

### 9.3 FUNCIONAMIENTO

Una vez construido el parque, las operaciones necesarias para su funcionamiento son mínimas puesto que los módulos fotovoltaicos e inversores están monitorizados y automatizados para su óptimo funcionamiento.

Se realizará un mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo de los elementos que forman el parque, teniendo en cuenta que los módulos fotovoltaicos no requieren prácticamente de mantenimiento más allá de la limpieza, que se realizará anualmente con agua a presión. Esta limpieza la realizará la empresa que realice el mantenimiento. Se dispondrá de un centro de control para la monitorización y control, así como para la video vigilancia y seguridad de la planta fotovoltaica.

### 9.4 DESMANTELAMIENTO

Una vez finalizada la vida útil del parque fotovoltaico, que se estima en 25 – 30 años, se procederá al desmantelamiento de todas las instalaciones e infraestructuras creadas, realizando un proyecto de desmantelamiento y restauración de las zonas afectadas, con el objetivo de devolver al terreno las condiciones anteriores a la ejecución de las obras de instalación del parque fotovoltaico. El tratamiento de los materiales excedentarios se realizará conforme a la legislación vigente en materia de residuos.



Para ejecutar el desmantelamiento del parque fotovoltaico, se han de realizar las siguientes obras:



1. Desconexión eléctrica
2. Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos
3. Desmontaje y retirada de los seguidores
4. Retirada de circuitos eléctricos
5. Desmontaje de inversores y centros de transformación
6. Desmantelamiento de la línea eléctrica aérea
7. Desinstalación de los sistemas de seguridad, comunicaciones y vigilancia
8. Retirada del vallado perimetral
9. Restauración final, vegetal y paisajística.
10. Reciclaje de materiales



# 10 PLANIFICACIÓN

Descripción	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6	
	SEMANA 1-2	SEMANA 3-4	SEMANA 5-6	SEMANA 7-8	SEMANA 9-10	SEMANA 11-12	SEMANA 13-14	SEMANA 15-16	SEMANA 17-18	SEMANA 19-20	SEMANA 21-22	SEMANA 23-24
<b>INICIO DE OBRAS</b>												
<b>OBRA CIVIL</b>												
Repavientos												
Caminos												
Fincado de placas												
Apertura zanjas												
Acondicionamiento zanjas												
Cierre de zanjas												
Restauración												
<b>OBRA ELÉCTRICA</b>												
Acopio												
Tendido												
Conexiónado												
<b>MONTAJE PARQUE</b>												
Montaje												
Conexiónado eléctrico												
Acabado final												
<b>SUBESTACIÓN / CENTRO DE ENTREGA</b>												
Obra civil												
Acopio de materiales												
Montaje electro mecánico												
Puesta en marcha												
<b>LINEA DE EVACUACIÓN</b>												
Obra civil												
Tendido de conductores												
Conexiónado												
Puesta en marcha												
<b>TENSIÓN DISPONIBLE</b>												
<b>PUESTA EN MARCHA Y PRUEBAS</b>												
Puesta en marcha												
Fase de pruebas												
<b>FUNCIONAMIENTO COMERCIAL DEL PARQUE</b>												



## 11 CONCLUSIÓN

Con el presente anteproyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones del Parque Fotovoltaico TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp y su infraestructura de evacuación, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Zaragoza, noviembre 2020  
Fdo. Pedro Machín Iturría  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474 COIAR



---

# ANTEPROYECTO

## PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

### DOCUMENTO 2: ANEJOS

Término Municipal de Jaca (Huesca)

---



*En Zaragoza, noviembre de 2020*

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
2. Anejos



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE ANEJOS

- ANEJO 1: Coordenadas de los límites del parque fotovoltaico
- ANEJO 2: Relación de bienes y derechos afectados
- ANEJO 3: Cálculos de producción de energía
- ANEJO 4: Hojas de características





# ANEJO 1

## Coordenadas de los límites del parque fotovoltaico



## ÍNDICE

1. POLIGONAL PFV .....	2
2. VALLADO PFV .....	2
3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN .....	3
4. CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	4



## 1. POLIGONAL PFV

POLIGONAL PFV Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	700.970	4.713.696
2	701.083	4.713.772
3	701.198	4.713.827
4	701.174	4.713.896
5	701.126	4.713.958
6	701.254	4.714.005
7	701.236	4.714.065
8	701.198	4.714.055
9	701.167	4.714.042
10	701.141	4.714.112
11	701.202	4.714.137
12	701.154	4.714.223
13	701.107	4.714.216
14	700.992	4.714.180
15	701.109	4.713.985
16	700.920	4.713.911
17	700.850	4.713.871
18	700.828	4.713.850
19	700.803	4.713.751
20	700.901	4.713.731

## 2. VALLADO PFV

VALLADO PFV ZONA 1 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	701.105	4.713.979
2	701.116	4.713.955
3	701.127	4.713.942
4	701.143	4.713.928
5	701.155	4.713.910
6	701.165	4.713.892
7	701.180	4.713.859
8	701.189	4.713.829
9	701.160	4.713.817
10	701.063	4.713.767
11	701.049	4.713.762

VALLADO PFV ZONA 2 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	701.012	4.714.182
2	701.108	4.714.212
3	701.152	4.714.218
4	701.166	4.714.179
5	701.191	4.714.137
6	701.139	4.714.115
7	701.137	4.714.110
8	701.165	4.714.037
9	701.199	4.714.051
10	701.233	4.714.060
11	701.234	4.714.042



VALLADO PFV ZONA 1 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
12	701.038	4.713.764
13	701.024	4.713.757
14	700.998	4.713.732
15	700.994	4.713.724
16	700.937	4.713.745
17	700.909	4.713.745
18	700.875	4.713.751
19	700.824	4.713.758
20	700.814	4.713.767
21	700.824	4.713.787
22	700.843	4.713.852
23	700.852	4.713.856
24	700.854	4.713.868
25	700.881	4.713.884
26	700.893	4.713.880
27	700.922	4.713.903
28	700.923	4.713.908
29	700.939	4.713.916
30	700.963	4.713.918

VALLADO PFV ZONA 2 Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
12	701.241	4.714.022
13	701.248	4.714.008
14	701.220	4.714.002
15	701.137	4.713.968
16	701.125	4.713.972
17	701.056	4.714.107
18	701.019	4.714.156

### 3. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN

LSMT EVACUACIÓN Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	701.106	4.713.977
2	701.114	4.713.980
3	701.109	4.713.991
4	701.098	4.714.011
5	701.084	4.714.042
6	701.066	4.714.075
7	701.051	4.714.102
8	701.044	4.714.113
9	701.014	4.714.152
10	700.995	4.714.180
11	700.971	4.714.227
12	700.966	4.714.238
13	700.955	4.714.254
14	700.945	4.714.267

LSMT EVACUACIÓN Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
26	700.888	4.714.626
27	700.885	4.714.654
28	700.877	4.714.679
29	700.871	4.714.694
30	700.861	4.714.711
31	700.849	4.714.732
32	700.836	4.714.749
33	700.825	4.714.763
34	700.817	4.714.777
35	700.806	4.714.783
36	700.792	4.714.789
37	700.787	4.714.791
38	700.785	4.714.817
39	700.782	4.714.841



LSMT EVACUACIÓN Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
15	700.939	4.714.279
16	700.932	4.714.310
17	700.920	4.714.345
18	700.901	4.714.410
19	700.889	4.714.449
20	700.885	4.714.469
21	700.881	4.714.497
22	700.880	4.714.520
23	700.880	4.714.541
24	700.883	4.714.573
25	700.888	4.714.609

LSMT EVACUACIÓN Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
40	700.776	4.714.850
41	700.761	4.714.872
42	700.750	4.714.891
43	700.739	4.714.912
44	700.715	4.714.917
45	700.696	4.714.920
46	700.691	4.714.921
47	700.685	4.714.922

#### 4. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

CENTRO DE SECCIONAMIENTO Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	700.682	4.714.925
2	700.682	4.714.923
3	700.688	4.714.923
4	700.688	4.714.925



## **ANEJO 2**

### **Relación de bienes y derechos afectados**

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
Anejo 2



T.M.	Pol.	Parc.	Referencia catastral	Uso	Afección
Jaca	53	9003	22178A053090030000FZ	VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO	LSMT
Jaca	54	13	22178A054000130000FI	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	17	22178A054000170000FZ	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	18	22178A054000180000FU	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	20	22178A054000200000FZ	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	24	22178A054000240000FA	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	34	22178A054000340000FT	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	35	22178A054000350000FF	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	36	22178A054000360000FM	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	37	22178A054000370000FO	Labor o Labradío secoano	PFV
Jaca	54	9001	22178A054090010000FK	VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO	LSMT, Vial acceso
Jaca	55	31	22178A055000310000FH	AGRARIO	LSMT
Jaca	55	32	22178A055000320000FW	IDUSTRIAL / VIVIENDA / ALMACEN	LSMT, CS.
Jaca	55	9001	22178A055090010000FP	VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO	LSMT

Nomenclatura:

- LSMT: Línea Subterránea de Media Tensión
- PFV: Parque Fotovoltaico
- CS: Centro de Seccionamiento



## ANEJO 3

### Cálculos de producción de energía





## ÍNDICE

1. RADIACIÓN SOLAR DE LA UBICACIÓN .....	2
2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA.....	2
3. ENERGÍA PRODUCIDA PFV (ESTUDIO PVSYST) .....	5



## 1. RADIACIÓN SOLAR DE LA UBICACIÓN

Los datos de radiación solar de la ubicación donde se encuentra el parque fotovoltaico fueron obtenidos mediante la base de datos PVGIS-CMSAF se muestran en la Tabla 1 a continuación.

Tabla 1: Datos radiación solar (42,55° N, -0,42° W)

	<b>GlobHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>DiffHor</b> kWh/m <sup>2</sup>	<b>T_Amb</b> °C
<b>Enero</b>	61.1	27.77	3.19
<b>Febrero</b>	83.2	32.70	3.15
<b>Marzo</b>	133.0	48.51	5.96
<b>Abril</b>	156.4	61.41	9.34
<b>Mayo</b>	197.8	70.14	13.03
<b>Junio</b>	213.9	69.19	17.43
<b>Julio</b>	232.1	61.71	20.31
<b>Agosto</b>	202.2	57.11	20.00
<b>Septiembre</b>	148.9	47.80	15.93
<b>Octubre</b>	104.9	37.71	11.73
<b>Noviembre</b>	65.6	28.52	6.26
<b>Diciembre</b>	55.1	24.65	3.46
<b>Año</b>	1654.2	567.22	10.86

GlobHor: Irradiación global horizontal

DiffHor: Irradiación difusa horizontal

T\_Amb: Temperatura ambiente

## 2. CÁLCULO DE LA ENERGÍA GENERADA

Mediante el software PVSyst y los datos de radiación solar en el emplazamiento del proyecto obtenidos de la base de datos PVGIS se ha calculado la producción del parque.

Para calcular el rendimiento de la instalación se tienen en cuenta las siguientes pérdidas:

- **Pérdidas por sombreado**

En muchas ocasiones es inevitable la presencia de sombras en determinadas horas del día sobre el generador fotovoltaico, esto conduce a unas determinadas pérdidas energéticas causadas por la disminución de la captación de irradiación solar y por los posibles efectos de mismatch a las que puedan dar lugar.



- **Pérdidas por polvo y suciedad**

Tiene su origen en la disminución de la potencia de un generador fotovoltaico por la deposición de polvo y suciedad en la superficie de los módulos. Cabría destacar dos aspectos, por un lado, la presencia de una suciedad uniforme da lugar a una disminución de la corriente y tensión entregada por el módulo, y por otro lado, la presencia de suciedades localizadas (como puede ser el caso de excrementos de aves) da lugar a un aumento de las pérdidas de mismatch y a las pérdidas por formación de puntos calientes.

- **Pérdidas por mismatch, acoplamiento**

Son pérdidas energéticas originadas por la conexión de módulos fotovoltaicos de potencias ligeramente diferentes para formar un generador fotovoltaico. Esto tiene su origen en que si conectamos dos módulos en serie con diferentes corrientes, el módulo de menor corriente limitara la corriente de la serie. Resultando la potencia de un generador fotovoltaico menor a la suma de las potencias de cada uno de los módulos fotovoltaicos que la componen, estas pérdidas se reducirán mediante una instalación ordenada en potencia (o en corrientes en el punto de máxima potencia) de los módulos fotovoltaicos, así como la utilización de diodos de bypass.

- **Pérdidas Óhmicas C.C. y C.A.**

Tanto en la parte continua como en la parte de alterna de una instalación fotovoltaica se producen pérdidas energéticas originadas por el denominado efecto Joule que se produce siempre que circula corriente por un conductor de un material y sección determinados y son proporcionales al cuadrado de la intensidad.

- **Rendimiento del inversor DC/AC**

El inversor fotovoltaico se puede caracterizar por su curva de rendimiento en función de la potencia de operación. Es importante seleccionar un inversor de alto rendimiento en condiciones nominales de operación y también es importante una selección adecuada de la potencia del inversor en función de la potencia del generador fotovoltaico.

- **Pérdidas Transformador BT/MT**

Son las pérdidas propias del transformador de media tensión.

- **Pérdidas por temperatura**

Cuando se da el valor de potencia nominal de un panel, este se refiere a las condiciones estándar de medida CEM, en las que la temperatura de la célula es 25°C. Pero la temperatura de operación de los módulos depende de los factores ambientales de irradiación, temperatura ambiente, el tipo de célula y encapsulado,



velocidad del viento y de la refrigeración (aireación) de los módulos por la parte posterior. Las pérdidas por temperatura dependen de la diferencia de temperatura en los módulos y los 25°C de las CEM, y del viento. El módulo presenta una potencia menor cuanto mayor es la temperatura de operación.

La energía total producida es de **6.001 MWh/año**. El Performance Ratio (P.R) del parque fotovoltaico es **85,05 %**. Éstos y otros datos relacionados con la producción del parque fotovoltaico se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2: Energía generada por el PFV

Energía generada PFV	
Estimación de la energía eléctrica producida anual	6.001 MWh/año
Producción específica	1.913 kWh/kWp/año
Horas solares equivalentes	2.400,4 kWh/kW/año
Performance ratio	85,05 %



### 3. ENERGÍA PRODUCIDA PFV (ESTUDIO PVSYSY)

PVSYSY V6.87	Atalaya generacion (Spain)		17/11/20	Página 1/5
<b>Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación</b>				
<b>Proyecto : TULIVANA</b>				
<b>Sitio geográfico</b>	<b>Pardinilla</b>		<b>País España</b>	
<b>Ubicación</b>	Latitud	42.55° N	Longitud	-0.42° W
Tiempo definido como	Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud	828 m
<b>Datos meteorológicos:</b>	Albedo	0.20	<b>Pardinilla</b> PVGIS-CMSAF averages 01/01/07 to 31/12/16 - Sintético	
<b>Variante de simulación : PFV Tulivana 2,5 MW / 3,125 MWp - 500Wp 1Vx28 pitch6m</b>				
Fecha de simulación 17/11/20 15h02				
<b>Parámetros de la simulación</b>	Tipo de sistema	<b>Sistema de seguimiento, con retroceso</b>		
<b>Plano de seguimiento, eje inclinado</b>	Inclinación eje	0°	Acimut eje	0°
Límites de rotación	Fi mínimo	-60°	Fi máximo	60°
	Tracking algorithm	Astronomic calculation		
<b>Estrategia "Retroceso"</b>	Núm. de helióstatos	228 conjuntos en cobertura idénticos		
	Separación helióstatos	6.00 m	Ancho receptor	2.24 m
Ángulo límite del retroceso	Límites de fi	Facto 67.8 ocupación del suelo (GCR) 37.3 %		
<b>Modelos empleados</b>	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteororm
<b>Horizonte</b>	Sin horizonte			
<b>Sombreados cercanos</b>	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico		100 %
<b>Necesidades del usuario :</b>	Carga ilimitada (red)			
<b>Características del conjunto FV</b>				
<b>Módulo FV</b>	Si-mono	Modelo	<b>RSM150-8-500M M</b>	
Parámetros definidos por el usuario		Fabricante	Risen Energy Co., Ltd	
Número de módulos FV		En serie	28 módulos	En paralelo 224 cadenas
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	6272	Pnom unitaria 500 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	<b>3136 kWp</b>	En cond. de funciona. 2863 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	1073 V	I mpp 2669 A
Superficie total		Superficie módulos	<b>15344 m²</b>	Superficie célula 13830 m²
<b>Inversor</b>		Modelo	<b>Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M</b>	
Parámetros definidos por el usuario		Fabricante	Gamesa Electric	
Características		Voltaje de funcionam.	900-1300 V	Pnom unitaria 2500 kWac
Paquete de inversores		Núm. de inversores	1 unidades	Potencia total 2500 kWac Relación Pnom 1.25
<b>Factores de pérdida del conjunto FV</b>				
Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	2.0 %
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const) 29.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida óhmica en el Cableado	Res. global conjunto	6.7 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Diodos en Serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdidas	0.1 % en STC
LID - "Light Induced Degradation"			Fracción de pérdidas	2.0 %
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	-0.8 %
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.40 %

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
Anejo 3



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA.: 20/11/2020  
**E-VISADO**

PVSYST V6.87	Atalaya generacion (Spain)	17/11/20	Anteproyecto Página 2/5 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN
--------------	----------------------------	----------	---

### Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación

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

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.961	0.769	0.000

#### Factores de pérdida del sistema

Pérdida CA entre transfo e inversor	Voltaje de Red	10 kV		
	Conductores: 3x95.0 mm <sup>2</sup>	1060 m	Fracción de pérdidas	0.6 % en STC
Transformador externo	Pérdida hierro (Conexión 24H)	3088 W	Fracción de pérdidas	0.1 % en STC
	Pérdidas Resistivas/Inductivas	323.8 mOhm	Fracción de pérdidas	1.0 % en STC

**Pérdidas auxiliares**      Proporcional a la potencia      2.0 W/kW.. del umbral de potencia      0.0 kW



PVSYST V6.87

Atalaya generacion (Spain)

17/11/20

**ANTEPROYECTO**  
Página 3/5  
VALIDO PARA EJECUCIÓN

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : TULIVANA

Variante de simulación : PFV Tulivana 2,5 MW / 3,125 MWp - 500Wp 1Vx28 pitch6m

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso				
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Seguidor, eje inclinado,	Inclinación eje	0°	Efecto eléctrico	100 %
Orientación Campos					Acimut eje	0°
Módulos FV		Modelo	RSM150-8-500M M	Pnom	500 Wp	
Conjunto FV		Núm. de módulos	6272	Pnom total	3136 kWp	
Inversor		Gamesa	E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom	2500 kW ac	
Necesidades del usuario		Carga	ilimitada (red)			

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

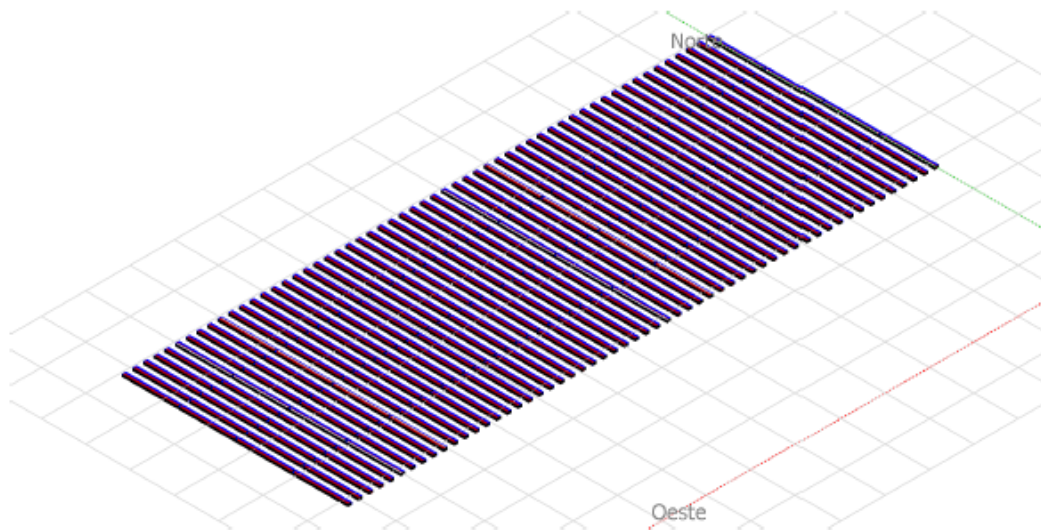
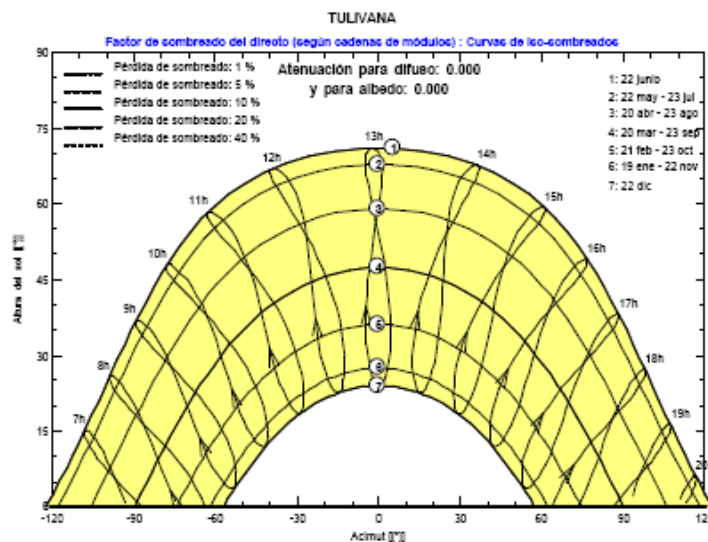


Diagrama de Iso-sombreados





PVSYST V6.87	Atalaya generacion (Spain)	17/11/20	<b>ANTEPROYECTO</b> Página 4/5 VISADO VALIDO PARA EJECUCIÓN
--------------	----------------------------	----------	---

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

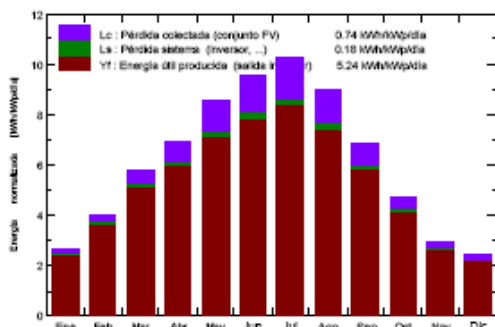
Proyecto : TULIVANA

Variante de simulación : PFV Tulivana 2,5 MW / 3,125 MWp - 500Wp 1Vx28 pitch6m

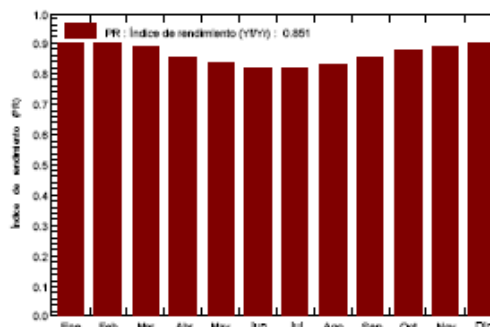
Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso	
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico	100 %
Orientación Campos	Seguidor, eje inclinado, Inclinación eje	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo	RSM150-8-500M M	Pnom 500 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	6272	Pnom total 3136 kWp
Inversor	Gamesa E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom	2500 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Resultados principales de la simulación			
Producción del sistema	Energía producida	6001 MWh/año	Produc. específica 1913 kWh/kWp/año
	Índice de rendimiento (PR)	85.05 %	

Producciones normalizadas (por kWp Instalado): Potencia nominal 3136 kWp



Índice de rendimiento (PR)



PFV Tulivana 2,5 MW / 3,125 MWp - 500Wp 1Vx28 pitch6m  
 Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Enero	61.1	27.77	3.19	83.9	79.0	246.8	237.9	0.904
Febrero	83.2	32.70	3.15	113.2	107.1	331.8	320.1	0.902
Marzo	133.0	48.51	5.96	180.0	170.8	517.9	500.3	0.886
Abril	156.4	61.41	9.34	208.8	197.9	580.7	561.1	0.857
Mayo	197.8	70.14	13.03	263.5	250.4	714.1	690.5	0.836
Junio	213.9	69.19	17.43	287.1	273.3	762.3	737.6	0.819
Julio	232.1	61.71	20.31	318.2	303.8	842.4	815.7	0.817
Agosto	202.2	57.11	20.00	278.5	265.5	747.5	723.7	0.829
Septiembre	148.9	47.80	15.93	206.3	196.2	569.0	550.9	0.851
Octubre	104.9	37.71	11.73	146.4	138.9	416.3	402.8	0.877
Noviembre	65.6	28.52	6.26	88.7	83.7	257.5	248.1	0.892
Diciembre	55.1	24.65	3.46	75.1	70.7	220.4	212.1	0.900
Año	1654.2	567.22	10.86	2249.8	2137.3	6206.8	6000.7	0.851

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





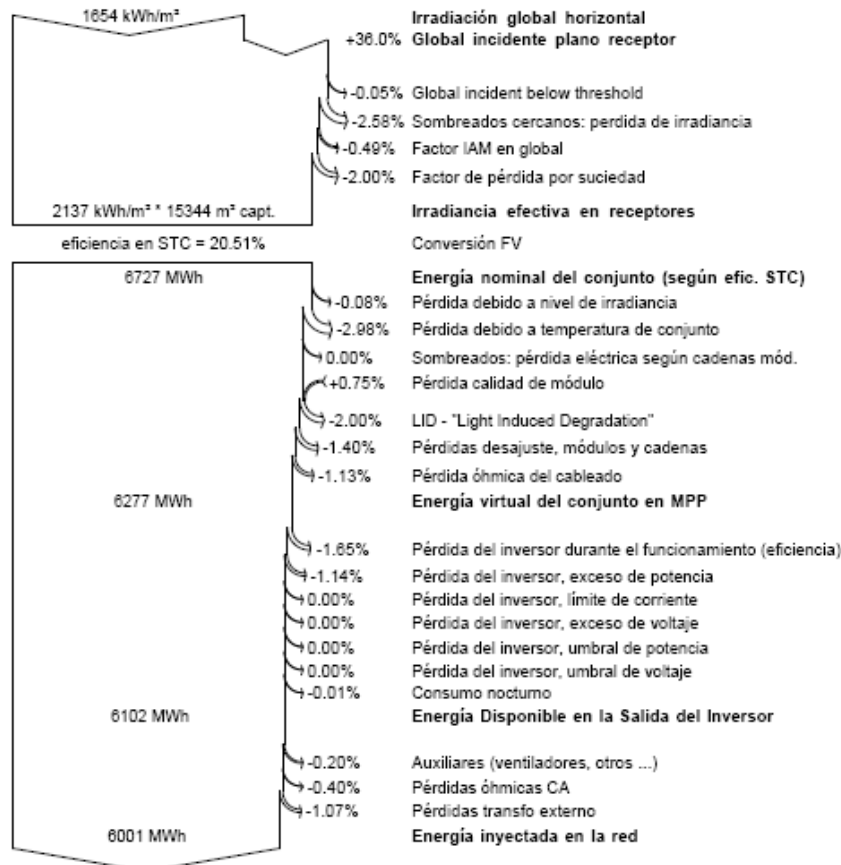
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : TULIVANA

Variante de simulación : PFV Tulivana 2,5 MW / 3,125 MWp - 500Wp 1Vx28 pitch6m

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema de seguimiento, con retroceso	
Sombreados cercanos	Según cadenas de módulos	Efecto eléctrico	100 %
Orientación Camposol	Seguidor, eje inclinado, Inclinación eje	Acimut eje	0°
Módulos FV	Modelo	RSM150-8-500M M	Pnom 500 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	6272	Pnom total 3136 kWp
Inversor	Gamesa	E-2.25MVA-SB-I 25°C CER M	Pnom 2500 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

Diagrama de pérdida durante todo el año





# ANEJO 4

## Hojas de características



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº. Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA : 20/11/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE

1. MÓDULO FOTOVOLTAICO .....	2
2. SEGUIDOR SOLAR .....	4
3. CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN .....	5
4. POWER STATION.....	7
5. INVERSOR.....	9
6. CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	12



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA


Nº Colegiado: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO

VISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA: 20/11/2020

**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

# 1. MÓDULO FOTOVOLTAICO



**TITAN**  
HIGH PERFORMANCE  
MONOCRYSTALLINE PERC MODULE

**G5.3**

**RSM150-8-480M-505M**

<b>150 CELL</b> Mono PERC Module	<b>480-505Wp</b> Power Output Range
<b>1500VDC</b> Maximum System Voltage	<b>20.6%</b> Maximum Efficiency


**KEY SALIENT FEATURES**

- Global, Tier 1 bankable brand, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
- Industry leading lowest thermal co-efficient of power
- Industry leading 12 years product warranty
- Excellent low irradiance performance
- Excellent PID resistance
- Positive tight power tolerance
- Dual stage 100% EL Inspection warranting defect-free product
- Module Imp binning radically reduces string mismatch losses
- Warranted reliability and stringent quality assurances well beyond certified requirements
- Certified to withstand severe environmental conditions
  - Anti-reflective & anti-soiling surface minimise power loss from dirt and dust
  - Severe salt mist, ammonia & blown sand resistance, for seaside, farm and desert environments
  - Excellent mechanical load 2400Pa & snow load 5400Pa resistance

**RISEN ENERGY CO., LTD.**

Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, competes value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalise on the rising value of green energy.

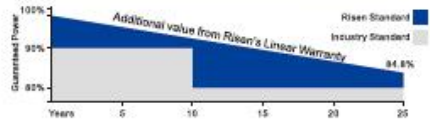
Tashan Industry Zone, Maillin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC  
Tel: +86-574-59953239 Fax: +86-574-59953599  
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



**risen**  
solar technology

Preliminary  
For Global Market

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**  
12 year Product Warranty / 25 year Linear Power Warranty



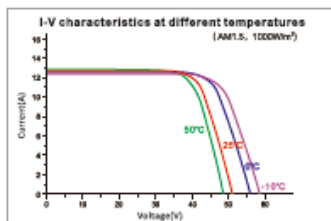
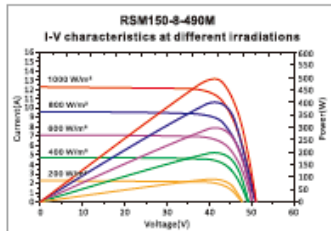
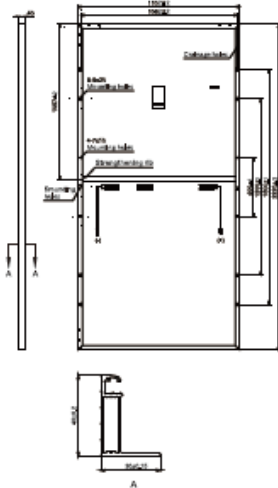
★ Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd

**THE POWER OF RISING VALUE**

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04613-20y VISADO electrónico VD03894-20A de 20/11/2020. CSV = A6THEI7IBAT7GFY4 verificable en http://coliar.e-visado.net



Dimensions of PV Module



Our Partners:

RSM150-M-99B-EN-H1-5-2020

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495	RSM150-8-500M	RSM150-8-505M
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	480	485	490	495	500	505
Open Circuit Voltage-Voc(V)	50.13	50.35	50.57	50.79	51.01	51.23
Short Circuit Current-Isc(A)	12.18	12.25	12.32	12.39	12.46	12.53
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	42.00	42.22	42.44	42.66	42.88	43.10
Maximum Power Current-Impp(A)	11.44	11.50	11.56	11.62	11.68	11.74
Module Efficiency (%) *	19.6	19.8	20.0	20.2	20.4	20.6

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.  
 \* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Model Number	RSM150-8-480M	RSM150-8-485M	RSM150-8-490M	RSM150-8-495M	RSM150-8-500M	RSM150-8-505M
Maximum Power-Pmax (Wp)	363.8	367.7	371.5	375.4	379.3	383.2
Open Circuit Voltage-Voc (V)	46.62	46.83	47.03	47.23	47.44	47.64
Short Circuit Current-Isc (A)	9.99	10.05	10.10	10.16	10.22	10.27
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	38.98	39.18	39.38	39.59	39.79	40.00
Maximum Power Current-Impp (A)	9.34	9.38	9.43	9.48	9.53	9.58

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar cells	Monocrystalline 210x70mm
Cell configuration	150 cells (5x15+5x15)
Module dimensions	2220x1102x40mm
Weight	28kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	White Back-sheet
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6063T5, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4.0mm² (12AWG), Positive(+) 270mm, Negative(-) 270mm
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, IP68

**TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS**

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.28%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.05%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.36%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	20A
Limiting Reverse Current	20A

**PACKAGING CONFIGURATION**

	40ft(HQ)
Number of modules per container	540
Number of modules per pallet	27
Number of pallets per container	20
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	2250x1130x1240
Box gross weight[kg]	810

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.  
 ©2020 Risen Energy. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

THE POWER OF RISING VALUE



## 2. SEGUIDOR SOLAR



Adaptación al terreno



Carga de viento



Carga de nieve



Carga de sismo



Sin engrase



Túnel de viento



Test dinámico



10 años



Patentado

### Diseño

- Accionamiento rotativo electromecánico irreversible con motor reductor de alta eficiencia de únicamente 88W de potencia.
- Autoalimentado con módulo o alimentado desde la red.
- Amplio recorrido de giro: 110° (± 55°).
- Tolerancia a las pendientes elevadas.
- Gran adaptación a terrenos irregulares.
- Disponibilidad superior al 99,9%.
- Compatible con diferentes soluciones de cimentación: hinca metálica, pre-taladros, micropilotes, zapatas.
- Compatible con todo tipo de paneles (con marco, glass-glass, thin-film, bifacial).

### Operación y Mantenimiento

- Acceso libre para limpieza de paneles.
- Mínima inversión en labores de O&M gracias al reducido número de componentes, la sencillez y robustez del sistema.
- Mantenimiento mínimo.
- Elementos de rotación libres de lubricación.

### Sistema de control

- Alta fiabilidad de operación.
- Gestión de alarma completamente configurable por el cliente.
- Algoritmo de backtracking personalizado a cada seguidor solar STI-H250™, evitando sombras y aumentando la producción.
- Fácil integración en el sistema de comunicaciones y SCADA de la planta gracias al Modbus TCP / IP standard.
- Sistema de comunicación Wireless Zigbee®.
- Monitorización remota y mantenimiento predictivo (evita paradas y aumenta la disponibilidad).
- Rápida puesta en marcha y herramientas de backtracking.

### Montaje

- Mínimo tiempo de instalación, rápido y simple.
- Altas tolerancias al error de posicionamiento de cimentación, tanto en los tres ejes (X, Y, Z) como al giro en los ejes Y y Z.
- Altura baja del panel para un fácil montaje.
- Conexiones 100% atornilladas. Sin perforación, corte o soldadura en el sitio.





### 3. CAJAS DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

#### SMA STRING-COMBINER



##### Robust

- Stable housing made of glass-fiber-reinforced polyester
- Indoor and outdoor installation possible thanks to IP54 degree of protection

- Can be operated at ambient temperatures of -25°C to 60°C and at altitudes of up to 4000 m above MSL

##### Easy to Use

- Easy to install thanks to its compact structure and low weight
- Integrated DC load-break switch for ultra-high safety

##### Versatile

- For PV array voltages of 1000 V and 1500 V
- Collection and safeguarding of 16, 24 or 32 strings for flexibility during the system design phase

#### SMA STRING-COMBINER

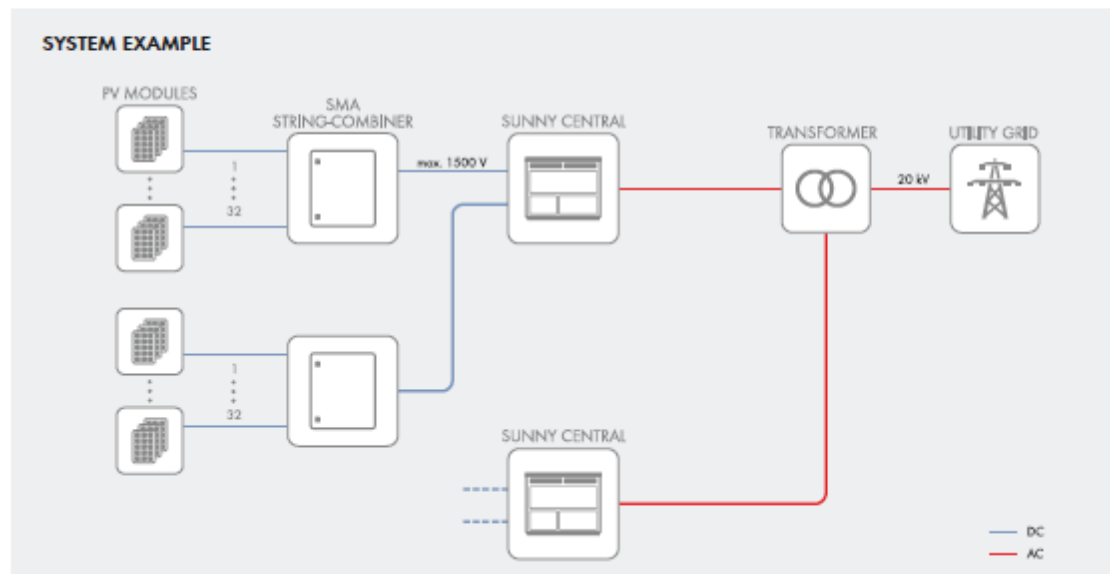
For safe collection of all strings in the PV field

The boxes can be installed quickly, safely and easily both indoors and outdoors thanks to their compact dimensions, while their robust enclosure guarantees durability and reliable safety in the PV field. The SMA String-Combiners with 24 and 32 string inlets are fitted with two cable outlets per pole as standard and cover – just like the Combiner with 16 string inlets – a sealing range of 17 to 38.5 millimeters. Cables with cross-sections of 70 to 400 mm<sup>2</sup> can be inserted.



## SMA STRING-COMBINER for 1500 V<sub>DC</sub> systems

Technical Data	DC-CMB-U13-16	DC-CMB-U13-24	DC-CMB-U13-32
Input (DC)			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*	10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV		
String connection	Connection to the fuse holder		
Sealing range of cable gland	5 mm to 8 mm		
Output (DC)			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)	>50°C operating temperature = reduction by 1% per K		
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester	Type 2, In = 15 kA; I <sub>max</sub> = 40 kA		
DC output	Busbar (ring terminal lug M12)		
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section	Busbar 70 mm <sup>2</sup> to 400 mm <sup>2</sup>		
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
Enclosure / Ambient Parameters			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material	Glass-fiber reinforced plastic / UV-resistant		
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 60529)	II	II	II
Mounting type	Wall mounting		
Ambient temperature in operation / during storage	-25°C to +60°C / -40°C to +70°C		
Relative humidity	0% to 95%, non-condensing		
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
Standards			
Compliance	CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2		
* accessory required			







## 4. POWER STATION



## Gamesa E-PV Stations Containerized metallic solutions 1500 Vdc

Gamesa E-PV Station 5.0-5.2 MVA is an integral PV solution, plug & play, with customized power from 5.0 MVA to 5.2 MVA. This solution is available in a 40 ft container cooled through natural ventilation. It is a compact solution which satisfies the current market needs, designed for plants which operate under extreme environmental conditions, with DC voltages up to 1,500 V. In addition, these solutions integrate all the necessary equipment for the energy transformation generated from the PV panels to the electrical grid. It includes two Gamesa E-2.5 MVA-SB-I inverters, and a MV solution composed of a hermetically sealed transformer up to 5.2 MVA and a MV switchgear up to 38 kV, placed in different compartments. It provides a Modbus TCP/IP communications system for its connection to the control plant system and both monitoring and SCADA systems. This turnkey solution can be used around the world under demanding ambient temperatures, up to 50°C (60°C with derating), for different grid voltage levels of large utility scale PV plants.

The containers employed include CSC certificate, thereby they are compatible for maritime transport, enabling their marketing and installation anywhere in the World. The solution represents a MV center compound of three differentiated walk-in compartments, inverters zone, transformer zone and MV switchgear zone. The Gamesa

E-PV Station design allows the access to all these elements, for operation and maintenance works, under the strictest conditions in terms of health and safety for the OEM technicians. The access to the transformer compartment is conditioned to the MV switchgear grounding, which provides greater safety. The container is thermally insulated, both on its side walls and roof through polyurethane panels, and the insulation has a fire class according to the applicable standards.

In a completely analogous way, we complement our portfolio with Gamesa E-PV Stations in a 20ft container including one Gamesa E-2.5 MVA-SB-I inverter, and a MV solution composed of a hermetically sealed transformer up to 2.6 MVA and a MV switchgear up to 38 kV. We can either use the Gamesa E-2.5 MVA-SB-I inverter or the Gamesa E-2.25 MVA-SB-I inverter both in our 40ft or 20ft containers. This way we offer a set of metallic Gamesa E-PV Stations in 1500Vdc ranging from 2.2 MVA to 5.2 MVA.

All our Gamesa E-PV Stations can be customized to the specific environmental conditions of the destination site, as well as to the customer specification and/or local technical regulations, regarding aspects like signals to monitor, back-up UPS, additional protections like motorized MV protection switchgear or many other customization packages.

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

Anejo 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA: 20/11/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN


**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

	<b>Gamesa E-PV Station 5.0-5.2 MVA</b>	<b>Gamesa E-PV Station 2.5-2.6 MVA</b>
<b>DC Input</b>		
Recommended PV-Power	6,500 kWp	3,250 kWp
Number of Independent MPPT	2	1
DC voltage range (MPPT)	900-1,300 V	900-1,300 V
DC voltage range (1)	900-1,500 V	900-1,500 V
Max. DC current (@50°C)	2,823 A per inverter	2,823 A per inverter
Max. DC current (@40°C)	2,880 A per inverter	2,880 A per inverter
Max. DC current (@25°C)	2,936 A per inverter	2,936 A per inverter
Max. DC short-circuit current	3,600 A per inverter	3,600 A per inverter
Number of DC ports	Up to 48	Up to 24
Max fuses	250...400 A	250...400 A
Max. cross section per pole	Up to 2 x 300 mm <sup>2</sup>	Up to 2 x 300 mm <sup>2</sup>
Energy production form	0,5% Pn approx.	0,5% Pn approx.
<b>AC Output</b>		
AC Power @ PF=1, 25°C	5,200 kVA	2,600 kVA
AC Power @ PF=1, 40°C	5,100 kVA	2,550 kVA
AC Power @ PF=1, 50°C	5,000 kVA	2,500 kVA
Number of phases	3	3
AC rated voltage	10... 34.5 kV	10... 34.5 kV
AC voltage range	-10% / +10%	-10% / +10%
Frequency	47.5...53/57...63 Hz	47.5...53/57...63 Hz
MV Switchgear	0LTV/ 1LTV/ 2LTV SF6 Isolated	0LTV/ 1LTV/ 2LTV SF6 Isolated
Transformer vector group	Dy11 <sup>1)</sup>	Dy11 <sup>1)</sup>
Transformer type	KNAN / ONAN hermetically sealed	KNAN / ONAN hermetically sealed
Max. cross section per phase MV	1 x 630 mm <sup>2</sup>	1 x 630 mm <sup>2</sup>
Max. AC current per phase (@50°C)	2,300 Arms	2,300 Arms
Total Harmonic Distortion (THD)	<3%@5n	<3%@5n
Power factor	0...1	0...1
<b>Efficiency</b>		
Max. efficiency	99.0 %	99.0 %
Max. Euro-efficiency	98.8 %	98.8 %
<b>Environmental conditions</b>		
Operation temperature	-20°C to 60°C with derating and -20 °C to 50°C (optional -40°C) without derating	-20°C to 60°C with derating and -20 °C to 50°C (optional -40°C) without derating
Max. relative humidity (w/o cond.)	95%	95%
Max. air consumption 50/60 Hz	23,000 m <sup>3</sup> approx.	11,600 m <sup>3</sup> approx.
Max. altitude (without derating)	2,000 m	2,000 m
<b>General data</b>		
Dimensions (H x W x D)	40"HC (2,896 x 12,192 x 2,435 mm)	20"HC (2,896 x 6,058 x 2,435)
Weight	21,000 kg	14,000 kg
Material	Thermal insulation on walls and roof through polyurethane. Fire reaction classification C-s3, d0 to B-s2, d0. Fire protection between transformer and switchgear compartments IEC60/90	Thermal insulation on walls and roof through polyurethane. Fire reaction classification C-s3, d0 to B-s2, d0. Fire protection between transformer and switchgear compartments IEC60/90
Ingress protection	Up to IP 53 (inverter and MV switchgear compartments), IP 10 (transformer compartment)	Up to IP 53 (inverter and MV switchgear compartments), IP 10 (transformer compartment)
Protection against corrosion category	C4 H	C4 H
Protection against corrosion category for the transformer	C3 (consult another options)	C3 (consult another options)
Stand-by consumption	< 200 W per inverter	< 200 W per inverter
Average consumption in operation	2,700 W per inverter	2,700 W per inverter
Auxiliary source for self-consumption	3 kVA per inverter	3 kVA per inverter
Smoke detectors	Yes	Yes
Emergency lighting	Yes	Yes
Indoor lighting	Yes	Yes
Cooling	Natural air	Natural air
AC Protections	AC Voltage protection (optionally motorized AC Circuit Breaker) Anti-islanding / Grid voltage fluctuations / Frequency failures / Asymmetrical current / Galvanic Isolation	AC Voltage protection (optionally motorized AC Circuit Breaker) Anti-islanding / Grid voltage fluctuations / Frequency failures / Asymmetrical current / Galvanic Isolation
DC protections	DC Voltage protection (Motorized DC disconnect switch) DC overvoltage protection (Type II) DC Isolation monitoring	DC Voltage protection (Motorized DC disconnect switch) DC overvoltage protection (Type II) DC Isolation monitoring
Standards	IEC62271-202 / IEC62271-200 / IEC60076 / IEC61439-1 IEC 61000-6-2 (Electromagnetic compatibility (EMC)) UNE-EN 55011:2016 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2 IEC 62116 / IEC 61683 / CE Marking. For another standards fulfilment, please consult with Gamesa Electric.	IEC62271-202 / IEC62271-200 / IEC60076 / IEC61439-1 IEC 61000-6-2 (Electromagnetic compatibility (EMC)) UNE-EN 55011:2016 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2 IEC 62116 / IEC 61683 / CE Marking. For another standards fulfilment, please consult with Gamesa Electric.

(1) DC Voltages below 900 V are also possible; consult Gamesa Electric.




## 5. INVERSOR



**Gamesa Electric**  
PV 2X series  
PV Inverters

Efficiency and reliability  
with optimum grid compliance



2020 | Datasheet



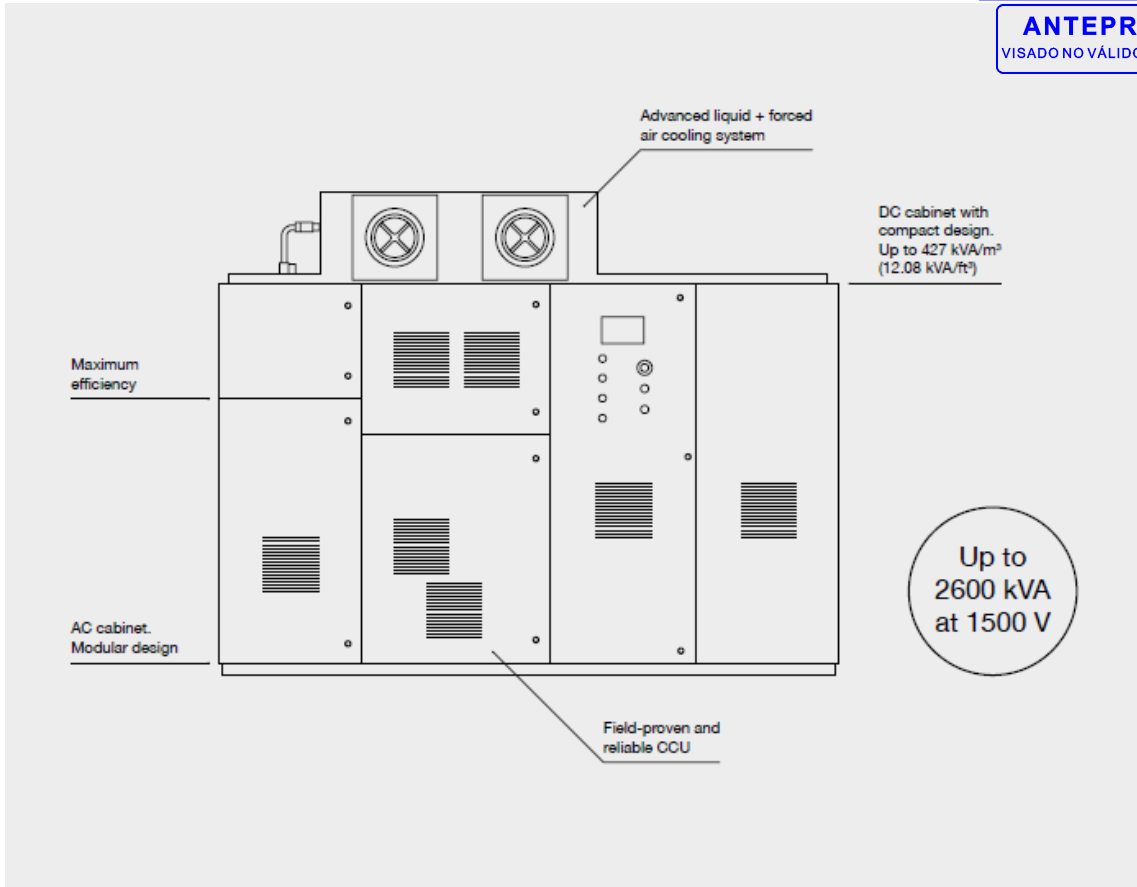
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA

Nº Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO

AVISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA: 20/11/2020

**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



## Gamesa Electric PV 2250/2500 Photovoltaic Inverter

<p><b>Maximum energy production</b></p>	<p>Market leading energy efficiency of 99.1% (IEC 61683)</p>	<p>Up to 50°C (122°F) and 2000 m (6561 ft) with no power derating</p>	<p>Enhanced MPPT algorithm to achieve outstanding MPPT efficiency values at static and dynamic states</p>
<p><b>Reliability</b></p>	<p>Smart liquid &amp; air cooling system that allows critical components to work at temperature level far below the limit, ensuring product life span</p>	<p>Tier I suppliers for critical components with best-in-class MTBF values</p>	<p>"Easy to support" concept, with heavy components in removable trays, reducing maintenance and repair time (MTTR)</p>
<p><b>Grid compliance</b></p>	<p>An extensive list of grid-code compliances, including the most demanding ones, such as Germany, Mexico, South Africa and more</p>	<p>Full operating range reactive power supply for both day and night operation through the so-called Statcom mode</p>	<p>Non-characteristic harmonics cancellation over distorted and unbalanced grids</p>

PV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

Anejo 4



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 Nº. de Colegiación: VD03894-20A  
 DE FECHA: 20/11/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

	PV 2350	PV 2475	PV 2600	PV 2250	PV 2400	PV 2500
<b>DC Input</b>						
Ratio DC/AC	127% (up to 177% upon request) <sup>(1)</sup>			129% (up to 179% upon request) <sup>(1)</sup>		
Max. DC Current @25°C [77°F]	2 x 1468 A			2 x 1460 A		
Max. DC Current @40°C [104°F]	2 x 1440 A			2 x 1440 A		
Max. DC Current @50°C [122°F]	2 x 1412 A			2 x 1400 A		
Maximum Short-circuit Current, I <sub>sc</sub> PV	2 x 1800 A (up to 2 x 2500 A upon request) <sup>(2)</sup>					
DC Voltage range	820 - 1500 V	860 - 1500 V	900 - 1500 V	820 - 1500 V	860 - 1500 V	900 - 1500 V
DC Voltage Range MPPT	820 - 1300 V	860 - 1300 V	900 - 1300 V	820 - 1300 V	860 - 1300 V	900 - 1300 V
Nr of DC ports	max 16 fuse +/- monitored max 18 fuse + monitored (up to max 24 fuse +/- monitored upon request) <sup>(3)</sup>					
Fuse Dimensions	160 A to 500 A					
Max. Wire Cross Section per DC Input	1 x 500 mm <sup>2</sup> or 2 x 300 mm <sup>2</sup>					
MPPT	1					
Energy Production from	0.5% P <sub>n</sub> approx.					
<b>AC Output</b>						
Nominal AC Power @25°C [77°F]	2363 kVA	2480 kVA	2600 kVA	2270 kVA	2386 kVA	2500 kVA
Nominal AC Power @40°C [104°F]	2315 kVA	2430 kVA	2550 kVA	2136 kVA	2240 kVA	2350 kVA
Nominal AC Power @50°C [122°F]	2273 kVA	2385 kVA	2500 kVA	2045 kVA	2147 kVA	2250 kVA
Maximum Output AC Current	2273 A		2185 A			
Nominal AC Voltage	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms	600 Vrms	630 Vrms	660 Vrms
Max. Wire Cross Section per AC Output Phase	4 x 240 mm <sup>2</sup> (optional 5 x 240 mm <sup>2</sup> )					
AC Power Frequency	50 / 60 Hz					
THD of AC Current	< 3%					
Reactive Power Range	Any					
<b>Efficiency</b>						
Max. Efficiency	99.1%			99.1%		
Euro-efficiency	98.8%					
Stand-by power consumption	< 200 W					
<b>Protective Devices</b>						
DC Input	Fuse and motorized load switch					
AC Input	Motorized circuit breaker					
Overvoltage Protections AC	Type 1 + 2 SPD					
Overvoltage Protections DC	Type 1 + 2 SPD					
<b>Communications</b>						
Control	Modbus TCP / IP (Other upon request)					
Monitoring	Modbus TCP / IP					
<b>Other Features</b>						
LVRT	Yes					
HVRT	Yes					
Working Ambient Temperature*	-20°C / +60°C (-4°F / +140°F)					
Relative Humidity	95% (without condensation)					
Max. Altitude (whitout derating)**	2000 m (6561 ft)					
Dimensions (width x height x depth)	2800 x 2230 x 975 mm (110.2 x 87.8 x 38.4")					
Weight	2400 kg (5290 lb)					
Protection	IP20					
Cooling	Liquid & forced air					
<b>Main Standards</b>						
IEC 62109-1	IEC 61683	C22.2 No 107.1-01:2001			Optional	
IEC 62109-2	IEEE 519	AUS: AS 4777.2: 2015			Advanced grounding kit	
IEC 61000-6-2	IEEE 1547	INDIA: CEA 6th February, 2019			Touch Display (HMI - Human Machine Interface)	
EN 55011:2016	USA: UL 1741-SA	IEC TS 62910:2015			Current Monitoring of DC Inputs	
IEC 62116	UL62109					

<sup>(1)</sup> This feature is available in product configuration with DC cabinet upgrade  
 \* With derating from 25°C / 77°F  
 \*\* Up to 4000 m (13123 ft) with derating as optional



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04613-20y VISADO electrónico VD03894-20A de 20/11/2020. CSV = A6THEI7IBATGFY4 verificable en http://coi.ar.e-visado.net



## 6. CONTROLADOR DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

### POWER ELECTRONICS

## PPC

### UTILITY SCALE POWER PLANT CONTROLLER

Power Electronics experience in integrating its products into different global electrical networks enables us to offer a set of solutions that can be customized to your requirements to control different sources of energy into the same grid. The integration of an alternative power source creates an unprecedented opportunity to reduce operational costs to off-grid industrial and commercial facilities.



### TECHNICAL CHARACTERISTICS

<b>GENERAL DATA</b>	Dimensions (WxDxH) mm	415 x 230 x 515
	Weight (kg)	10
	Mounting system	Wall mounted
	Compatible Inverters	HE, HEC, HEM, HEMK and Freemaq PCS
	Power Supply	250W
<b>I/O and COMMUNICATIONS<sup>[1]</sup></b>	4 x Digital Inputs	Programmable inputs and active high (24Vdc). Optically isolated.
	1 x RS485 Port	3 wires (GND,A,B), Modbus RTU
	1 x USB Port	PC connectable using a master Modbus configurator (ModScan or similar). Reserved for TS.
	1 x CAN Port	3 wires (L0, GND, HI), Modbus RTU
	1 x Ethernet Port (RJ45)	Modbus TCP/IP
<b>ENVIRONMENTAL CONDITIONS</b>	Operation Temperature	0~50°C (32~122°F)
	Storage temperature	-20~80°C (-4~176°F)
	Humidity	5-95% non-condensing
	Degree of protection	IP42
<b>CERTIFICATIONS</b>	CE	
<b>OTHERS</b>	Web interface for local and remote monitoring	
	Customized solution	

[1] Communication ports can be customised depending on PV plant design without prior notice.



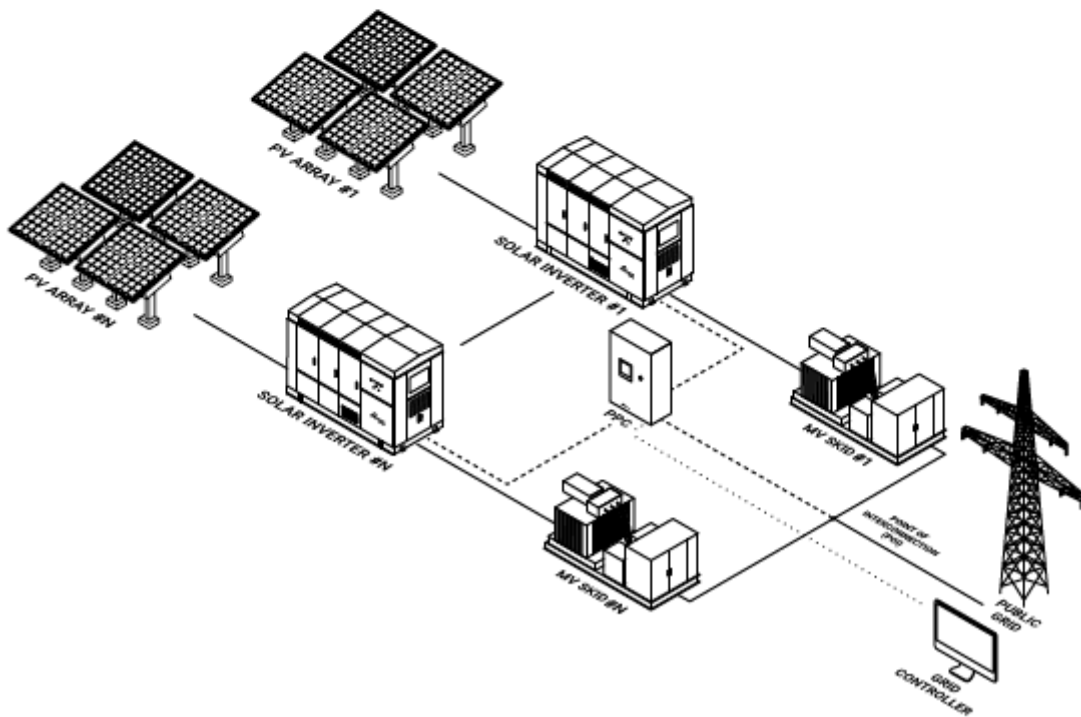
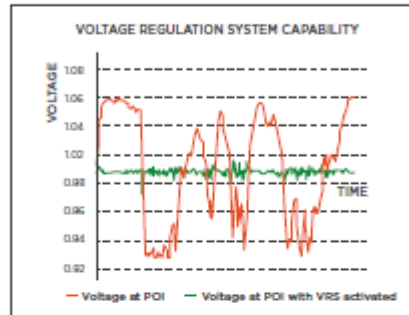
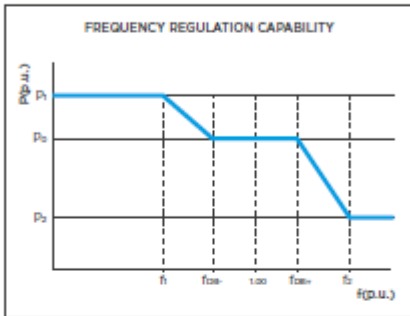
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N.º Colegiado: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO N.º: VD03894-20A  
 DE FECHA: 20/11/2020  
**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

**DYNAMIC GRID SUPPORT**

The Power Electronics Power Plant Controller is a device used to manage PV plants in order to comply with all the utility and customer requirements, thanks to its fast and flexible control algorithms. The PPC helps the grid controller to manage the performance of the PV plant, guaranteeing grid quality requirements.

The PPC includes the latest utility interactive specifications to support the grid, by controlling the reactive and active power at the POI with a fast response time. This flexible plant control device allows the user to customize the unit, in order to comply with any grid code standards and regulations.





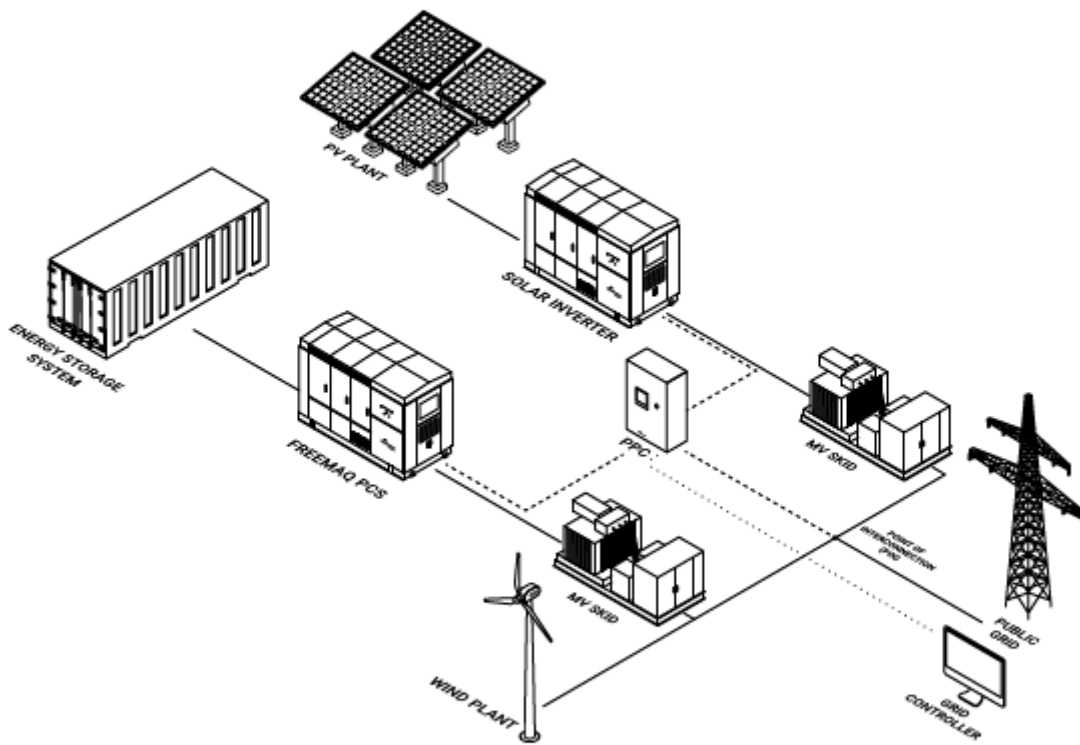
POWER ELECTRONICS

**POWER PLANT CONTROLLER**

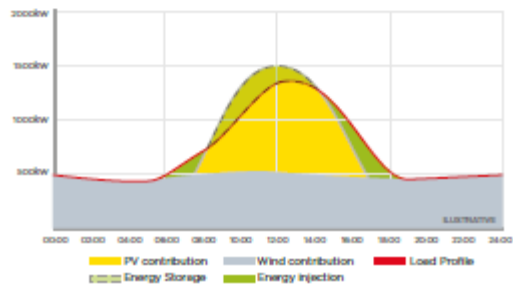
The Power Plant Controller (PPC) can be the main governor of the most complex Multi PCS systems by monitoring the point of interconnection (POI) and at the same time controlling the power generation and storage equipment.

The PPC is equipped with the latest PLC based microprocessor that interacts through the programmable digital/

analogue signals and communication ports (Modbus TCP). The PPC together with the Freesun solar inverter or the Free-maq series can be customized for those countries (Puerto Rico, Hawaii...) that require full compliance to stringent dynamic grid support response at POI.



- PPC main governor and interface of the system.
- Multiple renewable power sources: solar, wind, etc.
- Centralized dynamic grid support at POI.
- Power smoothing – Enable ramp rate control.
- Storage equipment control.





PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp

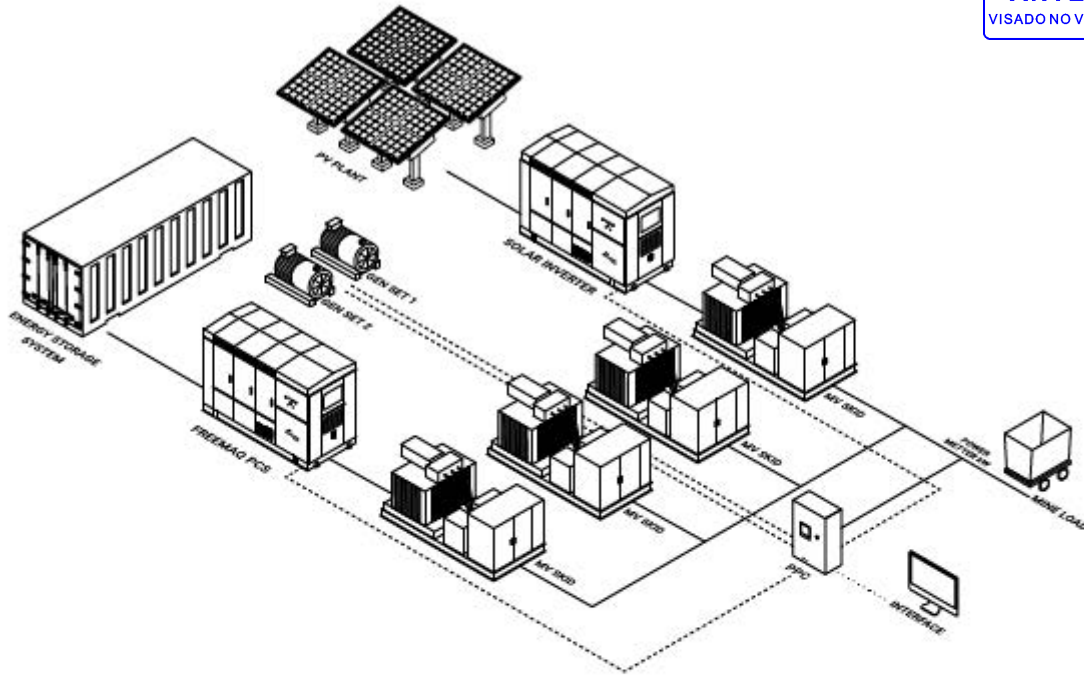
Anejo 4



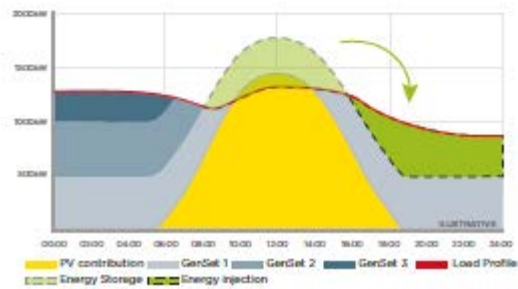
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA.: 20/11/2020

**E-VISADO**

**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



- PPC main governor and interface of the system.
- Multiple GenSets and storage equipment control.
- Centralized dynamic grid support at POI.
- Power shaping - Enhanced broad implementation of decentralized PV.
- Power smoothing – Enable ramp rate control.





---

# ANTEPROYECTO

## PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

### DOCUMENTO 3: PLANOS

Término Municipal de Jaca (Huesca)

---



*En Zaragoza, noviembre de 2020*

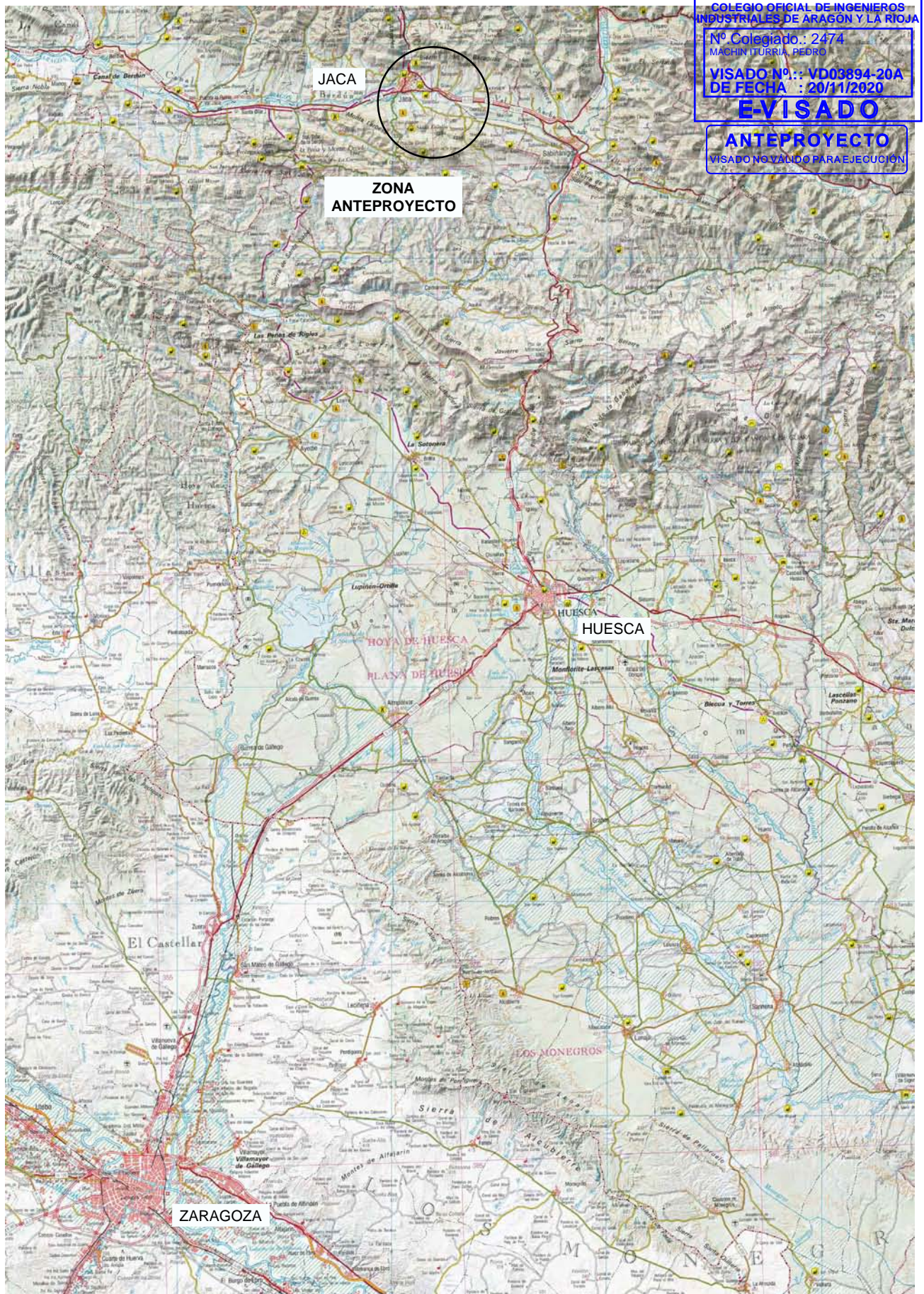
PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
3. Planos





**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## ÍNDICE

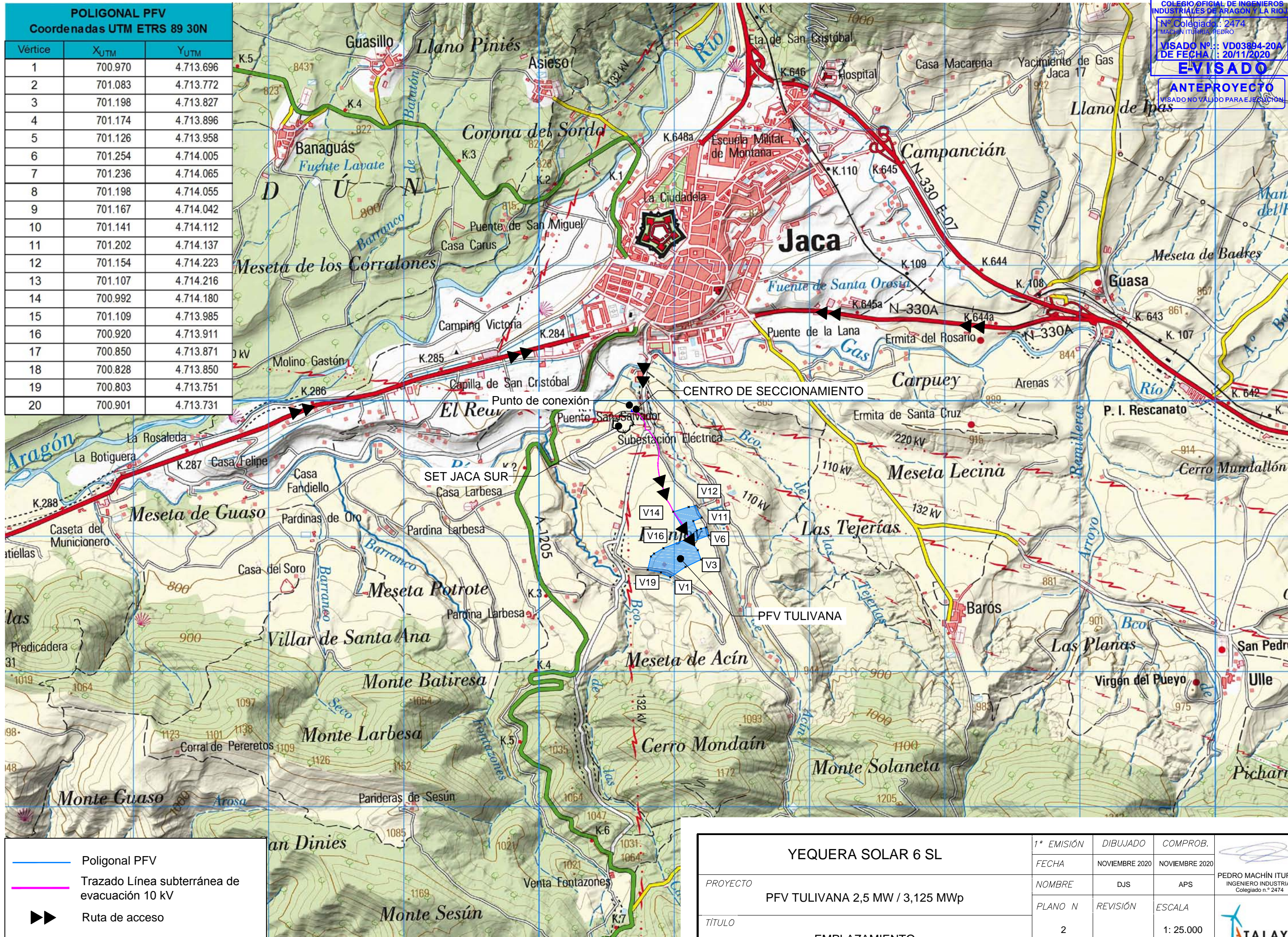
1. Situación
2. Emplazamiento
3. Planta general
4. Ortofoto
5. Parcelario
6. Afecciones
7. Sección tipo viales
8. Zanjas tipo
9. Unifilares
10. Vallado
11. Centro de Seccionamiento
12. Edificio de Control



<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 <b>PEDRO MACHÍN ITURRIA</b> INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO <b>PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp</b>	NOMBRE	DJS	APS	
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
TÍTULO	<b>SITUACIÓN</b>		1 1: 200.000	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 N° Colegiado: 2474  
 MACHÍN ITURRIA PEDRO  
**VISADO Nº.: VD03894-20A**  
**DE FECHA: 20/11/2020**  
**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

POLIGONAL PFV		
Coordenadas UTM ETRS 89 30N		
Vértice	X <sub>UTM</sub>	Y <sub>UTM</sub>
1	700.970	4.713.696
2	701.083	4.713.772
3	701.198	4.713.827
4	701.174	4.713.896
5	701.126	4.713.958
6	701.254	4.714.005
7	701.236	4.714.065
8	701.198	4.714.055
9	701.167	4.714.042
10	701.141	4.714.112
11	701.202	4.714.137
12	701.154	4.714.223
13	701.107	4.714.216
14	700.992	4.714.180
15	701.109	4.713.985
16	700.920	4.713.911
17	700.850	4.713.871
18	700.828	4.713.850
19	700.803	4.713.751
20	700.901	4.713.731

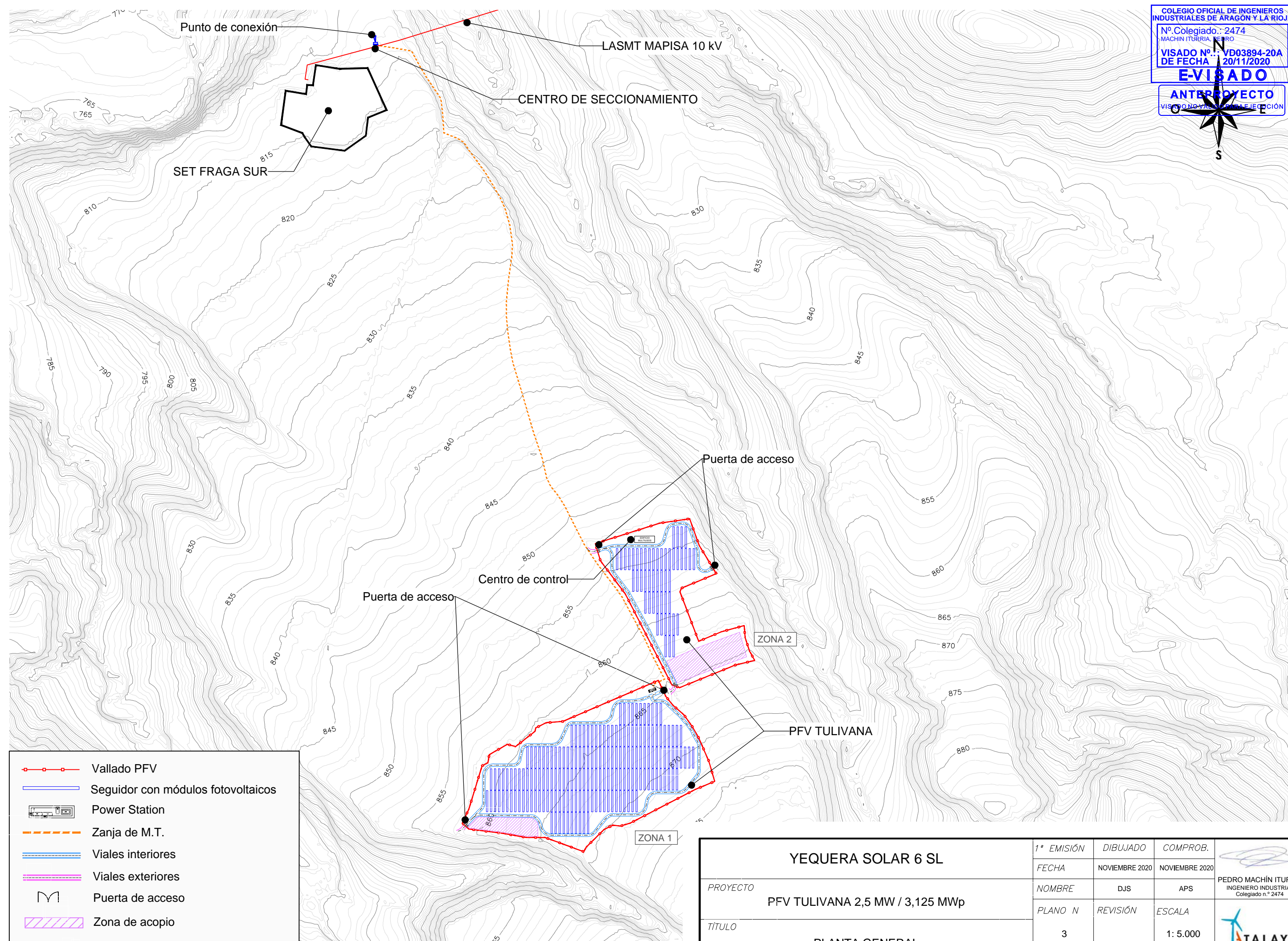


Poligonal PFV  
 Trazado Línea subterránea de evacuación 10 kV  
 Ruta de acceso

PROYECTO	YEQUERA SOLAR 6 SL		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
TÍTULO	EMPLAZAMIENTO		NOMBRE	DJS	APS	 TALAYA GENERACIÓN
			PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
				2	1: 25.000	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04613-20y VISADO electrónico VD03894-20A de 20/11/2020. CSV = A6THE17BATG7FY4 verificable en http://coliar.e-visado.net

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado: 2474  
 MACHÍN ITURRIA PEDRO  
**VISADO Nº.: VD03894-20A**  
**DE FECHA: 20/11/2020**  
**E-VISADO**  
**ANTERPROYECTO**  
 VISIÓN PREVIA A LA EJECUCIÓN

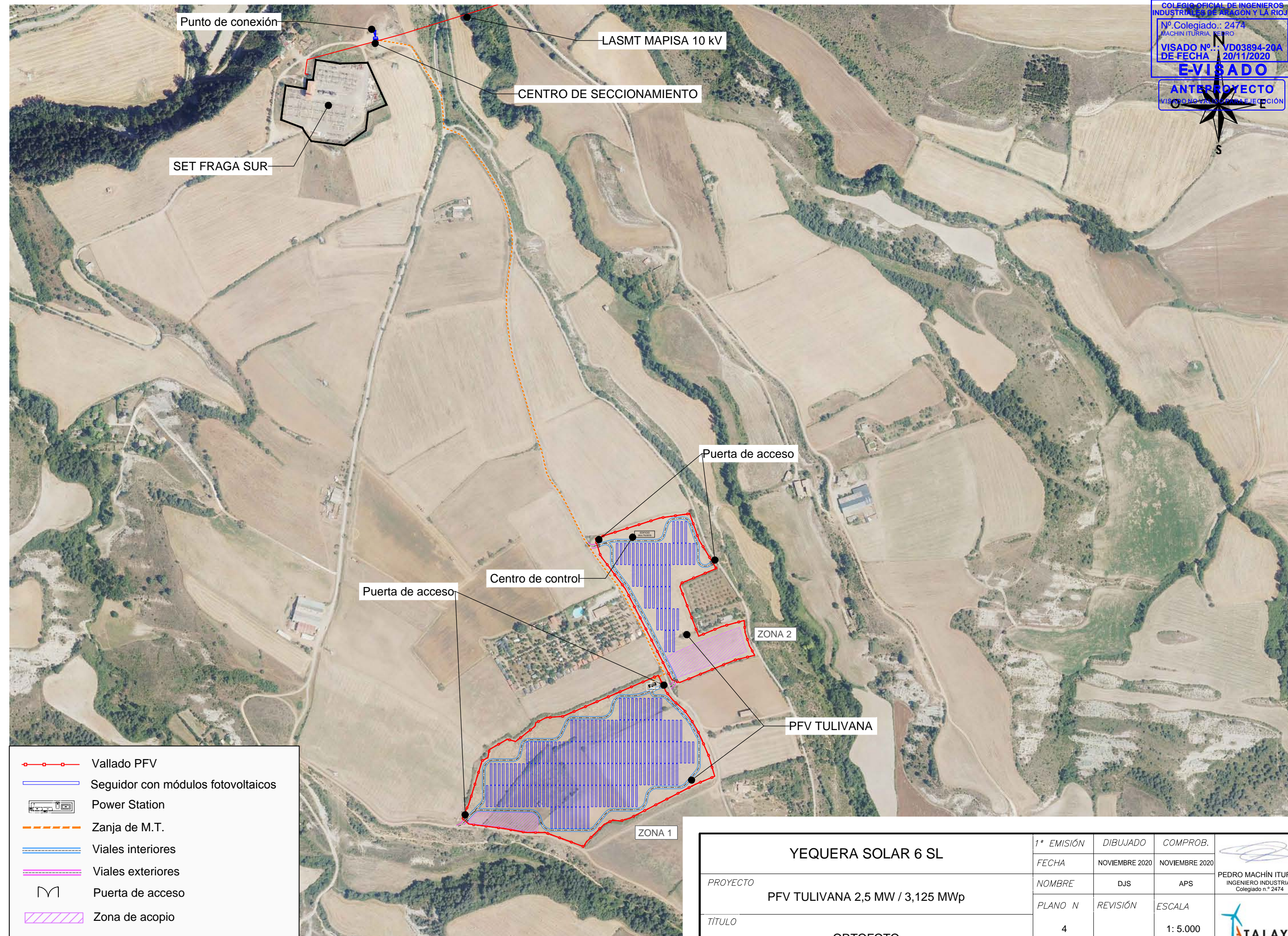


- Vallado PFV
- Seguidor con módulos fotovoltaicos
- Power Station
- Zanja de M.T.
- Viales interiores
- Viales exteriores
- Puerta de acceso
- Zona de acopio

<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp	NOMBRE	DJS	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO		PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
	PLANTA GENERAL	3		1: 5.000	

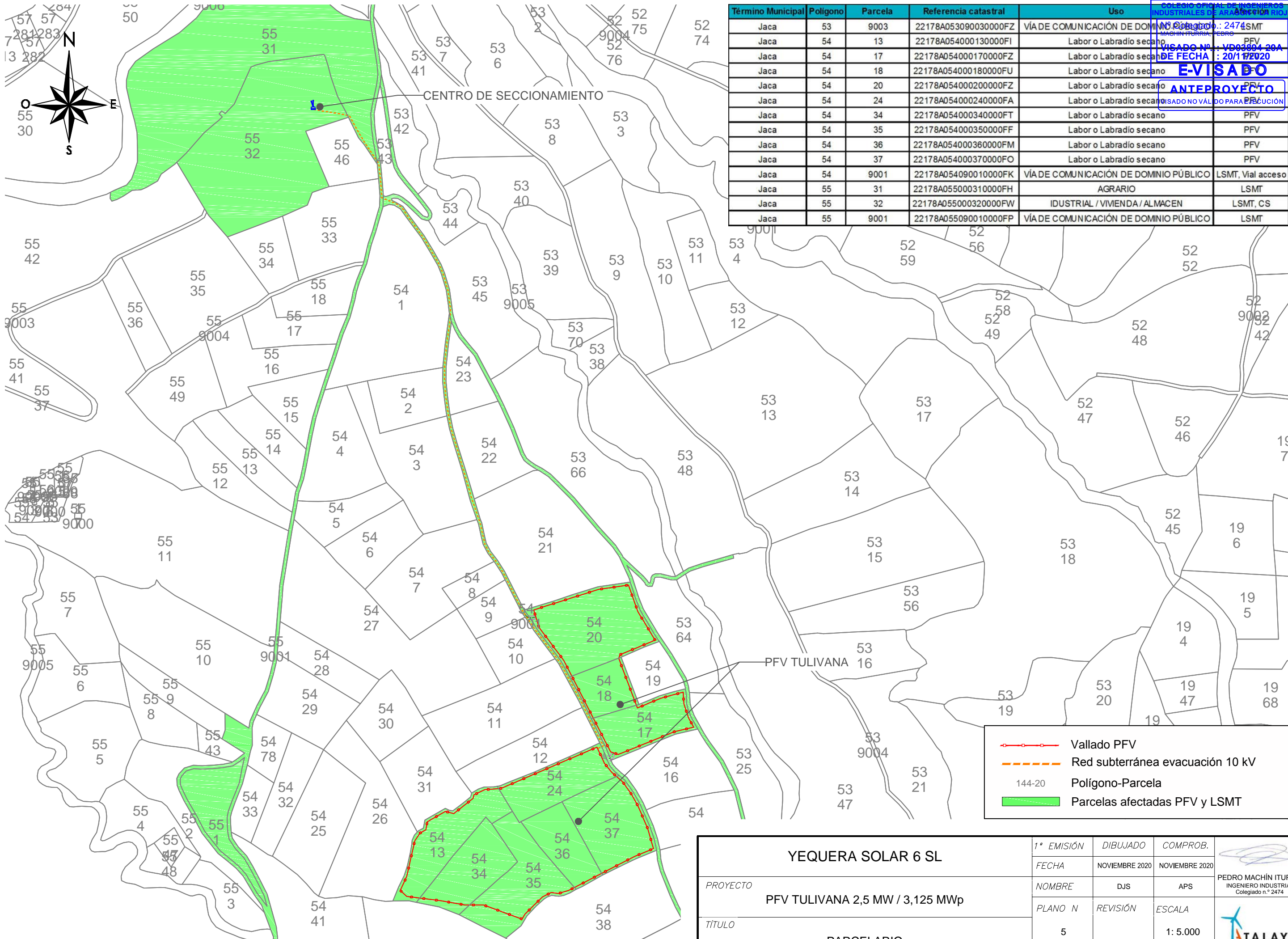
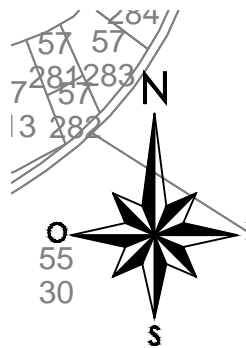
Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04613-20y VISADO electrónico VD03894-20A de 20/11/2020. CSV = A6THE17B7GFFY4 verificable en http://coliar.e-visado.net

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHÍN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA: 20/11/2020  
**E-VISADO**  
**ANTERPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



- Vallado PFV
- Seguidor con módulos fotovoltaicos
- Power Station
- Zanja de M.T.
- Viales interiores
- Viales exteriores
- Puerta de acceso
- Zona de acopio

<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	<b>PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp</b>	NOMBRE	DJS	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO		PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
	ORTOFOTO	4		1: 5.000	



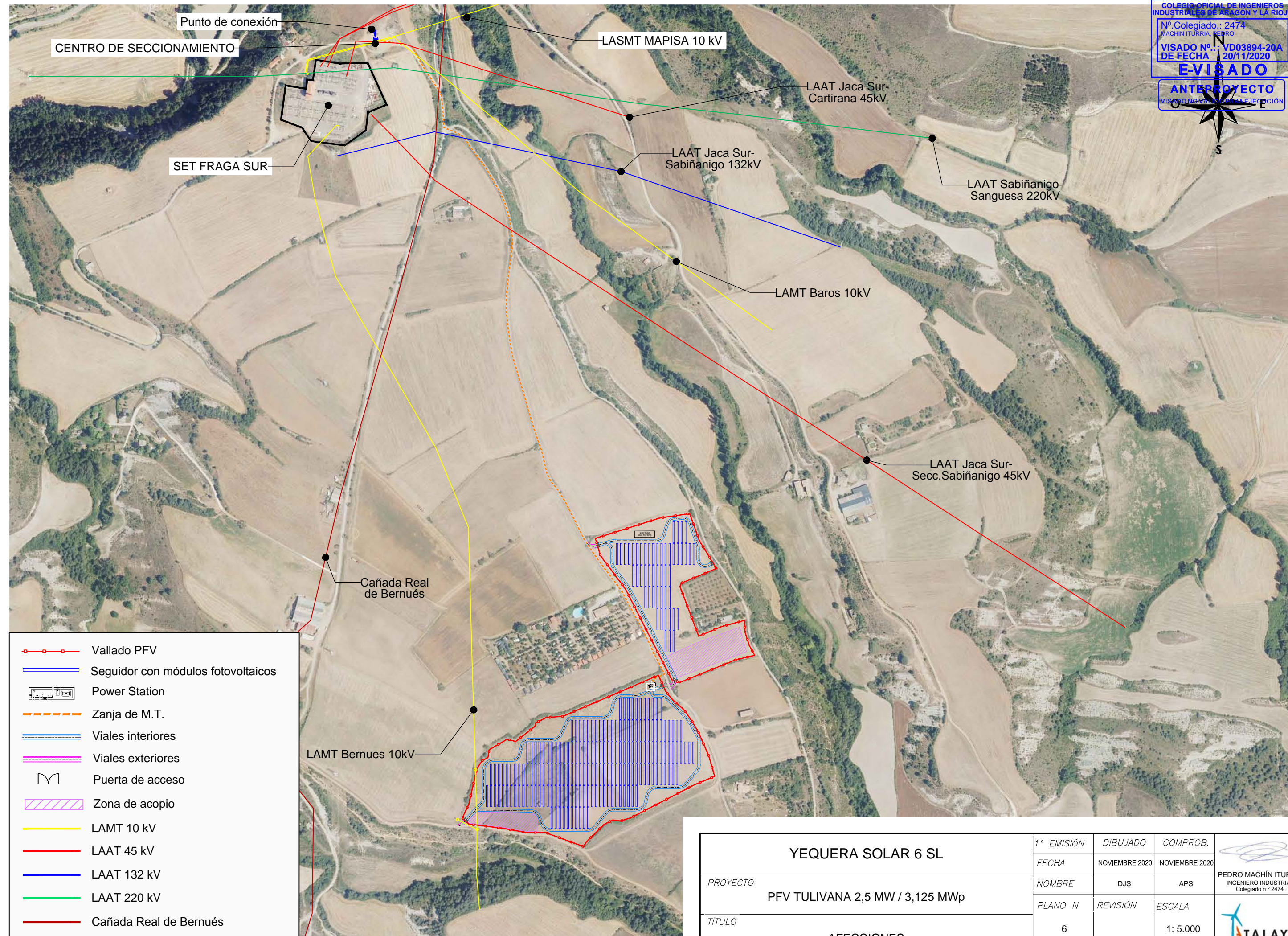
Término Municipal	Polígono	Parcela	Referencia catastral	Uso
Jaca	53	9003	22178A053090030000FZ	VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO
Jaca	54	13	22178A054000130000FI	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	17	22178A054000170000FZ	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	18	22178A054000180000FU	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	20	22178A054000200000FZ	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	24	22178A054000240000FA	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	34	22178A054000340000FT	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	35	22178A054000350000FF	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	36	22178A054000360000FM	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	37	22178A054000370000FO	Labor o Labradío secoano
Jaca	54	9001	22178A054090010000FK	VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO
Jaca	55	31	22178A055000310000FH	AGRARIO
Jaca	55	32	22178A055000320000FW	IDUSTRIAL / VIVIENDA / ALMACEN
Jaca	55	9001	22178A055090010000FP	VÍA DE COMUNICACIÓN DE DOMINIO PÚBLICO

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 No. Colegiado: 2474  
 PEDRO MACHÍN ITURRIA  
 INGENIERO INDUSTRIAL  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA: 20/11/2020  
**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

Vallado PFV  
 Red subterránea evacuación 10 kV  
 144-20 Polígono-Parcela  
 Parcelas afectadas PFV y LSMT

YEQUERA SOLAR 6 SL		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO	PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
TÍTULO	PARCELARIO	NOMBRE	DJS	APS	
		PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
		5		1: 5.000	 <b>TALAYA</b> GENERACIÓN

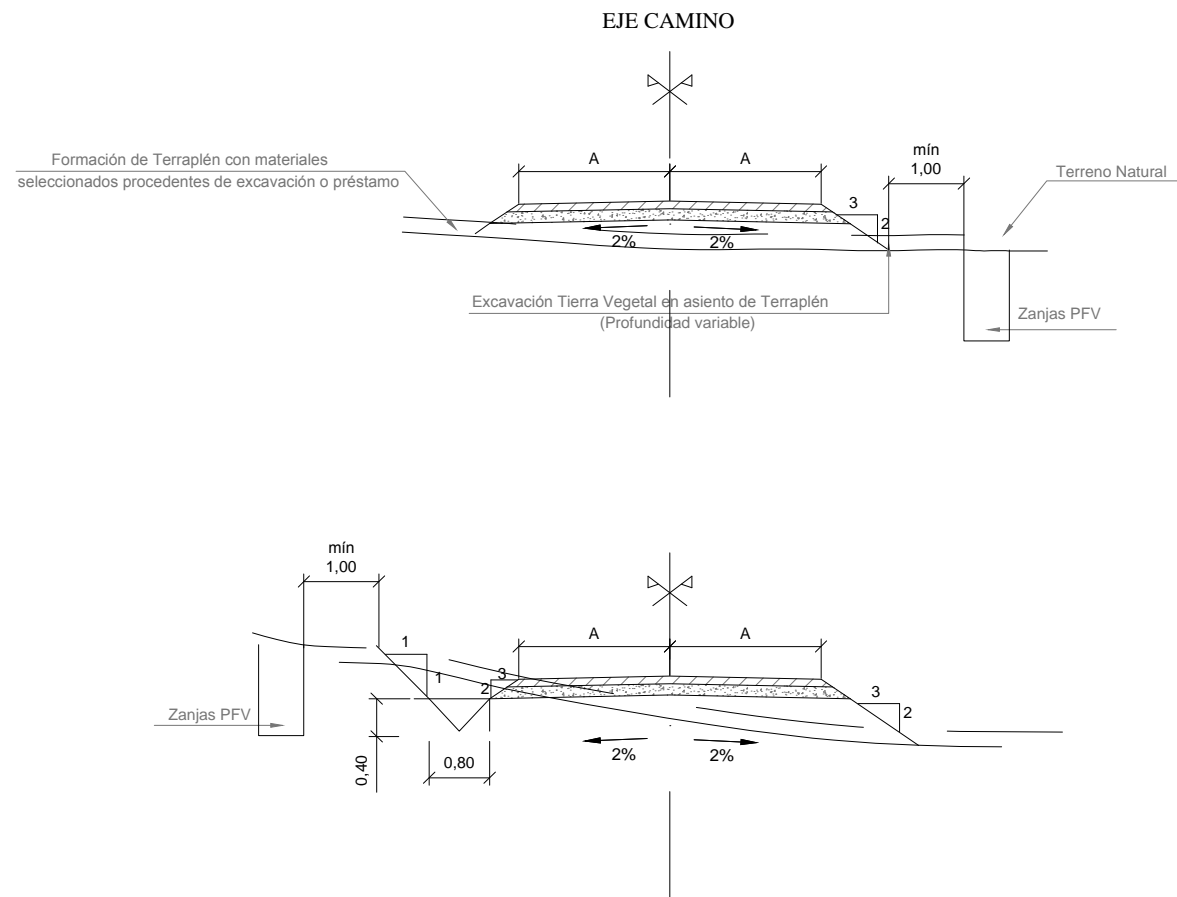




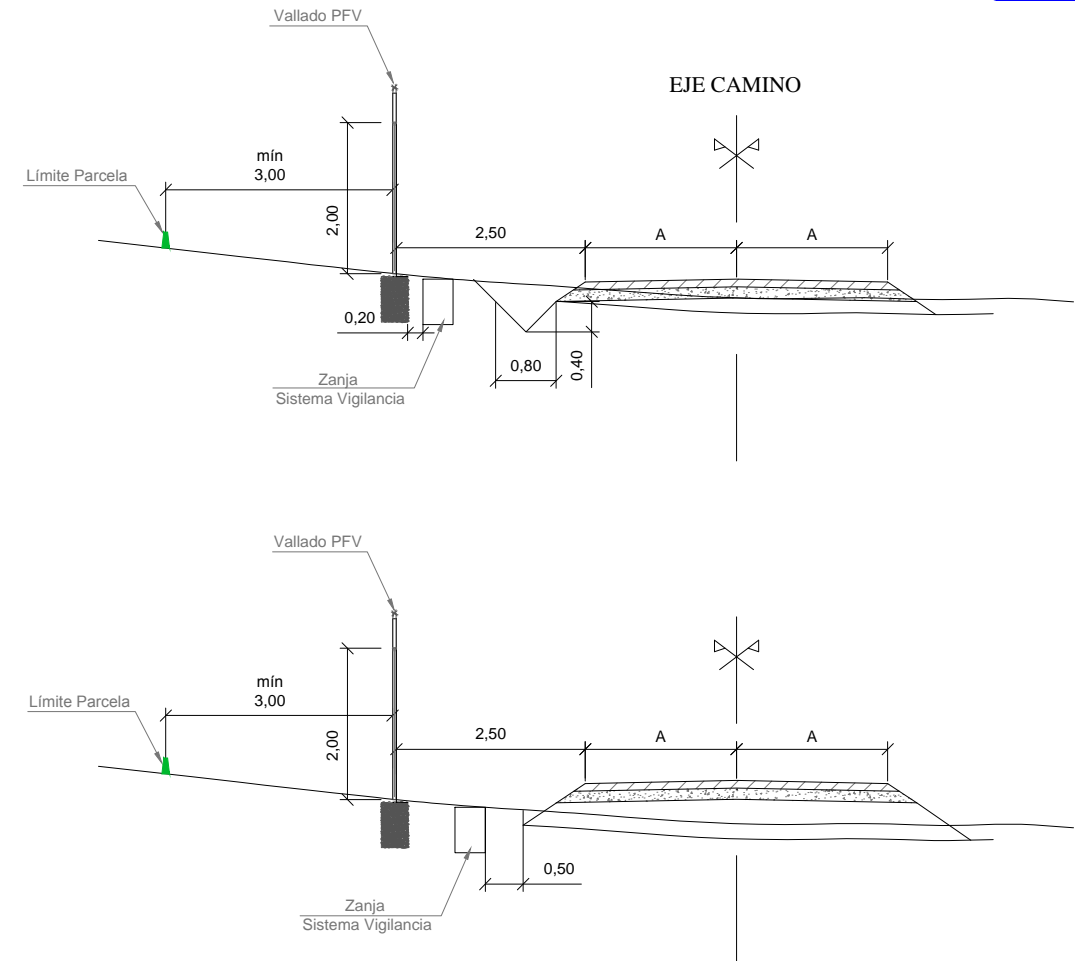
- Vallado PFV
- Seguidor con módulos fotovoltaicos
- Power Station
- Zanja de M.T.
- Viales interiores
- Viales exteriores
- Puerta de acceso
- Zona de acopio
- LAMT 10 kV
- LAAT 45 kV
- LAAT 132 kV
- LAAT 220 kV
- Cañada Real de Bernués

<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	<b>PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp</b>	NOMBRE	DJS	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO		PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
<b>AFECCIONES</b>		6		1: 5.000	

**VIALES**



**VIALES PERIMETRALES**





**FIRMES**

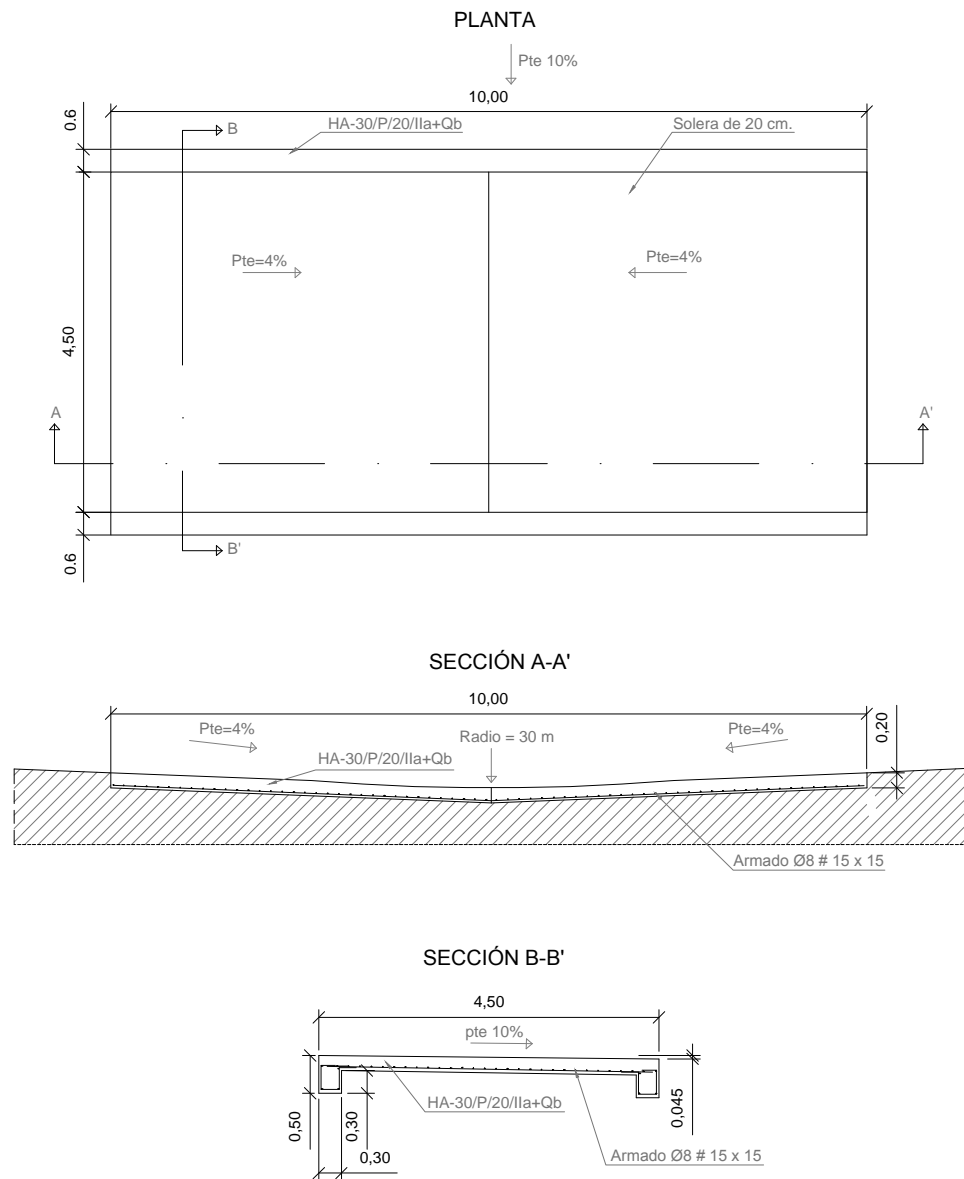
-  Base
-  Subbase

**Notas:**

Los viales de acceso tendrán una anchura de A = 4 m.  
 La sección de firme formada por dos capas (base 0.10 m y subbase 0.15 m).  
 La profundidad de excavación en tierra vegetal será mínimo de 0.20 m.  
 La formación del terraplén será con material seleccionado procedente de excavación o préstamo.  
 Cotas en metros.

<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>	<b>1ª EMISIÓN</b>	<b>DIBUJADO</b>	<b>COMPROB.</b>	
	<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
<b>PROYECTO</b>	<b>NOMBRE</b>	DJS	APS	
<b>TÍTULO</b>	<b>PLANO N</b>	<b>REVISIÓN</b>	<b>ESCALA</b>	
SECCIÓN TIPO VIALES. VIALES	7	1 de 3	1: 100	

**SECCIÓN TIPO VADO HORMIGONADO**

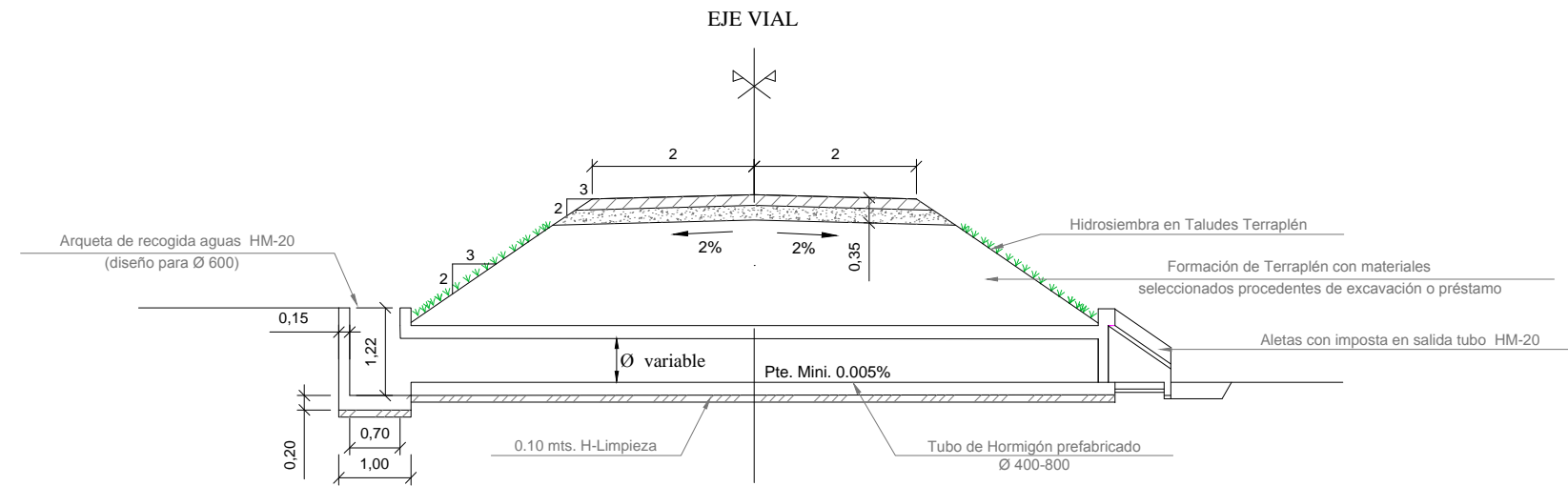


CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN EHE						
ELEMENTO	LOCALIZACIÓN	ESPECIFIC. ELEMENTO art. 39.2 EHE	NIVEL DE CONTROL 95 EHE	COEFICIENTE PONDERACIÓN		
				Yc	Ys	Yt
HORMIGÓN	IGUAL TODA LA OBRA					
	ARQUETAS	HA-30/P/20/IIa+Qb	NORMAL	1.5		
	PILARES					
	VIGAS					
	ANCLAJES	HM-20/P/20/IIa+Qb	NORMAL	1.5		
ACERO DE ARMADURAS	IGUAL TODA LA OBRA	B-500 S	NORMAL		1.1	
	CIMENTACIÓN Y MUROS					
	PILARES					
	VIGAS					
EJECUCIÓN	IGUAL TODA LA OBRA		NORMAL			1.6
	CIMENTACIÓN Y MUROS					
	PILARES					
	VIGAS					
NOTAS: RESISTENCIA DEL TERRENO $\sigma_{Tm} = 2 \text{ Kg/cm}^2$						
ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES						
TIPO DE HORMIGONES	ÁRIDO A EMPLEAR		CEMENTO	CONSISTENCIA	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA ESPECIFICADA $f_{ck}$ en $\text{KP/cm}^2$	
	TIPO DE ÁRIDO	TAMAÑO MAX.	DESIGNACIÓN 26 EHE	Art. 30.6 EHE	A LOS 7 DIAS	A LOS 28 DIAS
HA-30/P/20/IIa+Qb	RODADO	20 M/M	CEM. I 42.5/SR	PLASTI.(3-5)	225	300
HM-20/P/20/IIa+Qb	RODADO	20 M/M	CEM. I 42.5/SR	PLASTI.(3-5)	150	200

YEQUERA SOLAR 6 SL				1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO				FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp				NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO				PLANO N	7	REVISIÓN	2 de 3
SECCIÓN TIPO VIALES. VADOS HORMIGONADOS				ESCALA	1: 100		

SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)

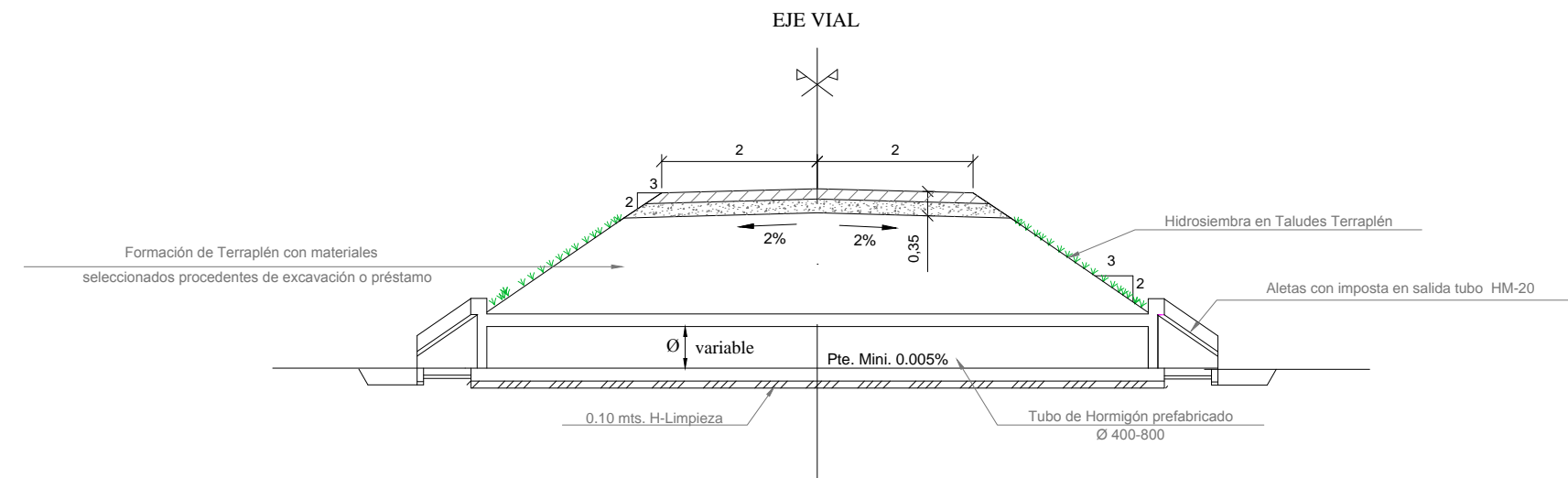
ARQUETA-ALETAS



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHIN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA : 20/11/2020  
**E-VISADO**  
**ANTEPROYECTO**  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

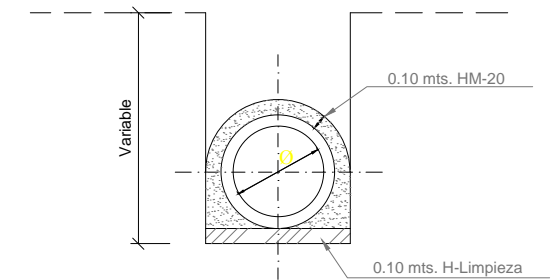
SECCIÓN TIPO VIAL EN TERRAPLÉN (SECCIÓN TIPO CON OBRA DRENAJE)

ALETAS-ALETAS



OBRA DE DRENAJE  
 (SECCIÓN TRANSVERSAL)

E: 1/50



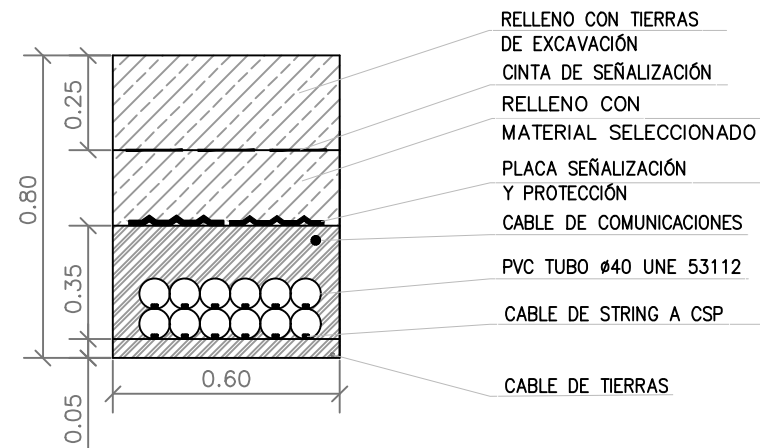
FIRMES

- Base (0.15 mts.)
- Subbase (0.20 mts.)

ESPECIFICACIONES PARA MATERIALES Y HORMIGONES				
TIPOS DE HORMIGÓN	ÁRIDOS A UTILIZAR		CEMENTO	CONSISTENCIA
	TIPO DE ÁRDIO	GRANULO MÁX.	DESIGNACIÓN art. 37.3.2 EHE	ASIENTO CONO ABRAMS UNE 7.103
HM-20/P/40/IIa (en limpieza y elementos Arquetas)	RODADO	40 mm	CEM II/A-V42.5	5-8 cm

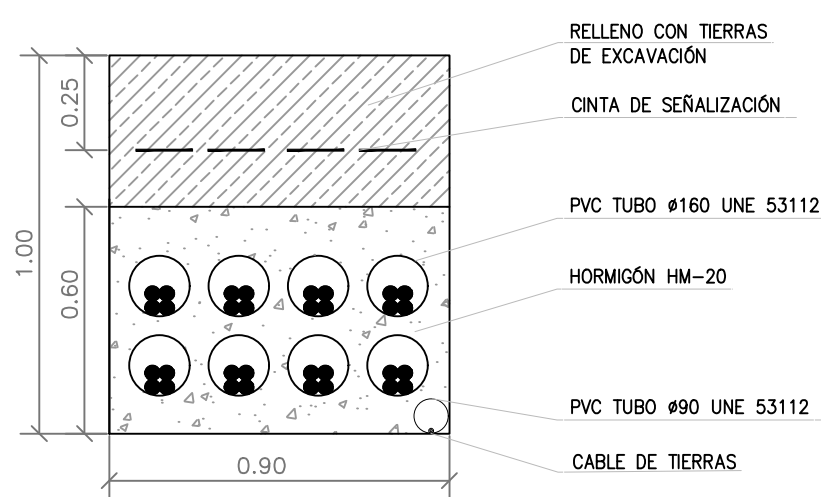
YEQUERA SOLAR 6 SL				1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp				FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
				NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO SECCIÓN TIPO VIALES. OBRAS DE DRENAJE				PLANO N	7	3 de 3	
				REVISIÓN	3 de 3	ESCALA	1: 100

ZANJA DC "TIPO A"  
 STRING A CSP



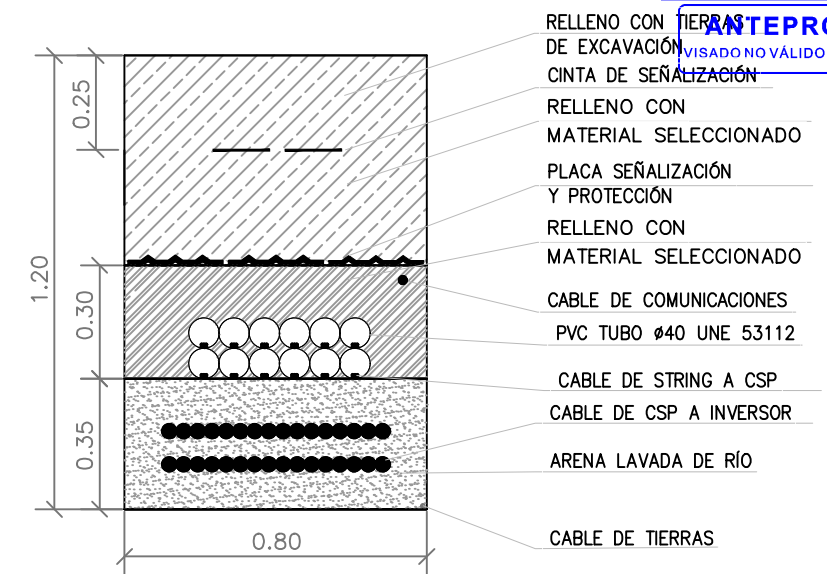
NOTA:  
 Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO B"  
 CSP A INVERSOR (HORMIGÓN)

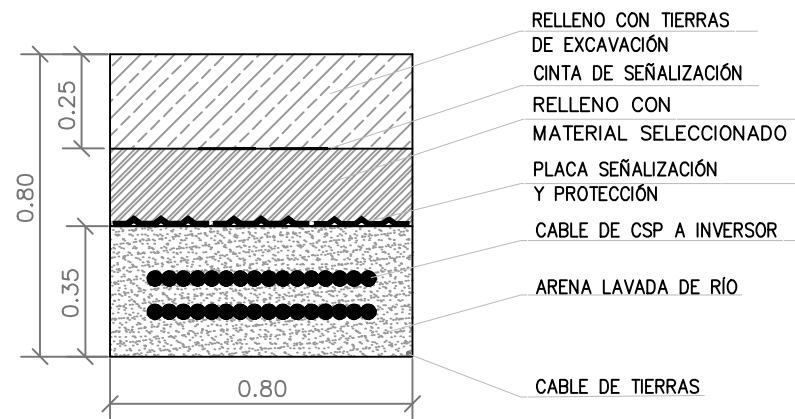


NOTA:  
 Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO C"  
 CRUZAMIENTO: ZANJA DC "TIPO A" CON ZANJA DC "TIPO B"

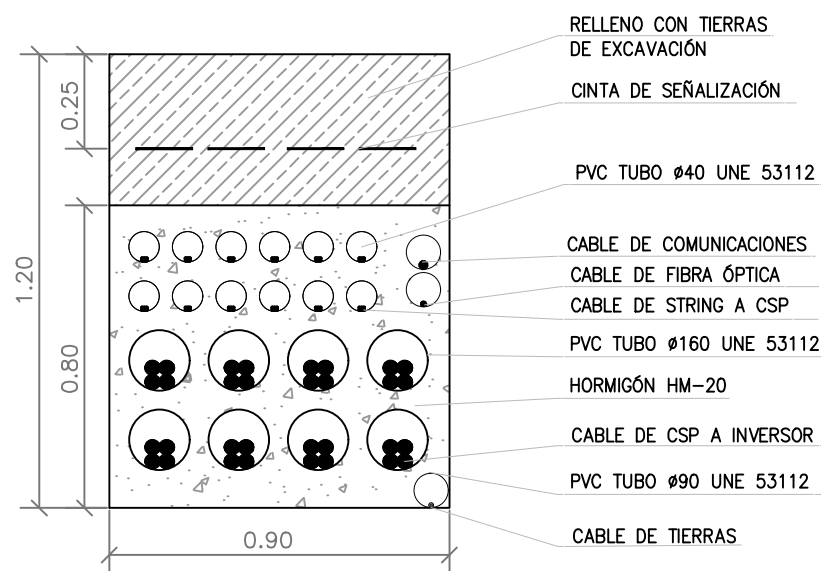


ZANJA DC "TIPO B"  
 CSP A INVERSOR

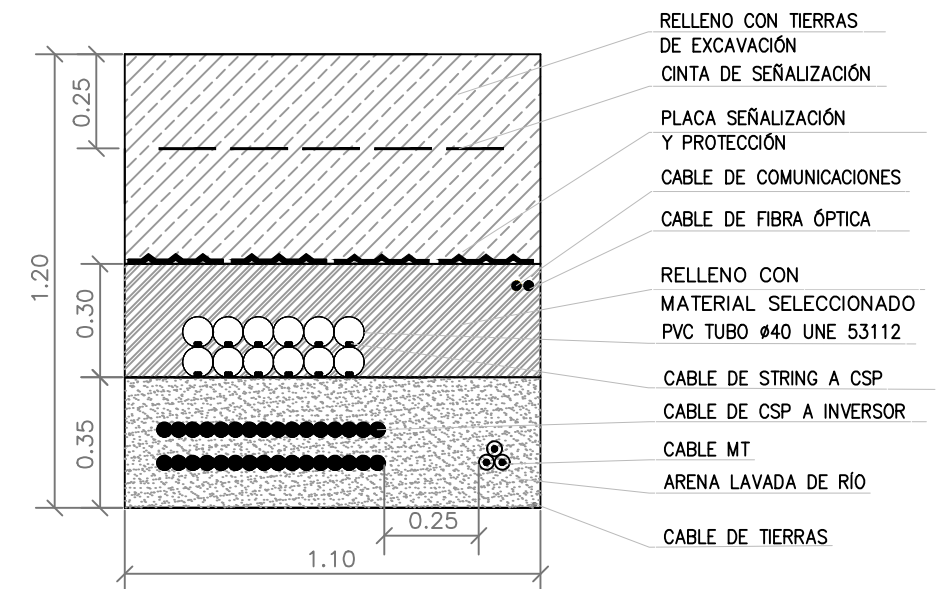




NOTA:  
 Las dimensiones de las zanjas se adecuarán según la configuración del PFV.

ZANJA DC "TIPO B"  
 CSP A INVERSOR (HORMIGÓN)

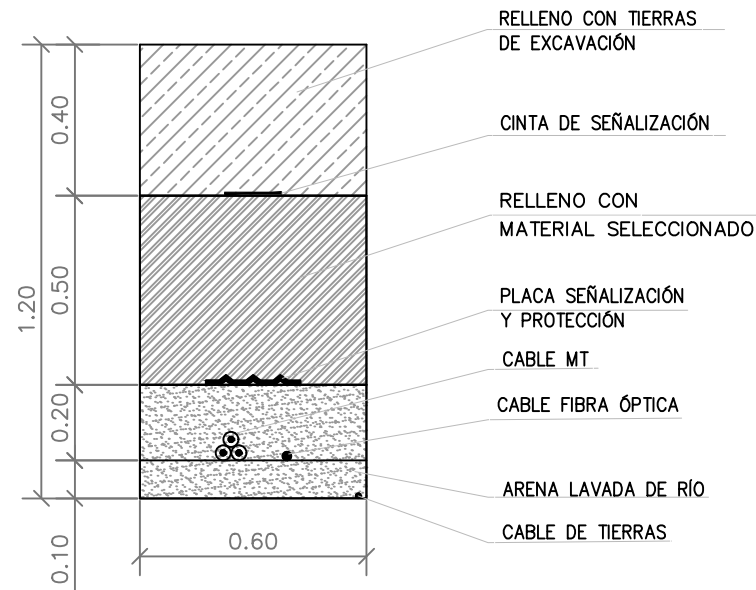


ZANJA COMPARTIDA "TIPO D"  
 CRUZAMIENTO CSP A INVERSOR

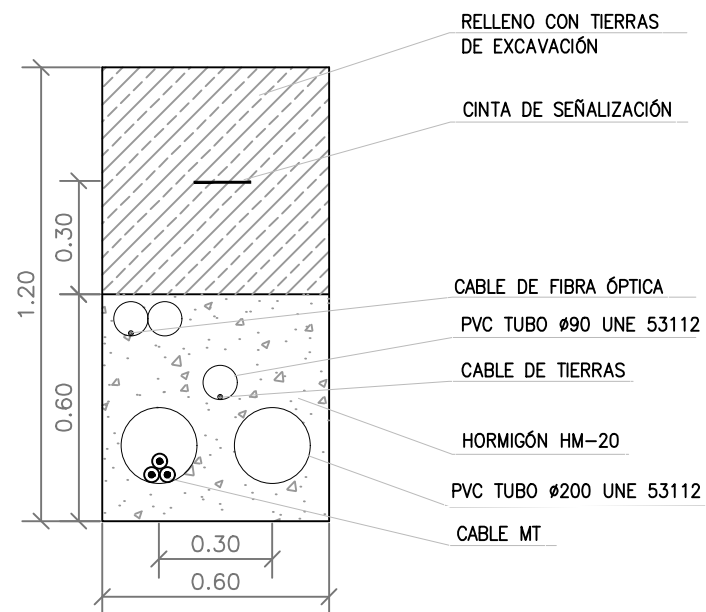


YEQUERA SOLAR 6 SL		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp		NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO		PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
ZANJAS TIPO. BAJA TENSIÓN		8	1 de 3	1: 20	 TALAYA GENERACIÓN

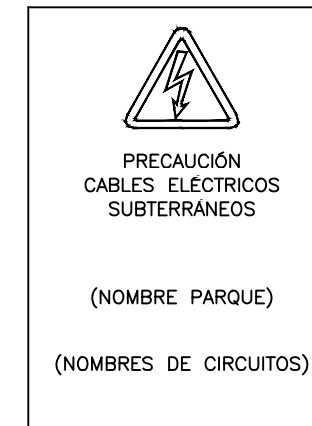
ZANJA  
1 CIRCUITO MT



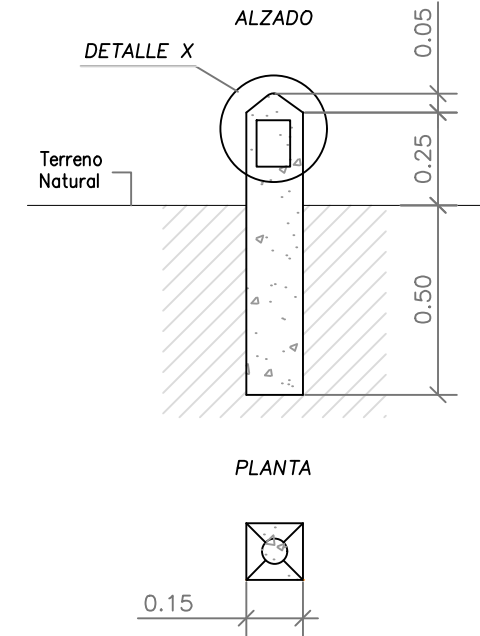
ZANJA CRUCE  
1 CIRCUITO MT



DETALLE X  
PLACA SEÑALIZACIÓN DE PELIGRO



HITOS DE SEÑALIZACIÓN

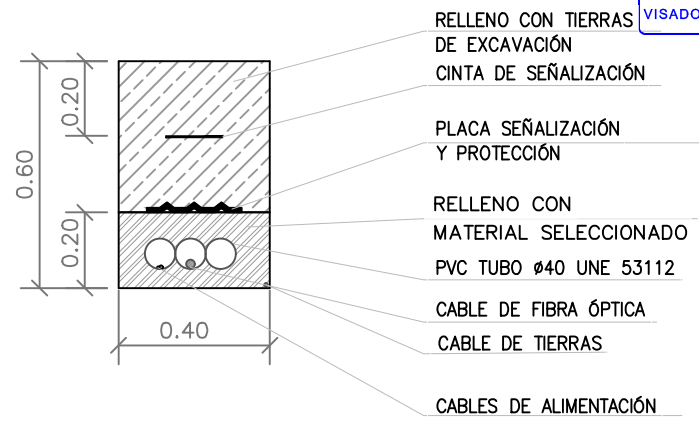


NOTAS:

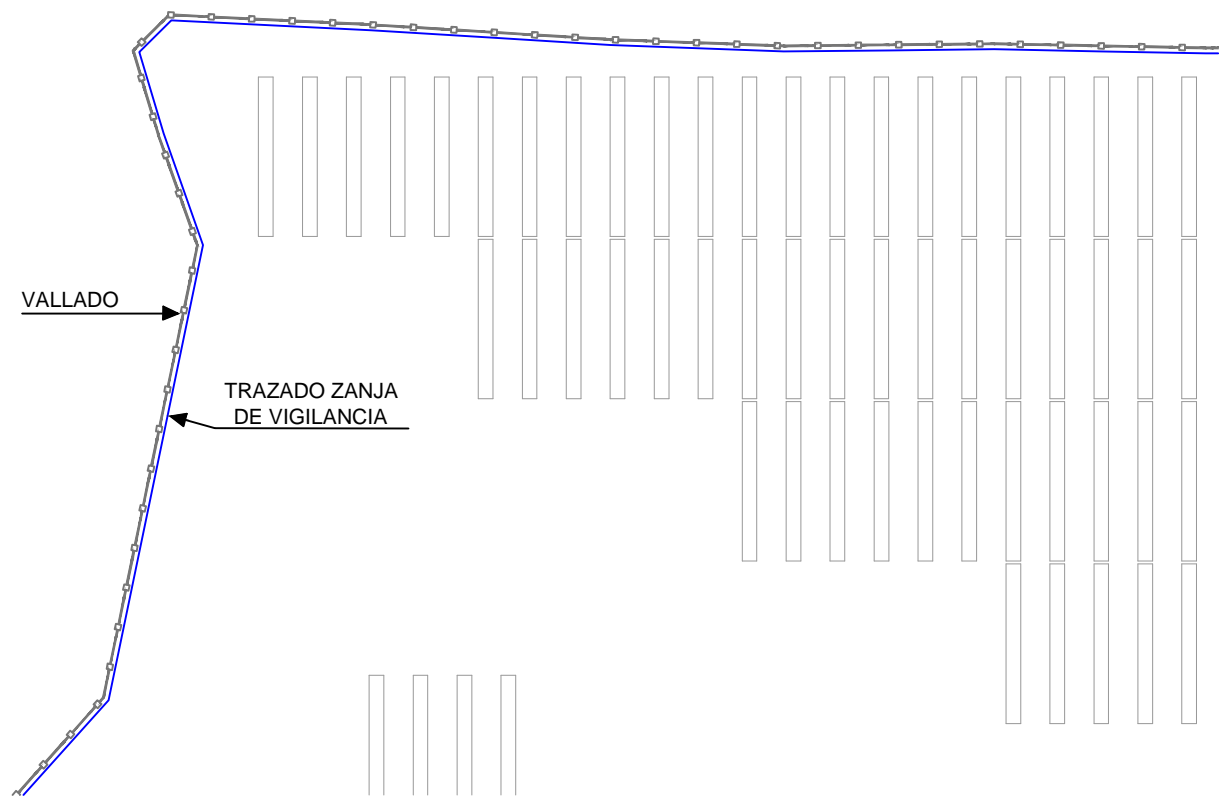
1. LA PROTECCIÓN MECÁNICA DE LOS CABLES CUBRIRÁ LA PROYECCIÓN EN PLANTA DE LOS MISMOS.
2. LOS HITOS DE SEÑALIZACIÓN SE COLOCARÁN A UN MÁXIMO DE 50 M ENTRE ELLOS, EN TRAMOS RECTOS, EN TODOS LOS LUGARES DONDE SE UBIQUE UN EMPALME Y EN LOS CAMBIOS DE DIRECCIÓN DE LA ZANJA, EN EL CASO DE HITOS QUE SEÑALICEN EMPALMES SE INDICARÁ UNA MARCA DE COLOR ROJO.
3. UNIDAD DE MEDIDA DE LAS COTAS, MM.

YEQUERA SOLAR 6 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	NOMBRE	DJS	APS	 TALAYA GENERACIÓN
PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
TÍTULO	8	2 de 3	1: 20	
ZANJAS TIPO. MEDIA TENSIÓN				

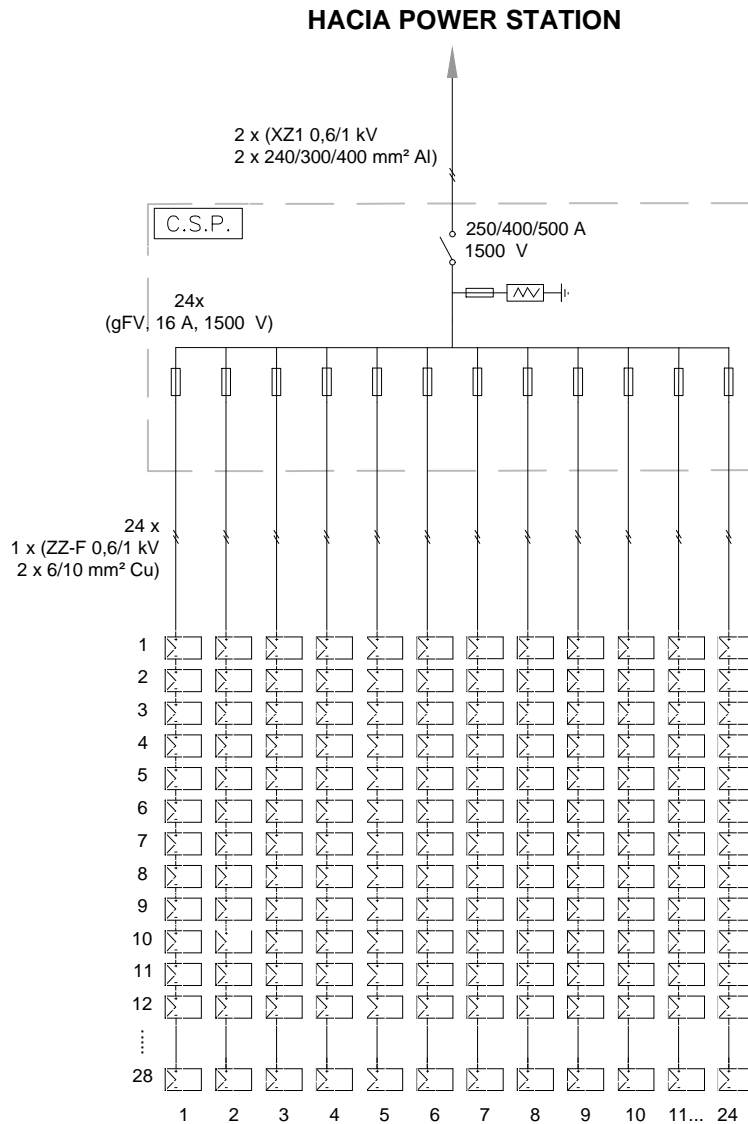
ZANJA SISTEMA DE VIGILANCIA  
 Escala 1 : 20





UBICACIÓN TIPO ZANJA SISTEMA DE VIGILANCIA  
 Escala: S/E

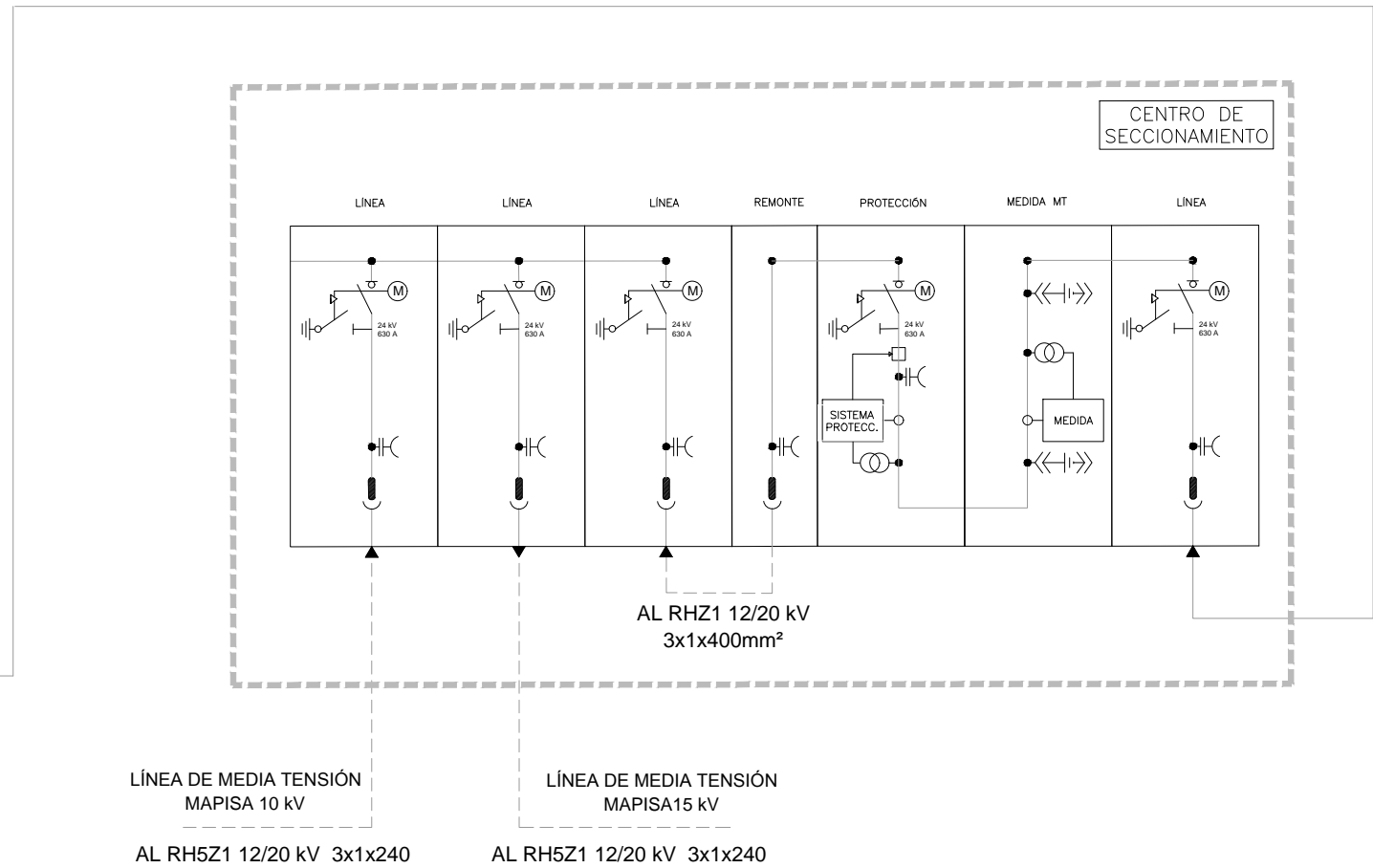
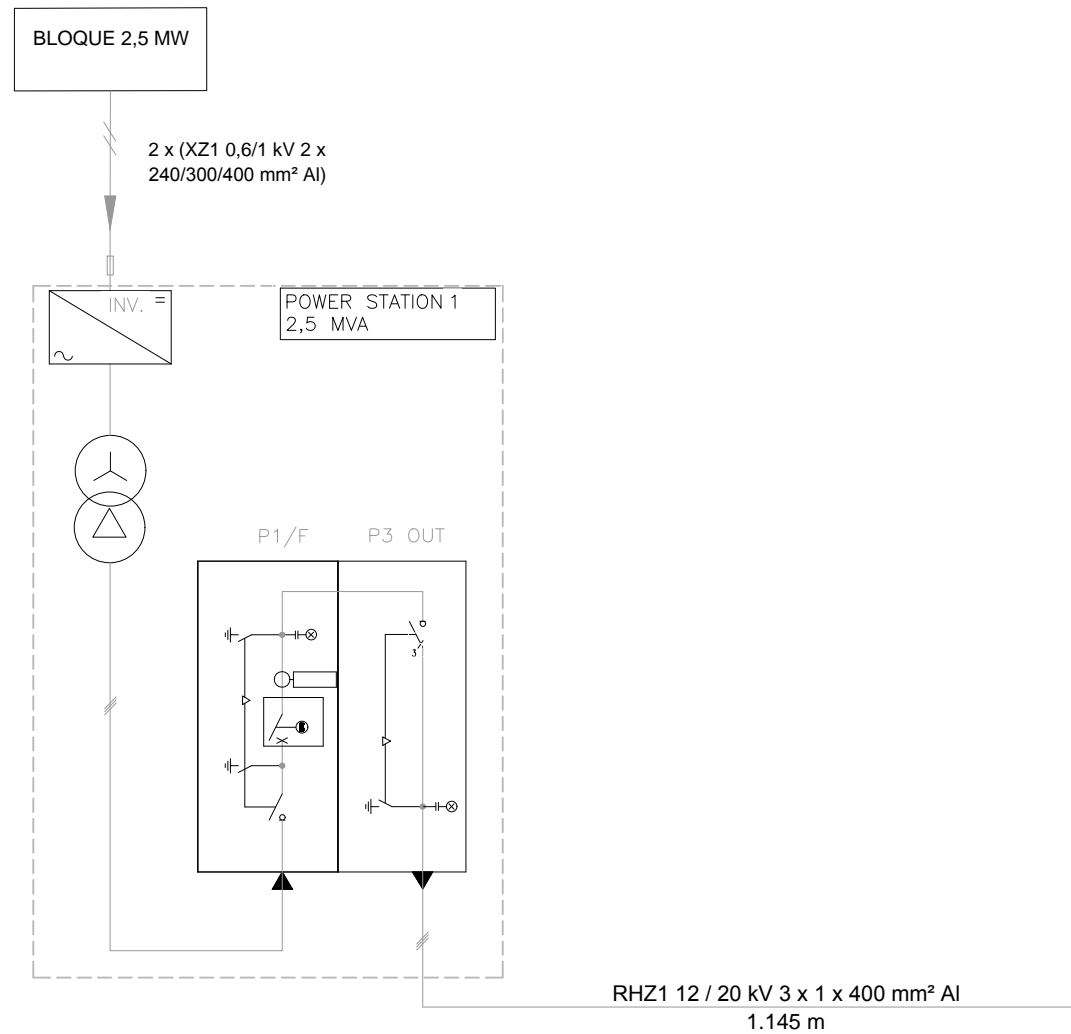




YEQUERA SOLAR 6 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp	NOMBRE	DJS	APS
TÍTULO		PLANOS	REVISIÓN	ESCALA
	ZANJAS TIPO. VIGILANCIA	8	3 de 3	INDICADAS

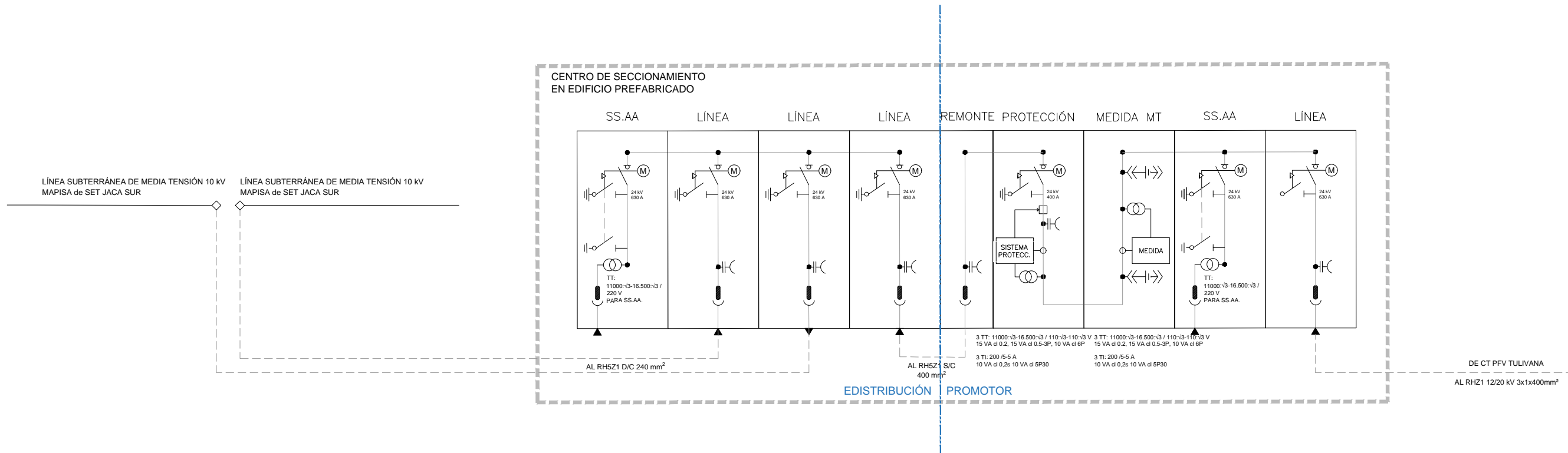


<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>	<b>1ª EMISIÓN</b>	<b>DIBUJADO</b>	<b>COMPROB.</b>	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	<b>FECHA</b>	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
<b>PROYECTO</b>	PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp	<b>NOMBRE</b>	DJS	APS
<b>TÍTULO</b>		UNIFILAR: BLOQUE CSP TIPO	<b>PLANO N</b>	9
			<b>ESCALA</b>	S.E.
				 <b>TALAYA</b> GENERACIÓN



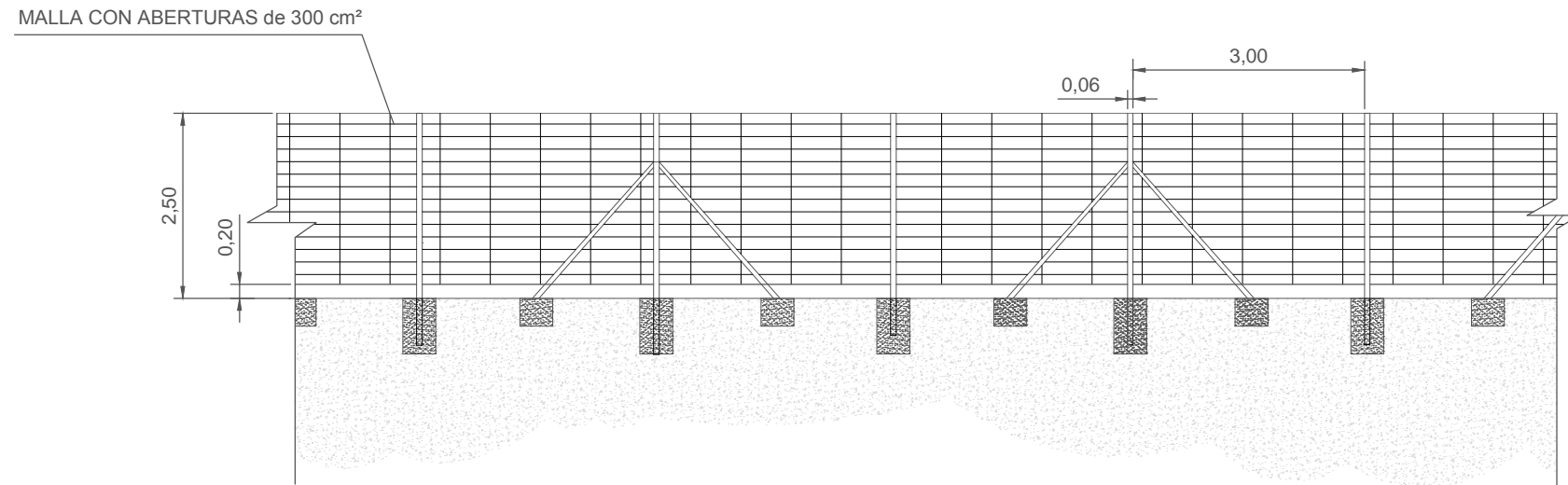


YEQUERA SOLAR 6 SL		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp		NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO		PLANO N	HOJA	ESCALA	
UNIFILAR: CIRCUITOS DE MEDIA TENSIÓN		9	2 de 3	S.E.	

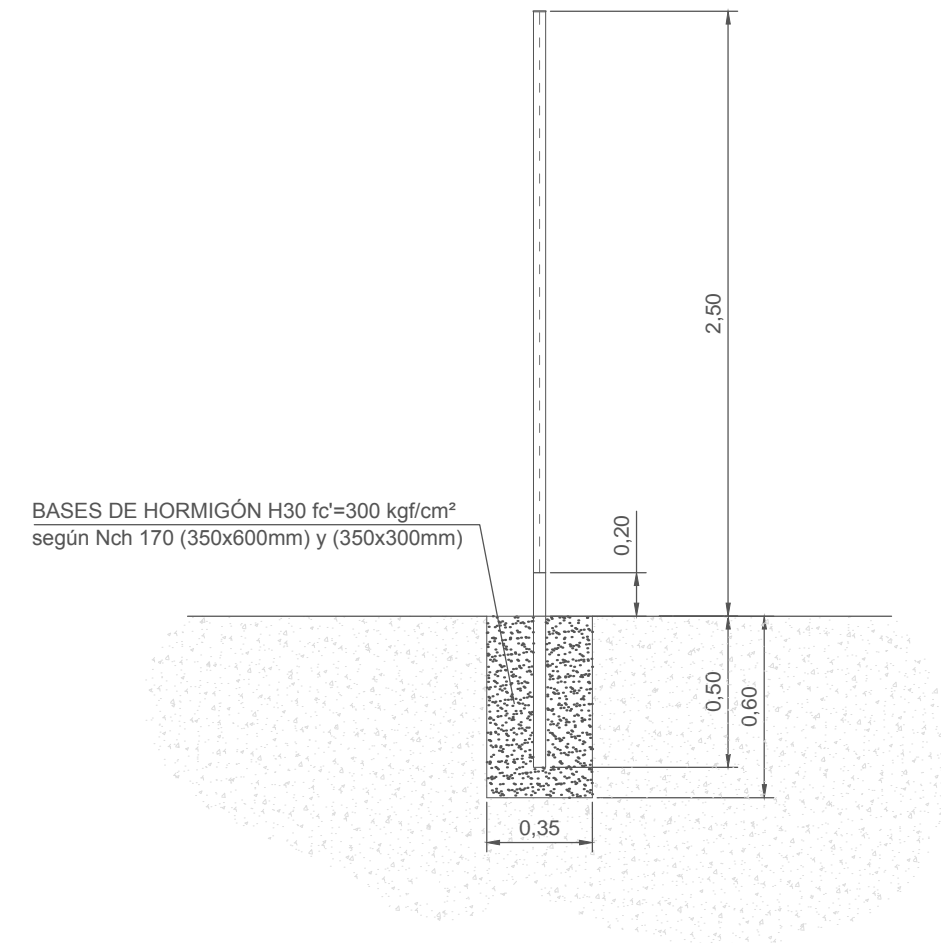


YEQUERA SOLAR 6 SL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	NOMBRE	DJS	APS	PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
TÍTULO	PLANO N	HOJA	ESCALA	
UNIFILAR: SECCIONAMIENTO DE LÍNEA	9	3 de 3	S.E.	

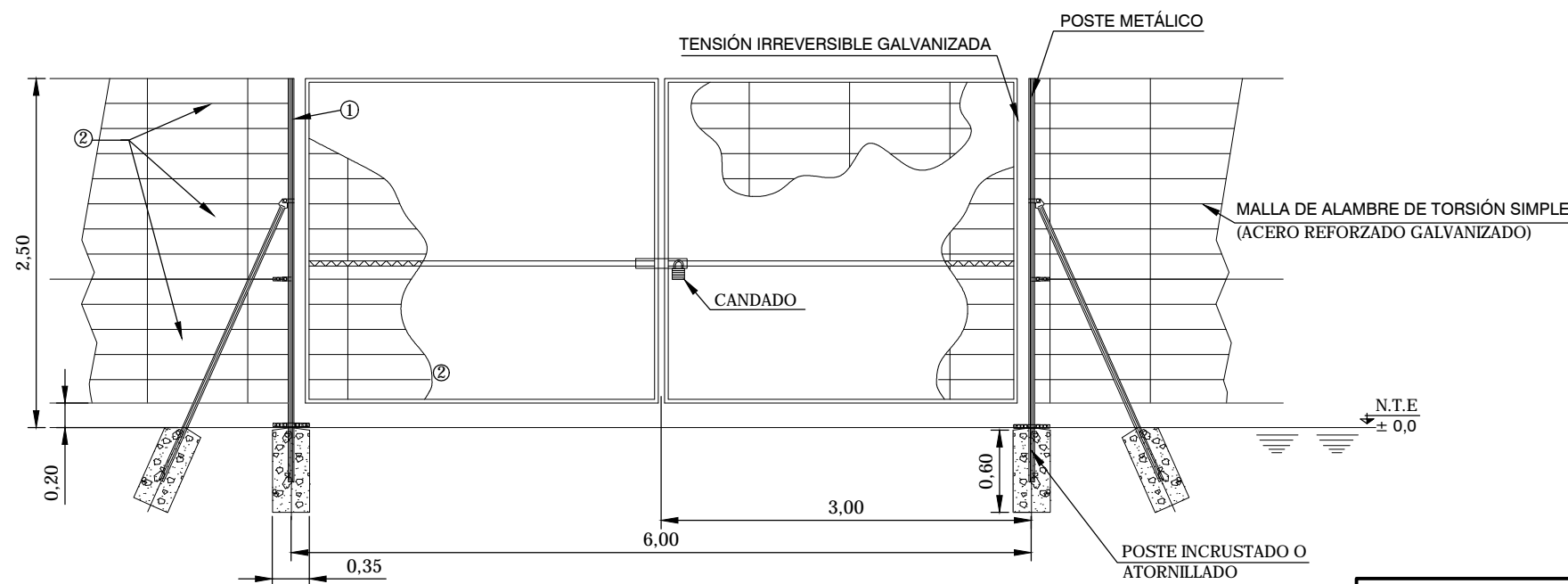
### DETALLE VALLADO PERIMETRAL (cotas en metros)



### SECCIÓN DEL VALLADO (cotas en metros)





### DETALLE PUERTA VALLADO (cotas en metros)

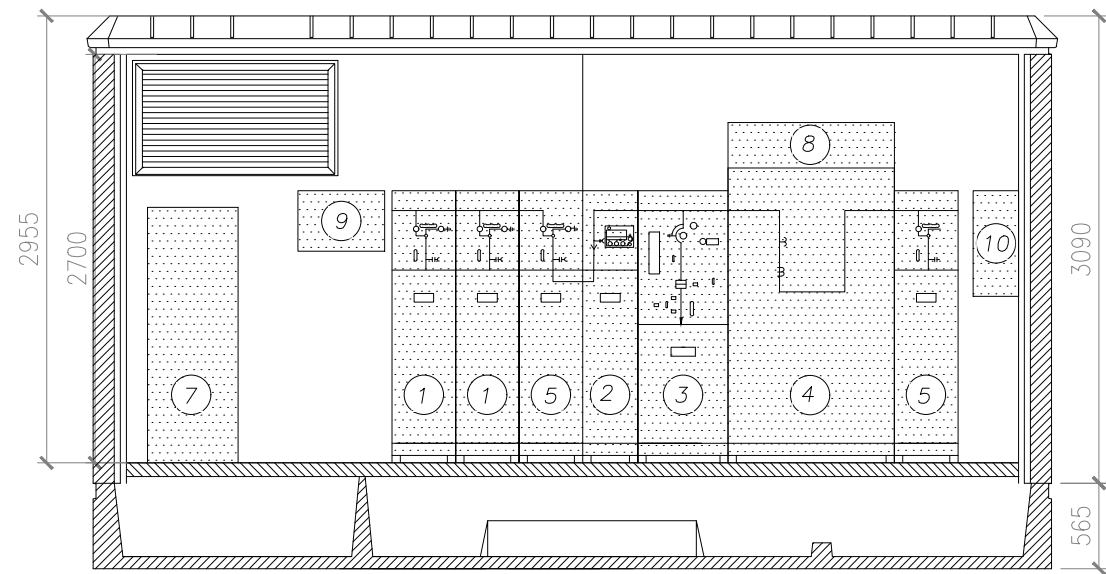


NOTAS:

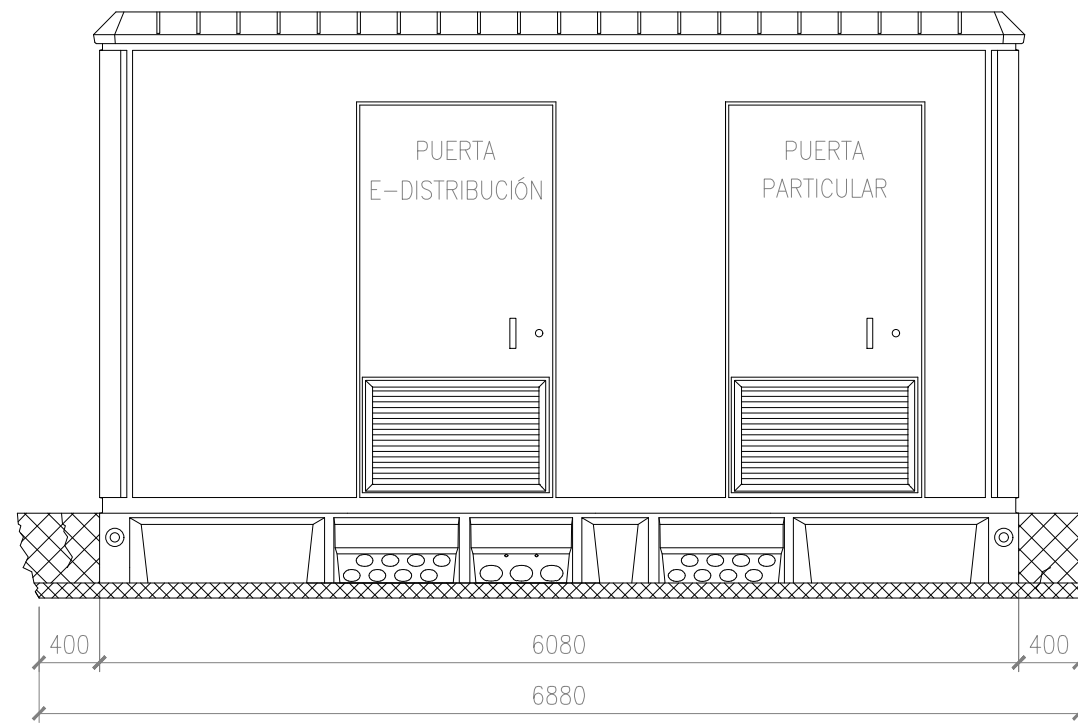
1. ACERO GALVANIZADO HD O POSTE ATORNILLADO (SECCIONES HUECAS CUADRADAS O RECTANGULARES SEGÚN NORMA DE FABRICANTE)
2. PANELES DE MALLA DE ALAMBRE DE ACERO SOLDADO (TIPO DE ALAMBRE: 4mm/5mm)

COTAS EN METROS

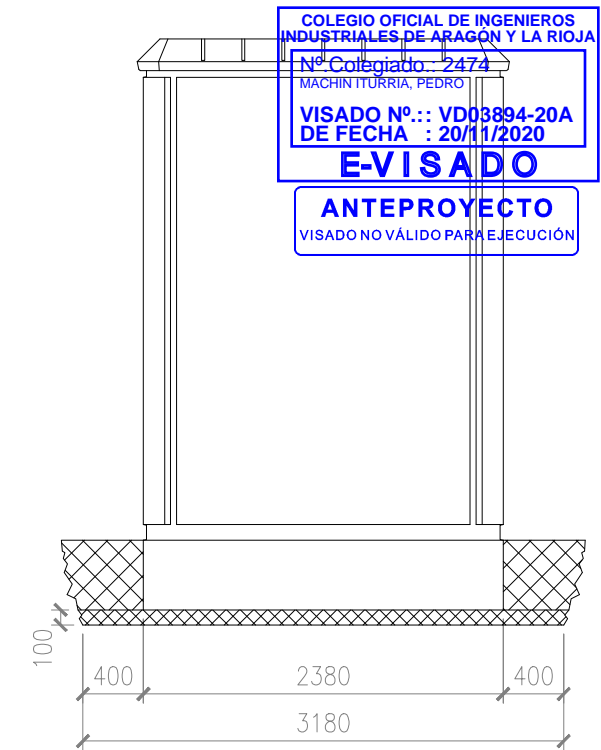
PROYECTO	YEQUERA SOLAR 6 SL			1ª EMISIÓN FECHA	DIBUJADO NOVIEMBRE 2020	COMPROB. NOVIEMBRE 2020	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp						
TÍTULO	VALLADO			PLANO N 10	REVISIÓN	ESCALA S.E.	



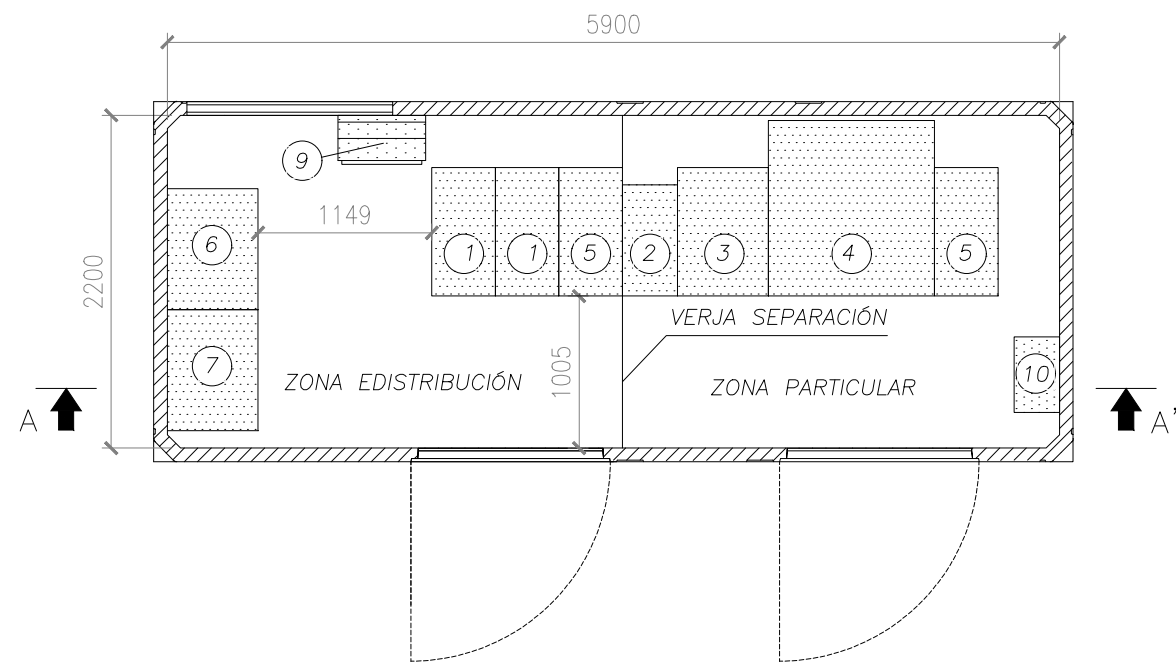
SECCIÓN A-A'



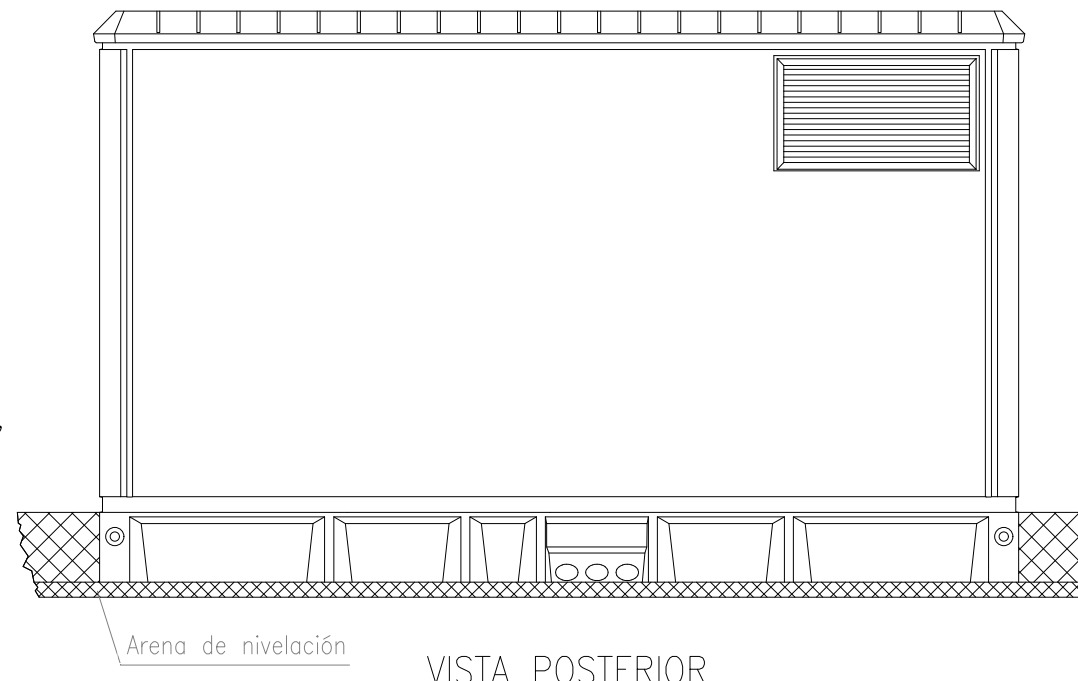
VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PLANTA




VISTA POSTERIOR

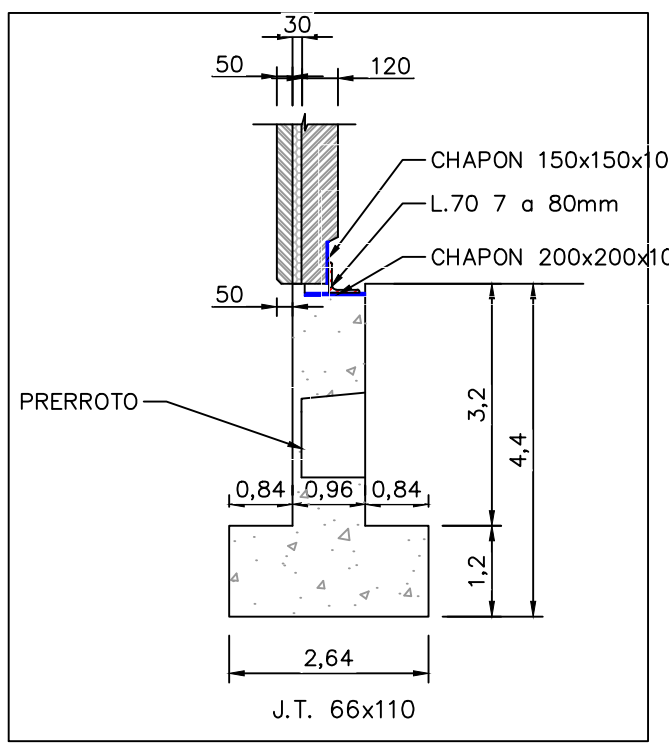
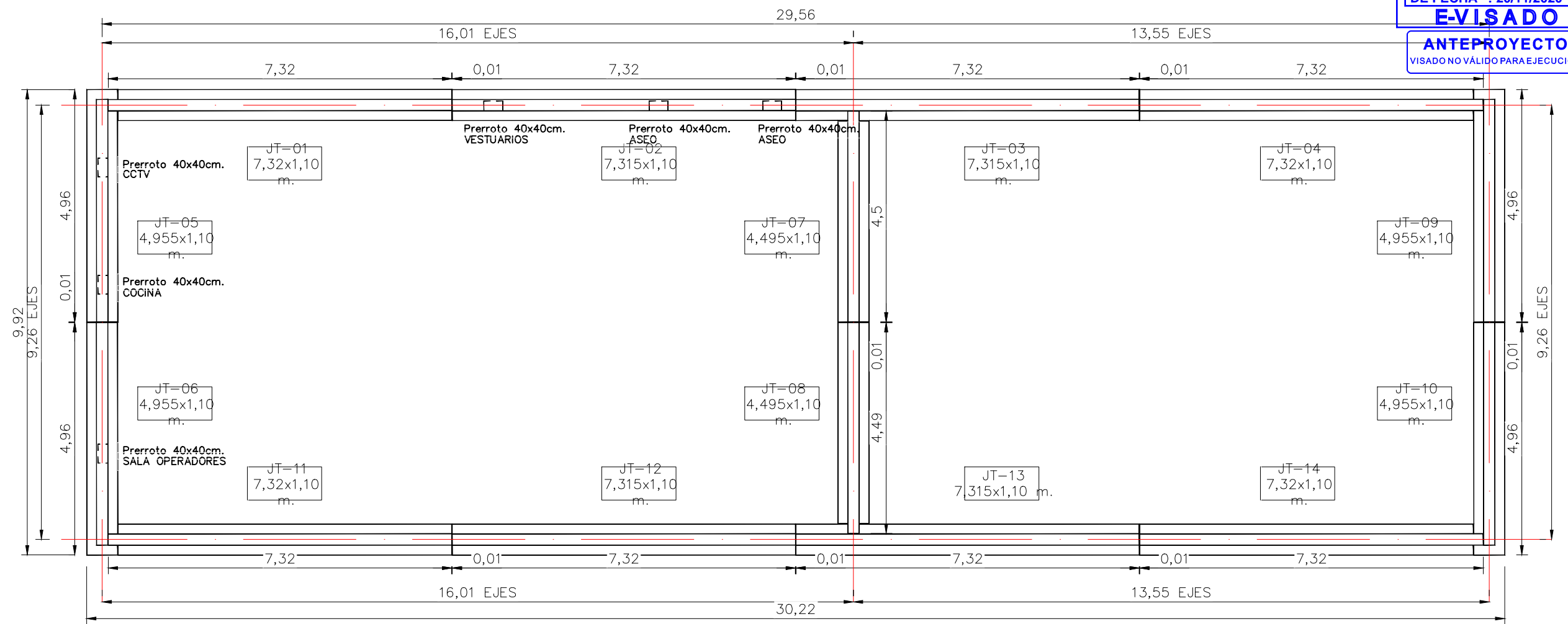
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN  
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

- 1.- CELDA MOTORIZADA DE LÍNEA TIPO CML 24 KV 630 A (ORMAZABAL)
- 2.- CELDA DE REMONTE DE CABLE TIPO CMRC 24 KV 630 A (ORMAZABAL)
- 3.- CELDA MOTORIZADA DE PROTECCION CON INTERRUPTOR TIPO CMP-V 24 KV 400 A (ORMAZABAL)
- 4.- CELDA DE MEDIDA TIPO CMM 24 KV (ORMAZABAL)
- 5.- CELDA MOTORIZADA DE LÍNEA TIPO CML 24 KV 630 A (ORMAZABAL)
- 6.- ARMARIO DE TELEMANDO
- 7.- ARMARIO DE TELEPROTECCION
- 8.- CUADRO DE MEDIDA M.T.
- 9.- CUADRO DE B.T. SERVICIOS AUXILIARES
- 10.- ARMARIO DE MEDIDA

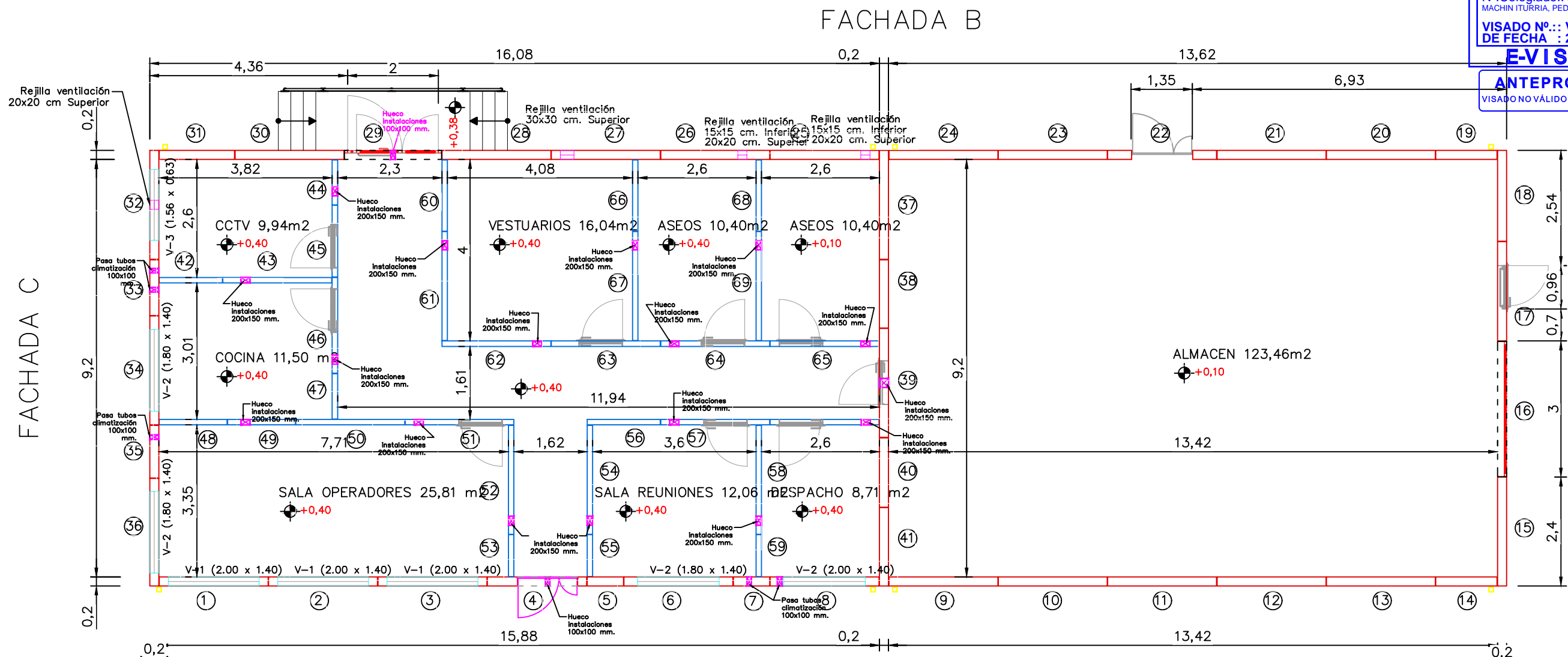
\* Cotas en mm.

YEQUERA SOLAR 6 SL		1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRÍA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
PROYECTO		FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp		NOMBRE	DJS	APS	
TÍTULO	CENTRO DE SECCIONAMIENTO TIPO	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
		11		1 : 50	

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colegiado: 2474  
 MACHÍN ITURRÍA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA : 20/11/2020  
**E-VISADO**  
 ANTEPROYECTO  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



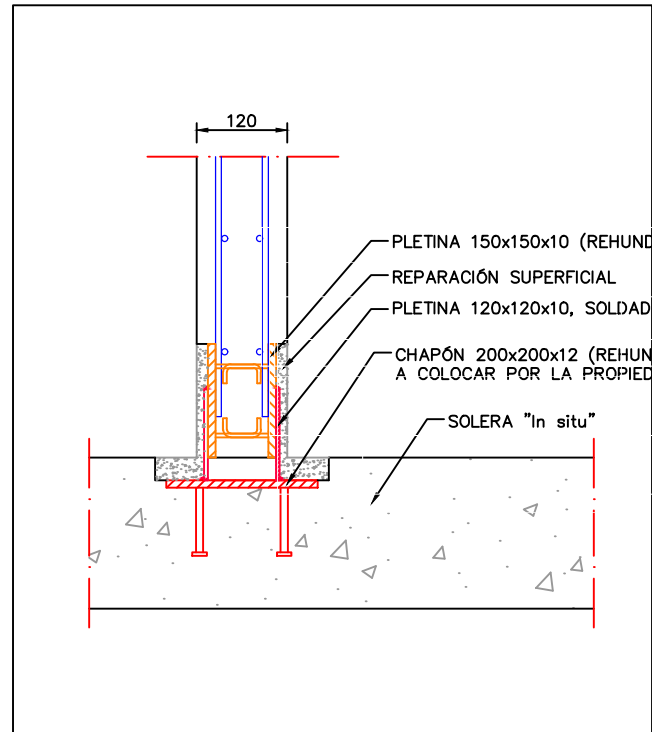
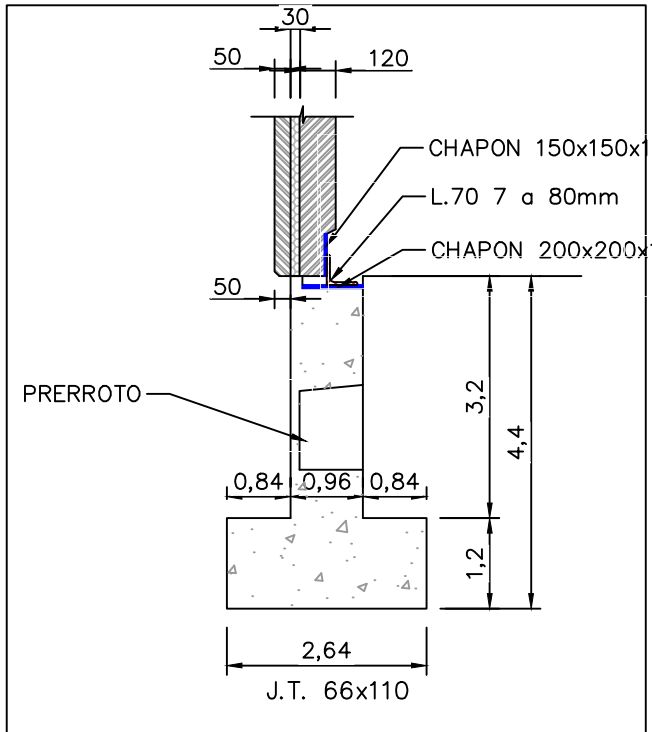
<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b> PROYECTO PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp TÍTULO EDIFICIO DE CONTROL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
	NOMBRE	DJS	APS	 TALAYA GENERACIÓN
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
	12	1 de 4	1 : 100	



FACHADA C

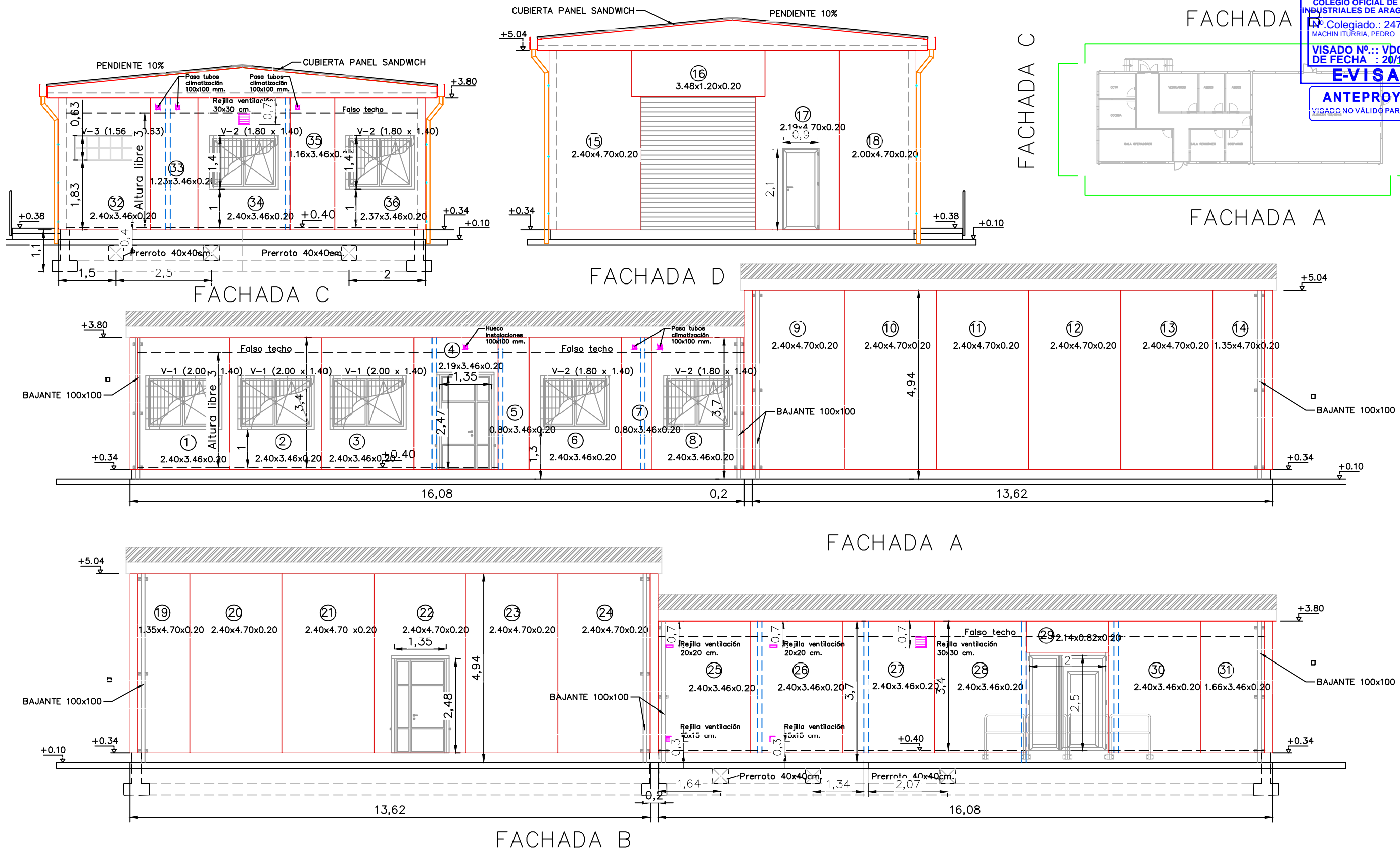
FACHADA D

FACHADA A



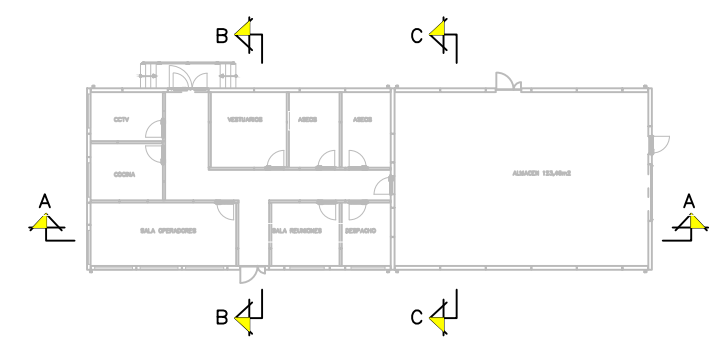
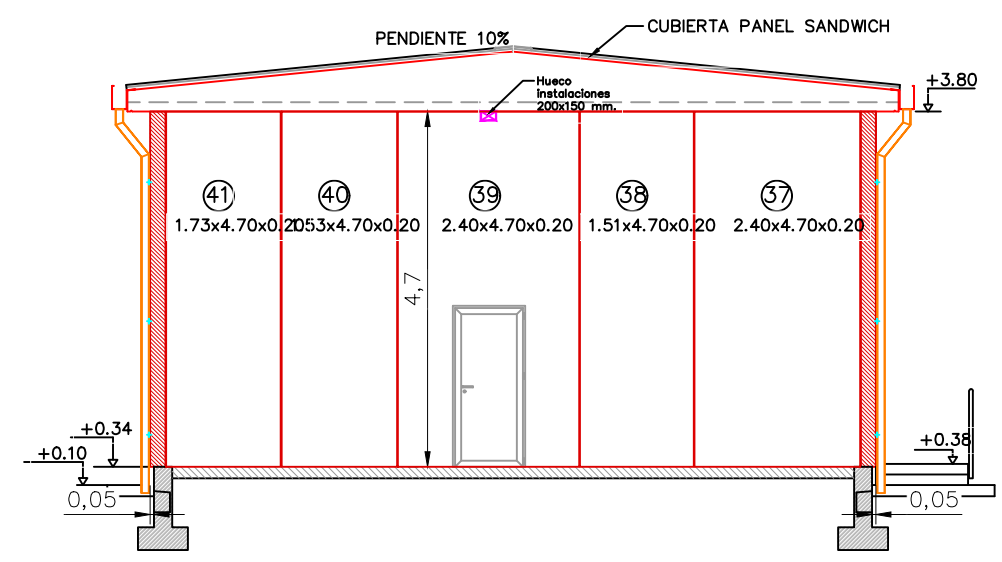
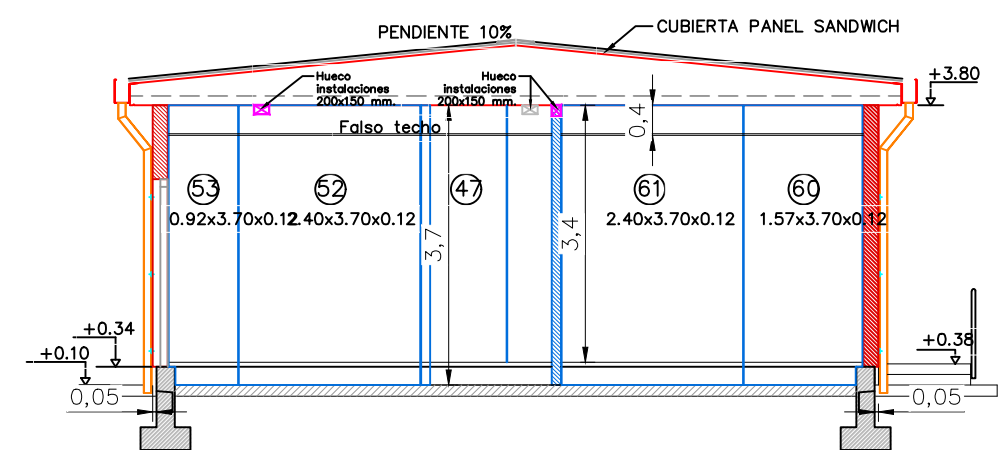
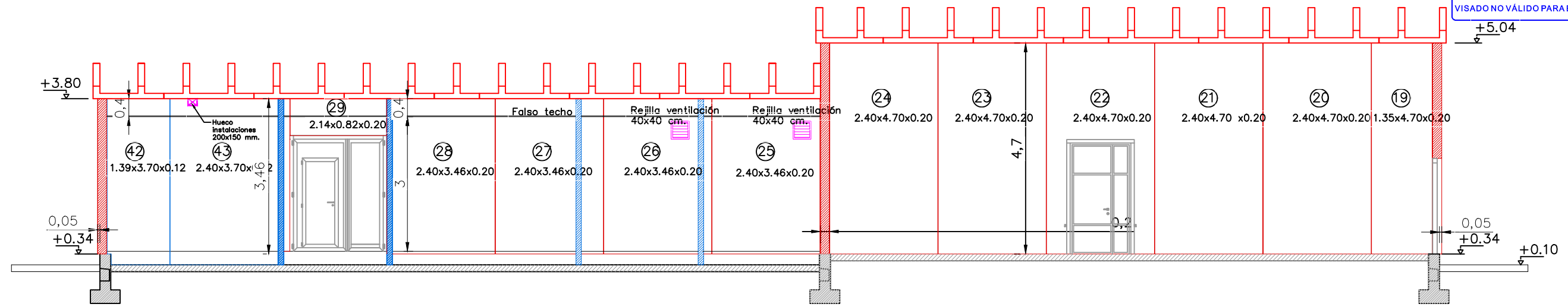
<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>  PROYECTO PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  TÍTULO EDIFICIO DE CONTROL	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474  
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
NOMBRE	DJS	APS		
PLANO N	REVISIÓN	ESCALA		
	12	2 de 4	1 : 100	



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº. Colegiado.: 2474  
 MACHÍN ITURRIA, PEDRO  
 VISADO Nº.: VD03894-20A  
 DE FECHA : 20/11/2020  
**E-VISADO**  
 ANTEPROYECTO  
 VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN



<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b> PROYECTO <b>PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp</b> TÍTULO <b>EDIFICIO DE CONTROL</b>	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
	NOMBRE	DJS	APS	 <b>TALAYA</b> GENERACIÓN
	PLANO N	REVISIÓN	ESCALA	
	12	3 de 4	1 : 100	

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG04613-20y VISADO electrónico VD03894-20A de 20/11/2020. CSV = A6THE7IBAT7GFY4 verificable en http://coliar.e-visado.net



<b>YEQUERA SOLAR 6 SL</b>	1ª EMISIÓN	DIBUJADO	COMPROB.	 PEDRO MACHÍN ITURRIA INGENIERO INDUSTRIAL Colegiado n.º 2474
	FECHA	NOVIEMBRE 2020	NOVIEMBRE 2020	
PROYECTO	NOMBRE	DJS	APS	 <b>TALAYA</b> GENERACIÓN
	PLANOS N	REVISIÓN	ESCALA	
TÍTULO	12	4 de 4	1 : 100	
EDIFICIO DE CONTROL				





---

# ANTEPROYECTO

## PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

DOCUMENTO 4: PRESUPUESTO ESTIMADO

Término Municipal de Jaca (Huesca)

---



*En Zaragoza, noviembre de 2020*



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## INDICE

1	PARQUE FOTOVOLTAICO .....	2
1.1	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	2
1.2	OBRA CIVIL .....	2
1.3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES .....	3
1.4	CONDUCTORES DE CC.....	3
1.5	CONDUCTORES DE AC Y ACCESORIOS.....	4
1.6	SISTEMA DE VIGILANCIA.....	4
1.7	VARIOS.....	4
1.8	MONITORING & CONTROL.....	5
2	LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 10 kV Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	5
2.1	CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	5
2.2	OBRA CIVIL .....	5
2.3	CONDUCTORES Y ACCESORIOS.....	6
3	RESUMEN PFV, LÍNEA DE EVACUACIÓN Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO	7



## 1 PARQUE FOTOVOLTAICO

### 1.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	6.272	Módulo fotovoltaico de 500 Wp de silicio monocristalino.	79,72 €	500.000 €
Ud	6.272	Montaje de módulo fotovoltaico	3,00 €	18.816 €
Ud	224	Seguidor solar a 1 eje 1V28	1.395,09 €	312.500 €
Ud	224	Montaje de estructura de seguidor	335,00 €	75.040 €
Ud	1.120	Hincado de postes de estructura de seguidor	6,00 €	6.720 €
PA	1	P.A.T. de estructura.	1.750,00 €	1.750 €

**TOTAL MÓDULOS FV**

**914.826 €**

### 1.2 OBRA CIVIL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m <sup>3</sup>	3.363	Excavación de tierra vegetal por medios mecánicos (espesor medio de 30 cm), incluso acopio junto a traza y posterior extendido, incluye transporte a lugar de empleo.	1,80 €	6.054 €
m <sup>3</sup>	1.427	Excavación en zonas de desmonte en cualquier tipo de terreno por medios mecánicos, incluso carga y transporte a lugar de empleo, incluye rasanteo a cota de explanada, reperfilado de cunetas (donde sea necesario) y refino de taludes.	2,15 €	3.068 €
m <sup>3</sup>	1.304	Formación de terraplén con material procedente de excavación o préstamo, incluso selección, transporte, extendido, humectación y compactación hasta el 98 % Proctor Modificado, incluye rasanteo a cota de explanada y refino posterior de taludes.	3,18 €	4.148 €
m <sup>3</sup>	1.024	Capa de subbase (árido medio) para el firme de viales, incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de subbase.	9,00 €	9.217 €
m <sup>3</sup>	627	Capa de base (árido fino) para el firme de viales incluso transporte desde planta, extendido, humectación, rasanteo y compactación al 98 % de P.M. en formación de base.	14,00 €	8.780 €



Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	1.190	Metro lineal de zanja para conducciones eléctricas según plano de zanjas tipo incluyendo excavación en cualquier tipo de terreno (incluso carga y transporte a lugar de empleo), relleno, tubos de diámetros variados, baliza y placa PPC.	22,00 €	26.180 €
Ud	3	Cruce de zanjas por unidad de cruce, incluido tubos PEAD y hormigón HM-20.	200,00 €	600 €
m	1.860	Metro lineal de zanja para sistema de vigilancia según plano de zanjas tipo incluyendo excavación, relleno, tubos, baliza y placa PPC.	12,00 €	22.320 €
m	1.860	Vallado perimetral de recinto de parque fotovoltaico	8,50 €	15.810 €

**TOTAL OBRA CIVIL**

**96.176 €**

### 1.3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN E INVERSORES

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Obra civil de casetas centro de transformación incluyendo excavación de tierra vegetal, desmonte, terraplén y solera de hormigón armado de 0,15 m de espesor	693,00 €	693,00 €
Ud	1	Power Station de 2,5 MVA en contenedor metálico de 20 pies. Incluyendo 1 inversor de 2,5 MVA, un Transformador BT/MT y Conjunto de Celda de MT	95.000,00 €	95.000,00 €
Ud	10	Cajas de conexión: Caja de seccionamiento y protección de 1500V	500,00 €	5.000 €
Ud	1	Red de tierras interior y exterior de centros de transformación, inversores y centros de seccionamiento	450,00 €	450 €

**TOTAL CT, SECCIONAMIENTO E INVERSORES**

**101.143 €**

### 1.4 CONDUCTORES DE CC

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	15.938	Suministro y tendido de cable ZZ-F DKE/VDE AK 411.2.3 1,8 kV, unipolar de 1x6/10 mm <sup>2</sup> de sección, línea de distribución en cc desde paneles a CSP.	0,98 €	15.620 €
m	3.691	Suministro y tendido de cable de CC, XZ1 0,6/1 KV Al, 1x240/300 mm <sup>2</sup> , para conexión entre CSP e inversores o centros de transformación	5,40 €	19.930 €

**TOTAL CONDUCTORES CC**

**35.550 €**

## 1.5 CONDUCTORES DE AC Y ACCESORIOS

Incluidos en el apartado de la Línea Subterránea de evacuación.

## 1.6 SISTEMA DE VIGILANCIA

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Sistema perimetral de CCTV, incluida instalación y puesta en marcha.	13.750,00 €	13.750 €
Ud	1	Sistema de análisis de video, incluida instalación y puesta en marcha.	15.400,00 €	15.400 €
Ud	1	Sistema de grabación e imágenes, incluida instalación y puesta en marcha.	1.810,00 €	1.810 €
Ud	1	Central de control, incluida instalación y puesta en marcha.	760,00 €	760 €
Ud	1	Rack, incluida instalación y puesta en marcha.	390,00 €	390 €
Ud	1	UPS y tarjetas de comunicación TCP/IP, incluida instalación y puesta en marcha.	2.530,00 €	2.530 €
m	1.860	Cable 2x10 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	2,70 €	5.022 €
m	1.860	Cable 2x6 mm, incluida instalación y puesta en marcha.	1,80 €	3.348 €
m	3.720	Fibra óptica 4F, incluida instalación y puesta en marcha.	1,10 €	4.092 €

**TOTAL SISTEMAS DE VIGILANCIA**

**47.102 €**

## 1.7 VARIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Control de Calidad: Control de Calidad realizado por empresa especializada.	5.000,00 €	5.000 €
Ud	1	Estación meteorológica Suministro, montaje y conexionado de estación meteorológica compuesta por: - 1 Piranómetro - Anemómetro y veleta. - Dos Sensores temperatura ambiente. - Dos células calibradas - Sistema de montaje sobre torreta. - Alimentación auxiliar mediante panel FV. - Pluviómetro. - Visualizador frontal. incluidos medios auxiliares, material auxiliar, así como p.p. de pequeño material y accesorios, totalmente la unidad terminada.	3.500,00 €	3.500 €
Ud	1	Edificio del centro de control	200.000,00 €	200.000 €

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
04. Presupuesto estimado



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 2474  
MACHIN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA : 20/11/2020  
**E-VISADO**

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Punto limpio, módulo de residuos tipo ARC RES 1A	5.731,43 €	5.731 €

**TOTAL VARIOS 214.231 €**

## 1.8 MONITORING & CONTROL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Monitoring & Control	13.750,00 €	13.750 €

**TOTAL MONITORING & CONTROL 13.750 €**

## 2 LÍNEA SUBTERRÁNEA DE EVACUACIÓN 10 kV Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO

### 2.1 CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
Ud	1	Obra civil de casetas centro de seccionamiento incluyendo excavación de tierra vegetal, desmonte, terraplén y solera de hormigón armado de 0,15 m de espesor	693,00 €	693€
Ud	1	Centro de Seccionamiento en edificio prefabricado, incluyendo el Conjunto de Celdas de MT, según esquema unifilar	87.400,00 €	87.400€
Ud	1	Red de tierras interior y exterior de centro de Seccionamiento	450,00 €	450 €

**TOTAL CENTRO DE ENTREGA 88.543 €**

### 2.2 OBRA CIVIL

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	1.145	Apertura y cierre de zanja, S/C en cualquier tipo de terreno de dimensiones de 0,6 metros de ancho, con una profundidad de 1,20 metros. Incluido cinta señalizadora, tubos de PVC de ø 200 mm (en caso de cruce) y reposición de pavimento existente	30,00 €	34.350 €
Ud	6	Suministro e instalación de Arqueta prefabricada de ayuda al tendido	446,31 €	2.678 €

**TOTAL OBRA CIVIL LÍNEA - SUBTERRÁNEA 37.028 €**

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
04. Presupuesto estimado



**ANTEPROYECTO**  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

## 2.3 CONDUCTORES Y ACCESORIOS

Tipo	Cantidad	Descripción	Precio Unitario	Precio
m	3.435	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 12/20 kV, conductor de 1x(1x400) mm <sup>2</sup> de sección desde la Power Station hasta el Centro de Seccionamiento	7,80 €	26.793 €
Ud	3	Suministro, montaje y conexionado terminal GIS unipolar 20 kV	240,00 €	720 €
m	7	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RHZ1 (XLPE) 12/20 kV, conductor de 1x(1x400) mm <sup>2</sup> de sección para la unión entre las celdas	7,80 €	51 €
m	150	Suministro y tendido de cable aislado unipolar tipo AL RH5Z1 (XLPE) 12/20 kV, conductor de 1x(1x240) mm <sup>2</sup> de sección para la entrada y salida en el Centro de Seccionamiento.	6,00 €	900 €
Ud	3	Empalme cable 1x(1x400) mm <sup>2</sup> 12/20 kV Al	200,00 €	600 €

**TOTAL CONDUCTORES Y ACCESORIOS**

**29.064 €**

PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp  
04. Presupuesto estimado



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 2474  
MACHÍN ITURRIA, PEDRO  
VISADO Nº.: VD03894-20A  
DE FECHA.: 20/11/2020

**E-VISADO**

ANTEPROYECTO  
VISADO NO VÁLIDO PARA EJECUCIÓN

### 3 RESUMEN PFV, LÍNEA DE EVACUACIÓN Y CENTRO DE SECCIONAMIENTO

PFV TULIVANA - 2,5 MW / 3,125 MWp	
CONCEPTO	PRECIO
1.1 Módulos fotovoltaicos	914.826 €
1.2 Obra civil	96.176 €
1.3. Centros de transformación e inversores	101.143 €
1.4. Conductores C.C.	35.550 €
1.5. Conductores C.A	0 €
1.6. Sistema de vigilancia	47.102 €
1.7. Varios	214.231 €
1.8. Monitoring & Control	13.750 €
<b>Presupuesto de ejecución material - PFV</b>	<b>1.422.778 €</b>

Línea Subterránea Evacuación 10 kV y Centro Seccionamiento	
CONCEPTO	PRECIO
2.1 Centro de Seccionamiento	88.543 €
2.2 Obra civil	37.028 €
2.3 Conductores y accesorios	29.064 €
<b>Presupuesto de ejecución material LSMT y CS</b>	<b>154.635 €</b>

CONCEPTO	PRECIO
<b>Presupuesto de ejecución material PFV + LSMT + CS</b>	<b>1.577.413 €</b>

Gastos generales y dirección de obra 13%	205.064 €
Beneficio Industrial 6%	94.645 €
<b>Total ejecución</b>	<b>1.877.122 €</b>

El presupuesto de ejecución material del PFV TULIVANA 2,5 MW / 3,125 MWp y sus INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN asciende a **UN MILLÓN QUINIENTOS SETENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS TRECE EUROS (1.577.413 €)**.

Zaragoza, noviembre 2020  
Fdo. Pedro Machín Iturria  
Ingeniero Industrial  
Colegiado Nº 2.474 COIAR