

HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS

Instituciones:

Firma COIICV:

Firma Institución:

Firma Institución:

Firma Institución:

Ingenieros:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número de Colegiado/a:

Número de colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número de Colegiado/a:

Número de colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número de Colegiado/a:

Número de colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

Firma del Colegiado/a:

De acuerdo a la normativa de Protección de datos vigente, le informamos que sus datos serán incorporados en un fichero automatizado y en papel cuyo responsable es el COIICV con la finalidad de gestión el control de su firma electrónica. Los datos no serán cedidos a terceros y podrá ejercer sus derechos de Acceso, Rectificación, Cancelación y Oposición personalmente o por medio de Teléfono, fax, mail o carta, enviándonos su solicitud acompañada de fotocopia de su DNI al COIICV sito en Av. De Francia 55, 46023 Valencia, Tel.: 96 351 68 35, Fax: 96 351 49 63, mail: valencia@iicv.net

DOCUMENTO VISADO CON FIRMA ELECTRÓNICA DEL COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNITAT VALENCIANA

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW “LLANO DE AÍN”

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

Jaca, enero de 2021



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA)

Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

Ingeniería de Seguridad y Medio Ambiente
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACIÓN VALENCIA



Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES

FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704

VISADO

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

ÍNDICE

DOCUMENTO 1. MEMORIA

DOCUMENTO 2. ANEJOS

ANEJO A.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

ANEJO B.- PLANNING DE EJECUCIÓN

ANEJO C.- RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

ANEJO D.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEJO E.- CÁLCULOS ENERGÉTICOS

**ANEJO F.- REQUISITOS INSTALACIONES PRIVADAS CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.
GENERADORES EN MEDIA TENSIÓN - EDE**

ANEJO G.- INFORME DE DESMANTELAMIENTO DE LA PLANTA

ANEJO H.- FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS PRINCIPALES

DOCUMENTO 3. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO 4. PRESUPUESTO

DOCUMENTO 5. PLANOS

DOCUMENTO 6. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓ

ADENDA A. INFORME AFECCIONES AMBIENTALES

ADENDA B. INFORME AFECCIONES DOMINIO PÚBLICO HIDRÁULICO

ADENDA C. MEMORIA DE ADECUACIÓN AL PGOU. LICENCIA DE ACTIVIDAD



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW “LLANO DE AÍN”

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

MEMORIA



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Técnico Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704

VISADO

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. ANTECEDENTES	5
1.2. OBJETO Y ALCANCE	5
1.3. DATOS DEL PROMOTOR	6
1.4. EQUIPO REDACTOR DEL PROYECTO.....	6
2. DATOS DEL PROYECTO	6
2.1. EMPLAZAMIENTO.....	6
2.2. ACCESOS	7
2.3. REFERENCIAS CATASTRALES DE LAS PARCELAS OCUPADAS.....	8
2.4. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS.....	8
2.5. RESTRICCIONES A LA IMPLANTACIÓN.....	9
2.5.1. RESTRICCIONES URBANÍSTICAS.....	9
2.5.1.1. Calificación del suelo. Usos	9
2.5.1.2. Normas generales de protección. Caminos.	10
2.5.1.3. Normas generales de protección. Vías pecuarias.	10
2.5.1.4. Normas generales de protección. Instalaciones eléctricas.	11
2.5.1.5. Normas generales de protección. De los cauces públicos y sus márgenes.....	11
2.5.2. RESTRICCIONES MEDIOAMBIENTALES.....	12
2.5.2.1. Vías pecuarias.....	12
2.5.2.2. Zonas de protección ambiental (ENP, ZEPA, LIC, etc.)	14
2.5.2.3. Ámbito de protección de especies amenazadas y áreas críticas	15
2.5.2.4. Arbolado.....	16
2.5.2.5. Cauces, arroyos y barrancos.....	17
2.5.3. RESTRICCIONES POR INFRAESTRUCTURAS	19
2.5.3.1. Líneas aéreas de alta tensión	19
2.5.3.2. Plantas fotovoltaicas implantadas en el área de actuación	20
2.6. ÁREAS DE IMPLANTACIÓN	21
3. NORMATIVA DE APLICACIÓN	21
4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	22
4.1. RESUMEN.....	22
4.2. SUPERFICIES	22
4.2.1. Superficie catastral.....	23
4.2.2. Superficie de ocupación.....	23
4.2.3. Superficie construida	23
4.2.4. Superficie de captación	24
4.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	24
4.4. CRITERIOS DE DISEÑO.....	27
4.5. EQUIPOS PRINCIPALES.....	28

4.5.1. Módulos fotovoltaicos	34
4.5.2. Estructura fotovoltaica: Estructura con seguidor solar.....	40
4.5.3. Inversores.....	42
4.5.4. Centro de transformación compacto.....	42
4.5.4.1. Combiner box (AC) o Cuadro modular de Baja Tensión	43
4.5.4.2. Cuadro de servicios auxiliares.	44
4.5.4.3. Controladores inteligentes (Smart Array Controller)	45
4.5.4.4. Transformador de potencia	47
4.5.4.5. Celdas de media tensión	48
4.5.5. Centro de Seccionamiento, Protección y Medida.....	49
4.5.5.1. Características del edificio prefabricado	51
4.5.5.2. Celdas de media tensión	52
4.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN	51
4.6.1. Prescripciones generales	52
4.6.2. Instalación eléctrica en baja tensión en corriente continua (DC)	52
4.6.2.1. Criterios de diseño de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente continua (DC).....	53
4.6.2.2. Circuitos de string (DC).....	55
4.6.2.3. Conductor de los circuitos de string (DC).....	55
4.6.3. Instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna (AC).....	57
4.6.3.1. Criterios de diseño de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna (AC)	57
4.6.3.2. Configuración de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna (AC)	59
4.6.3.3. Conductor de los circuitos de corriente alterna en baja tensión (AC)	59
4.6.4. Esquema de conexión de la instalación eléctrica en baja tensión	61
4.6.5. Protecciones.....	61
4.6.5.1. Protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.....	62
4.6.5.2. Protección frente a contactos directos	63
4.6.5.3. Protección frente a contactos indirectos	64
4.6.5.4. Protección frente a sobretensiones	64
4.6.5.5. Protección de la instalación de generación.....	66
4.6.6. Canalizaciones.....	66
4.6.6.1. Canalizaciones de los circuitos de string (DC)	67
4.6.6.2. Canalizaciones de los circuitos de corriente alterna en baja tensión (AC).....	67
4.6.7. Puesta a tierra	67
4.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN	63
4.7.1. Criterios de diseño de la instalación eléctrica en media tensión.....	64
4.7.2. Configuración de la instalación eléctrica en media tensión.....	64
4.7.3. Conductores en las líneas de evacuación interior de la planta.....	66
4.7.4. Terminaciones.....	66
4.7.5. Empalmes.....	67
4.7.6. Protecciones de los circuitos de corriente alterna en media tensión.....	68
4.7.7. Canalizaciones de los circuitos en media tensión	68
4.7.8. Puesta a tierra	68
4.7.8.1. Tierra de protección	68
4.7.8.2. Tierra de servicio	69
4.7.9. Instalaciones secundarias	69
4.7.9.1. Alumbrado.....	69
4.7.9.2. Batería de condensadores.....	69
4.7.9.3. Protección contra incendios.....	70
4.7.9.4. Ventilación.	70
4.7.9.5. Medidas de seguridad.....	71
4.7.10. Estudio de campos magnéticos.....	71
4.7.11. Estudio de ruido, insonorización y medidas anti vibraciones	71

4.8. MONITORIZACIÓN	72
4.9. SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIGILANCIA	72
5. OBRA CIVIL	73
5.1. TOPOGRAFÍA	73
5.2. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO	73
5.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS	74
5.4. ZANJAS PARA CANALIZACIONES	74
5.4.1. Zanjas para conductores de corriente continua en baja tensión.....	75
5.4.2. Zanjas para conductores de corriente alterna en baja tensión	76
5.4.3. Zanjas para conductores en media tensión	77
5.4.4. Zanjas para conductores de sistemas auxiliares	77
5.4.5. Arquetas.....	78
5.4.6. Hitos de señalización.....	78
5.4.7. Cruzamientos y paralelismos	78
5.5. ACCESOS Y CAMINOS	79
5.6. DRENAJE	79
5.7. HICADO DE ESTRUCTURAS SOPORTE DE SEGUIDORES SOLARES	79
5.8. CIMENTACIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	80
5.9. VALLADO PERIMETRAL	80
5.10. EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO	81
5.11. ESTACIÓN METEOROLÓGICA	82
5.12. ZONA DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y RESERVA	82
6. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO	83
6.1. DATOS CLIMÁTICOS	83
6.2. PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	83
6.3. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	84
7. RESIDUOS	84
8. ORGANISMOS AFECTADOS	85
9. PLAZO DE EJECUCIÓN	85
10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO	85
11. CONCLUSIÓN	86

1. INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La Directiva 2018/2001 del Parlamento y del Consejo, de 11 de diciembre de 2018 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables y fija un objetivo vinculante para la Unión en relación con la cuota general de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión en 2030. Los Estados miembros velarán conjuntamente por que la cuota de energía procedente de fuentes renovables sea de al menos el 32 % del consumo final bruto de energía de la UE en 2030.

La mayor utilización de energía procedente de fuentes renovables no solo desempeña un papel fundamental frente a la lucha frente al cambio climático, sino que es necesaria para garantizar la seguridad del abastecimiento energético, el suministro de energía sostenible a precios asequibles, y promulgar el desarrollo tecnológico y la innovación, facilitando el liderazgo tecnológico e industrial de la sociedad.

Al mismo tiempo el desarrollo de este tipo de fuentes de energía ofrece innumerables ventajas ambientales, sociales, económicas y de desarrollo regional, especialmente en zonas rurales, en regiones o territorios despoblados o con baja densidad de población, o zonas afectadas por la desindustrialización o la degradación de los territorios.

1.2. OBJETO Y ALCANCE

El objeto del presente proyecto es la descripción de la obra civil e instalaciones necesarias para la implantación de la PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA LLANO DE AÍN conectada a la red de distribución eléctrica, a implantar en el término municipal de Jaca (Huesca).

De igual forma, sirva el presente como descripción y justificación de los requisitos técnicos y administrativos necesarios para la obtención de la autorización previa y de construcción de la planta fotovoltaica según lo establecido en la legislación vigente.

El alcance del presente proyecto engloba la descripción de todos los sistemas a implantar necesarios para el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica hasta el punto de evacuación de la energía:

- Obra civil de la planta fotovoltaica.
- Instalación eléctrica en baja tensión (DC).
- Instalación eléctrica en baja tensión (AC).
- Instalación eléctrica en baja tensión (AC) para servicios auxiliares.
- Instalación eléctrica en media tensión hasta el punto de evacuación de la planta.

Serán objeto de proyecto específico, no formando parte del alcance del presente documento

- Proyecto específico la línea de evacuación de la energía desde el punto de evacuación hasta el punto de conexión con la infraestructura eléctrica de distribución de energía, subestación Jaca Sur 10 kV.
- Proyecto específico de desvío de infraestructuras eléctricas presentes en la zona de actuación.

1.3. DATOS DEL PROMOTOR

La mercantil promotora del presente proyecto de "PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA LLANO DE AÍN" objeto del presente documento es la sociedad mercantil JACA SOLAR, S.L., cuyos datos administrativos son:

JACA SOLAR, SL
 C.I.F.: B88537311
 Domicilio fiscal: Calle Velázquez, 157 – planta 1ª
 Domicilio social: Calle Velázquez, 157 – planta 1ª
 Representante: D. Alfredo García Santacruz

1.4. EQUIPO REDACTOR DEL PROYECTO

La redacción del proyecto ha sido realizada por el equipo técnico de INSEGMA, S.L., CIF: B97509517, y revisado por el equipo técnico de la empresa promotora y desarrolladora del mismo, y se ha encargado su firma al ingeniero industrial Daniel Fuentes Bargues, colegiado en el Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Valencia, con número de colegiado 4717.

2. DATOS DEL PROYECTO

2.1. EMPLAZAMIENTO

La planta fotovoltaica objeto del presente proyecto se ubicará en el municipio de Jaca, provincia de Huesca, en la Comunidad Autónoma de Aragón, España.

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
Municipio	Jaca
Provincia	Huesca (Aragón)
País	España
Coordenadas U.T.M. (USO 30-ETRS89)	X _{UTM} = 700.537 Y _{UTM} = 4.714.525
Latitud	42° 33' 25" N
Longitud	0° 33' 26" O
Altitud	821 m.s.n.m.

Tabla 1. Emplazamiento planta fotovoltaica "Llano de Aín"

En la siguiente ilustración se observa la ubicación prevista de la planta fotovoltaica:



Ilustración 1. Parcelas previstas para la ubicación de la planta fotovoltaica

La planta fotovoltaica se ubicará en se ubicará en parte de las parcelas de la finca "LLANO DE AIN", parcela 3 del polígono 54, parcelas 16, 37 (recintos 3 y 5), 42 (recinto 1) y 49, del polígono 55 del municipio de Jaca (Huesca), parcelas bajo contrato de arrendamiento u opción de compra. La situación de la instalación y superficies ocupadas queda reflejada en la planimetría adjunta al presente documento.

2.2. ACCESOS

La planta fotovoltaica poseerá accesos diferentes a cada una de las superficies ocupadas. En cualquier caso, se accederá a través de las carreteras y caminos existentes partiendo del municipio de Jaca hasta cada una de las entradas de la planta. En la siguiente ilustración se muestran los itinerarios de acceso a cada una de las puertas de entrada de la planta fotovoltaica.



Ilustración 2. Accesos a planta fotovoltaica

Las carreteras y caminos de acceso al emplazamiento deberán ser adecuados para el transporte de toda la maquinaria, así como de todos los materiales e infraestructuras necesarias, garantizando la seguridad e integridad de las personas e infraestructuras. En caso necesario se realizarán las modificaciones y actuaciones necesarias previa obtención de las autorizaciones correspondientes.

Los accesos a los puntos de entrada de las zonas de implantación de la planta fotovoltaica desde la autovía E-7 salida 424 serán:

- Zona BG01 y BG02:
 - Por N-330a dirección Jaca.
 - Desde N-330a por Camino Bajada de Baños.
- Zona BG03 y BG04:
 - Por N-330a dirección Jaca.
 - Desde N-330a por carretera Jaca-Santa María de la Peña/A-1205.
 - Desde carretera Jaca-Santa María de la Peña/A-1205 por camino a la subestación eléctrica.

2.3. REFERENCIAS CATASTRALES DE LAS PARCELAS OCUPADAS

Las parcelas o recintos ocupados por la planta fotovoltaica, según los datos obtenidos del SIGPAC y la sede electrónica del Catastro se recogen en la siguiente tabla:

Polígono	PARCELA				REFERENCIA CATASTRAL
	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia	
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A055000160000FR
55	37	3, 5	Jaca	Hueca	22178A055000370000FQ
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A055000420000FL
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A055000490000FD

Tabla 2. Referencias catastrales parcelas ocupadas por la planta fotovoltaica "Llano de Aín"

2.4. INTERFERENCIAS Y SERVICIOS AFECTADOS

Se enumeran a continuación los servicios afectados por las obras descritas en el proyecto "Planta Fotovoltaica Llano de Aín" en el término municipal de Jaca (Huesca):

- Caminos públicos titularidad del ayuntamiento de Jaca.
- Línea aérea de alta tensión 132 kV, propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.
- Línea aérea de media tensión 45 kV, propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.
- Línea aérea de media tensión 10 kV, propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.
- Vías pecuarias.
- Rio Gas y Barranco Balatas.

No obstante, las posibles interferencias con cualquier otro servicio que pudiera percibirse deberán ser puestas en conocimiento a la propiedad por el contratista al redactar su Plan de Seguridad y Salud.

Las áreas restringidas para la implantación y por tanto descartadas para el presente proyecto se resumen en el apartado 2.6. ÁREAS DE IMPLANTACIÓN y en la planimetría adjunta al presente proyecto.

2.5. RESTRICCIONES A LA IMPLANTACIÓN

En ciertas zonas de las parcelas donde está prevista la construcción de la planta fotovoltaica se han detectado un conjunto de afecciones diversas. Estas afecciones, pueden restringir la implantación en ciertas zonas, reduciéndose por tanto el área útil, y en otros casos limitan la implantación a la necesaria obtención de las autorizaciones correspondientes para ello.

Dichas restricciones se detallan a continuación:

- Restricciones urbanísticas
- Restricciones medioambientales.
- Restricciones por infraestructuras.

2.5.1. RESTRICCIONES URBANÍSTICAS

2.5.1.1. Calificación del suelo. Usos

Según el Plan General de Ordenación Urbana (Modificación nº 21, junio 2017) del municipio de Jaca, en su CAPÍTULO 4: RÉGIMEN URBANÍSTICO DE LA PROPIEDAD DEL SUELO, artículo 33.- Régimen del suelo no urbanizable, se establece que:

El suelo no urbanizable se caracteriza por su inaptitud para ser urbanizado; por tanto, los terrenos así clasificados no podrán ser destinados a fines distintos del agrícola, forestal, ganadero, cinegético y en general a los vinculados a la utilización racional de los recursos naturales.

Las construcciones e instalaciones autorizables en suelo no urbanizable serán las establecidas en la legislación urbanística y en la normativa de cada una de las zonas ambientales en que se divide el presente Plan, debiendo garantizarse siempre la preservación de esta clase de suelo del proceso de desarrollo urbano.

Las parcelas y recintos previstos para la implantación de la planta fotovoltaica se clasifican todas ellas como suelo no urbanizable, en categoría genérica o común, clave 1.1. a) y b) del PGOU (ver planimetría adjunta) en donde el uso propuesto resultaría urbanísticamente compatible.

Zona ambiental	Calificación	Ambiente ecológico	Uso
1.1.a Campo de Jaca	Suelo no urbanizable común	Submediterráneo	Compatible regulado
1.1.b Campo de Jaca	Suelo no urbanizable común	Montano seco	Compatible regulado

Tabla 3. Calificación del suelo. Usos. Fuente: PGOU Jaca

2.5.1.2. Normas generales de protección. Caminos.

Según el Plan General de Ordenación Urbana (Modificación nº 21, junio 2017) del municipio de Jaca, en su CAPÍTULO 8: NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN, artículo 93.- Caminos y vías pecuarias, se establece que:

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

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

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

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se excluirá de la superficie de implantación la superficie exterior del vallado perimetral, estableciendo éste con un retranqueo mínimo de 5 m del eje del camino y 3 m del borde exterior de la plataforma del camino. De igual forma, cualquier elemento que pueda considerarse como edificación en la planta fotovoltaica (estructuras de módulos y centros de transformación) estará separado un mínimo de 10 m del eje de cualquier camino público o privado. Las distancias de retranqueo establecidas en el PGOU se detallan en la planimetría adjunta al presente documento.

2.5.1.3. Normas generales de protección. Vías pecuarias.

Según el Plan General de Ordenación Urbana (Modificación nº 21, junio 2017) del municipio de Jaca, en su CAPÍTULO 8: NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN, artículo 93.- Caminos y vías pecuarias, se establece que:

93.2 La protección de las vías pecuarias se regirá por lo regulado en su legislación específica.

En suelo no urbanizable se evitará la edificación situada a menos de 8 metros del borde exterior de la vía pecuaria, con excepción de aquellas obras de interés social y propiedad pública que puedan ser autorizadas por el organismo competente.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se excluirá de la superficie de implantación al menos un margen de 8 m desde borde exterior de cualquier vía pecuaria que pueda discurrir por la superficie de implantación prevista.

2.5.1.4. Normas generales de protección. Instalaciones eléctricas.

Según el Plan General de Ordenación Urbana (Modificación nº 21, junio 2017) del municipio de Jaca, en su CAPÍTULO 8: NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN, artículo 97.- Instalaciones eléctricas, se establece que:

La protección de las líneas eléctricas de alta tensión será la vigente de acuerdo con la legislación específica.

Las edificaciones se prohíben, si la línea discurre a menos de:

- 4 m de cualquier parte de la edificación.
- 5 m de cualquier parte de la edificación accesible para las personas.
- $3,3 \text{ m} + U/150$, siendo U la tensión en kV, desde cualquier parte de la edificación.
- $3,3 \text{ m} + U/100$, desde cualquier lugar de la edificación accesible para las personas.
- Las zonas próximas a líneas de transporte de fluido y gases por conductos (gasoducto y oleoducto), se limitan a las condiciones establecidas en su proyecto.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se restringirá la implantación de edificaciones (estructuras de módulos y centros de transformación) a menor distancia de las infraestructuras eléctricas que la establecida por la legislación vigente y el PGOU, en función de la tensión nominal ésta.

2.5.1.5. Normas generales de protección. De los cauces públicos y sus márgenes.

Según el Plan General de Ordenación Urbana (Modificación nº 21, junio 2017) del municipio de Jaca, en su CAPÍTULO 8: NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN, artículo 99.- De los cauces públicos y sus márgenes, se establece que:

A ambos lados del cauce se define la zona de servidumbre, de 5 m de anchura, afectada por la servidumbre de uso público.

En la zona de servidumbre se prohíben construcciones o cerramientos de cualquier tipo, excepto aquellos que sean otorgados por causas excepcionales, por el Organismo de Cuenca.

Exteriormente a la zona de servidumbre, se define la zona de policía, delimitada por una línea paralela al cauce distante de él 100 m.

En la zona de policía será exigible autorización previa de la Comisaría de Aguas para cualquier actuación, que en todo caso deberá ser compatible con estas Normas.

...

Con carácter orientativo, salvo condiciones especiales, se prohíbe la edificación en zonas inundables con periodos de retorno inferiores a 50 años.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se excluirá de la superficie de implantación cualquier zona afectada por la servidumbre del Dominio Público Hidráulico de los cauces y barrancos presentes en el área de actuación.

En caso de que el área de implantación pueda afectar a la zona de policía del Dominio Público Hidráulico de los cauces y barrancos presentes en el área de actuación se solicitará autorización previa al Organismo correspondiente.

2.5.2. RESTRICCIONES MEDIOAMBIENTALES

2.5.2.1. *Vías pecuarias*

Las Vías Pecuarias están reguladas por su legislación específica, en concreto la Ley estatal 3/1995, de 23 de marzo, de vías pecuarias; y la Ley 10/2005, de 11 de noviembre, de vías pecuarias de Aragón que la complementa y desarrolla.

Se ha consultado la página web del Instituto Geográfico de Aragón, haciendo uso de su herramienta virtual de cartografía y SIG, donde se ha podido comprobar que existen dos vías pecuarias en la zona de interés del proyecto.

- La Cañada Real de Navarra. Situada fuera del área prevista de implantación de la planta fotovoltaica.
- La Cañada Real de Bernués. Atraviesa los extremos de dos de las parcelas previstas para la implantación de la planta fotovoltaica.



Ilustración 3. Superposición vías pecuarias sobre parcelas previstas para la implantación

Dado que la Cañada Real de Bernués atraviesa dos de las parcelas previstas por sus extremos, se restringirá la implantación en la superficie ocupada por ésta, según lo previsto en la legislación. La Cañada Real discurre según el trazado de la vía de comunicación de dominio público, cuyos datos catastrales, obtenidos de la Sede Electrónica del Catastro, son:

- Parcela 9001. Polígono 55. Jaca (Huesca). Ref. catastral: 22178A055090010000FP

Según el artículo 4 de la Ley 3/1995, de marzo, de Vías Pecuarias se distinguen los siguientes tipos de vías pecuarias:

1. Las vías pecuarias se denominan, con carácter general: cañadas, cordeles y veredas.
 - a) *Las cañadas son aquellas vías cuya anchura no exceda de los 75 metros.*
 - b) *Son cordeles, cuando su anchura no sobrepasa los 37,5 metros.*
 - c) *Veredas son las vías que tienen una anchura no superior a los 20 metros.*

Según el artículo 6 de la Ley 10/2005, de 11 de noviembre, de vías pecuarias de Aragón se distinguen los siguientes tipos de vías pecuarias atendiendo a la anchura de las mismas:

1. En atención a su anchura, las vías pecuarias o cabañeras de la Comunidad Autónoma de Aragón se clasifican en cañadas, cordeles, veredas y coladas:
 - a) *Las cañadas son aquellas vías cuya anchura no exceda de los 75 metros.*
 - b) *Son cordeles, cuando su anchura no sobrepasa los 37,5 metros.*
 - c) *Veredas son las vías que tienen una anchura no superior a los 20 metros.*
 - d) *Se denominan coladas las vías pecuarias, de carácter consuetudinario, de anchura menor que las anteriores.*

La web del Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA) expone la siguiente información relativa a la Cañada Real de Bernués a su paso por el término municipal de Jaca:

Tramo	Código clasificación	Longitud	Anchura oficial	Anchura real	Fecha clasificación	Nombre municipio
1	1	8246 m.	75,22 m.	75,22 m.	12/01/1977	Jaca

Tabla 4. Información relativa a la Cañada Real de Bernués. Fuente: INAGA

Tal y como se ha comentado anteriormente, el Plan General de Ordenación Urbana (Modificación nº 21, junio 2017), en su artículo 93.2 establece:

93.2 La protección de las vías pecuarias se regirá por lo regulado en su legislación específica.

En suelo no urbanizable se evitará la edificación situada a menos de 8 metros del borde exterior de la vía pecuaria, con excepción de aquellas obras de interés social y propiedad pública que puedan ser autorizadas por el organismo competente.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se restringirá la implantación en la superficie ocupada por la cañada real según lo previsto en la legislación, considerando la anchura de ésta y su geoubicación según el trazado mostrado en la herramienta virtual de cartografía y SIG del Instituto Geográfico de Aragón.

De igual forma, con objeto del cumplimiento del PGOU del municipio de Jaca, se restringirá la implantación de edificaciones (vallado, módulos fotovoltaicos, centros de transformación) tanto en la superficie ocupada por la cañada real, como a menos de 10 m del borde exterior de ésta. Por criterios de seguridad y garantías de cumplimiento, se han considerado 10 m de separación en lugar de los 8 m exigidos por la legislación.

Las áreas restringidas para la implantación y por tanto descartadas para el presente proyecto se muestran en el apartado 2.6. ÁREAS DE IMPLANTACIÓN y en la planimetría adjunta al presente proyecto.

2.5.2.2. Zonas de protección ambiental (ENP, ZEPA, LIC, etc.)

Los Espacios Naturales Protegidos están regulados por Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en la que se establece el régimen jurídico básico de la conservación, uso sostenible, mejora y restauración del patrimonio natural y de la biodiversidad.

La Directiva 92/43/CE relativa a la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres (o Directiva Hábitats) crea en 1992 la Red Natura 2000. El objetivo de la Red Natura 2000 es garantizar la conservación, en un estado favorable, de determinados tipos de hábitat y especies en sus áreas de distribución natural, por medio de zonas especiales para su protección y conservación.

La Red está formada por las Zonas Especiales de Conservación (ZEC), y por los Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) hasta su transformación en ZEC, establecidas de acuerdo con la Directiva Hábitats, y por las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA), designadas en aplicación de la Directiva Aves.

Las Directivas Hábitats y Aves han sido transpuestas a nuestro ordenamiento jurídico interno por medio de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad, que constituye el marco básico de Natura 2000 en España.

Se ha consultado la página web del Ministerio de Transición Ecológica, del Gobierno de España, haciendo uso de su herramienta virtual de cartografía y SIG, donde se ha podido comprobar que la zona de interés del presente proyecto no está afectada por Espacios Naturales Protegidos (ENP), Lugares de Importancia Comunitaria (LIC) o Zonas de Especial Protección para las AVES (ZEPA).

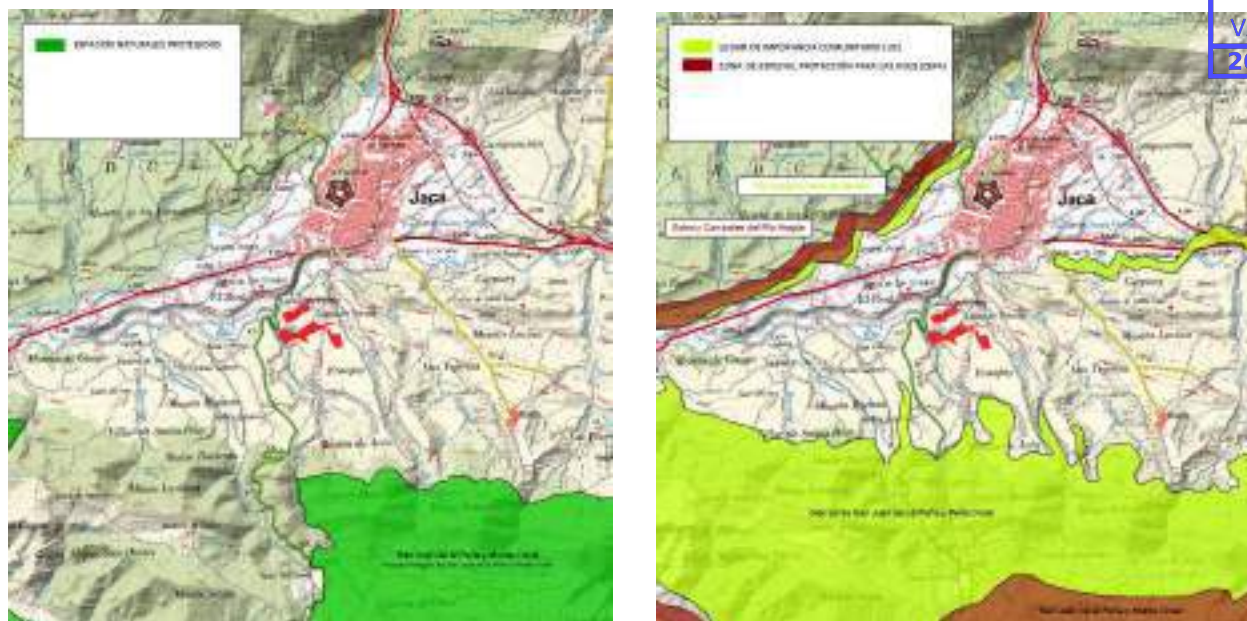


Ilustración 4. Superposición ENP, ZEPA, LIC sobre parcelas previstas para la implantación

En la planimetría adjunta al presente proyecto se muestra con mayor detalle el enclavamiento de estas zonas de protección ambiental, y la distancia significativa a las parcelas de implantación de la planta fotovoltaica.

2.5.2.3. Ámbito de protección de especies amenazadas y áreas críticas

La preservación de la diversidad biológica y genética, de las poblaciones y de las especies está regulada por la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad en la que se establecen una serie de efectos protectores para las especies que se incluyan en los citados instrumentos. El Real Decreto 139/2011, de 4 de febrero, desarrolla el Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas.

En el ámbito autonómico, la protección de las especies amenazadas está regulada por el Decreto 49/1995, de 28 de marzo, del Gobierno de Aragón por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, actualizado por Orden de 4 de marzo de 2004, del Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón, y modificado parcialmente por parcialmente por el Decreto 181/2009, de 20 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se regulan los núcleos zoológicos en la Comunidad Autónoma de Aragón.

Se ha consultado la página web del Instituto Geográfico de Aragón, haciendo uso de su herramienta virtual de cartografía y SIG, donde se ha podido comprobar que el área de interés del proyecto está dentro del Ámbito de Protección de Especies Amenazadas del Gobierno de Aragón del GYAPAETUS BARBATUS (QUEBRANTAHUESOS), que está delimitada por los planes de protección de especies amenazadas APPE de Aragón y se extiende por toda la parte norte de la provincia de Huesca.



Ilustración 5. Superposición APPE, ACRIT sobre parcelas previstas para la implantación

De igual forma, se ha constatado que en área de interés del presente proyecto existe una zona catalogada como Área Crítica de Protección de Especies Amenazadas del Gobierno de Aragón del GYPAETUS BARBATUS (QUEBRANTAHUESOS). No obstante, las parcelas donde está prevista la implantación de la planta fotovoltaica están situadas fuera de las áreas críticas de especies amenazadas ACRIT de Aragón, tal y como se puede observar en la ilustración anterior, y en la planimetría adjunta al presente proyecto.

El Decreto 45/2003, de 25 de febrero, del Gobierno de Aragón, establece un régimen de protección para el quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*) y se aprueba el Plan de Recuperación.

2.5.2.4. Arbolado

Las parcelas y recintos previstos para la implantación de la planta fotovoltaica son tierras de labor de secano, improductivo o pasto. La mayor parte de arbolado o masa vegetal se encuentra en los márgenes del Barranco de Balatas y en los márgenes del Río Gas. No obstante, dichos espacios se encuentran fuera de las parcelas y recintos previstos para la implantación.



Ilustración 6. Fotografías parcelas previstas para la implantación



Ilustración 7. Fotografías parcelas previstas para la implantación

La implantación de la planta fotovoltaica "Llano de Aín" respeta las especies arbóreas, arbustivas y animales presentes en la zona, delimitando las áreas de presencia según los Hábitats de Interés Comunitario y clasificando su nivel de protección según la Ley 8/2003, de 24 de abril, de sanidad ambiental, según el Catálogo Nacional de especies protegidas y según el Catálogo de Especies Amenazadas (C.EE.AA.) de Aragón.

2.5.2.5. Cauces, arroyos y barrancos

De acuerdo con el texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por Real Decreto Legislativo 1/2001 de 20 de julio, constituyen el dominio público hidráulico, entre otros bienes, los cauces de corrientes naturales, continuas o discontinuas y los lechos de lagos, lagunas y embalses superficiales, en cauces públicos. Se consideran como dominio privado, los cauces por los que ocasionalmente discurran aguas pluviales, en tanto atraviesen desde su origen, únicamente, fincas de propiedad particular.

La delimitación y deslinde de los cauces de dominio público hidráulico viene definida en el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, modificado por el Real Decreto 9/2008, de 11 enero.

De acuerdo con la legislación de aguas, la zonificación del espacio fluvial está formada por las siguientes zonas:

- El Dominio Público Hidráulico es de titularidad pública y, por tanto, cualquier uso u aprovechamiento del mismo debe estar sujeto a autorización y/o concesión por parte de las Administraciones Públicas con competencias en materia de Aguas.
- En Zona de Servidumbre (cuyo objetivo principal es asegurar las tareas de vigilancia, pesca y salvamento) se podrán plantar especies no arbóreas (para plantaciones arbóreas es necesaria autorización) y no se podrá realizar construcción alguna salvo la que pueda ser necesaria para el uso y conservación del DPH, y deberán contar siempre con la autorización pertinente de las Administraciones Públicas con competencias en materia de Aguas.

- En Zona de Policía es necesaria la pertinente autorización para realizar las actuaciones siguientes:
 - a) Las alteraciones sustanciales del relieve natural del terreno.
 - b) Las extracciones de áridos.
 - c) Las construcciones de todo tipo, tengan carácter definitivo o provisional.
 - d) Cualquier otro uso o actividad que suponga un obstáculo para la corriente en régimen de avenidas o que pueda ser causa de degradación o deterioro del estado de la masa de agua, del ecosistema acuático, y en general, del Dominio Público Hidráulico.

Las Zonas de Flujo Preferentes se incluyen dentro de la categoría de Cauces con estudios de dominio público hidráulico (DPH). Se trata de zonas en las que, con periodos de recurrencia frecuentes, la avenida genera formas erosivas y sedimentarias debido a su gran energía al ser la zona en que se concentra preferentemente el flujo.

Se ha consultado la página web del Ministerio de Transición Ecológica, del Gobierno de España, haciendo uso de su herramienta virtual de cartografía y SIG, donde se ha podido comprobar que una de las parcelas de la zona de interés del presente proyecto está afectada por la Zona de Policía del Río Gas, dependiente de la Confederación Hidrográfica del Ebro, cuya titularidad depende del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico del Gobierno de España.

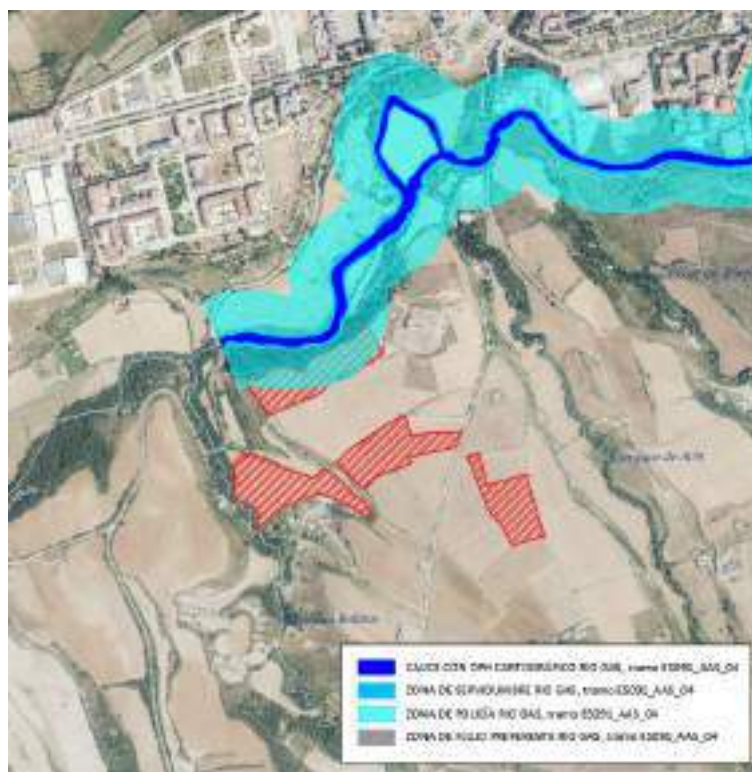


Ilustración 8. Superposición DPH, ZFP e hidrografía sobre parcelas previstas para la implantación

Según el artículo 9 apartado 4 del Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos preliminar I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas, modificado por el Real Decreto 9/2008, de 11 de enero, por el que se modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, aprobado por el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril:

4. La ejecución de cualquier obra o trabajo en la zona de policía de cauces precisará autorización administrativa previa del organismo de cuenca, sin perjuicio de los supuestos especiales regulados en este Reglamento. Dicha autorización será independiente de cualquier otra que haya de ser otorgada por los distintos órganos de las Administraciones públicas.

Por lo que, será necesaria la autorización previa del Organismo de Cuenca, en este caso la Confederación Hidrográfica del Ebro, para la implantación de la planta fotovoltaica en la parcela afectada por la Zona de Policía del Rio Gas.

Adicionalmente, en la zona de interés del presente proyecto se encuentra otro curso de agua natural discontinua catalogado, el Barranco Balatas, que tal y como se puede observar en la ilustración anterior, está situado fuera del área prevista para la implantación de la planta fotovoltaica.

2.5.3. RESTRICCIONES POR INFRAESTRUCTURAS

2.5.3.1. *Líneas aéreas de alta tensión*

En el ámbito del proyecto, dada la cercanía de las parcelas a la subestación eléctrica Jaca Sur 132 kV, existen diversas líneas aéreas de Media y Alta Tensión que pueden tener influencia sobre la planta fotovoltaica. Las líneas eléctricas que atraviesan las parcelas previstas para la implantación de la planta fotovoltaica son:

- Línea aérea de alta tensión 132 kV propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., que discurre desde la subestación eléctrica SET Jaca Sur 132 kV en dirección Sur hasta la subestación eléctrica SET La Ralla 132 kV.
Dado que la línea eléctrica atraviesa una de las parcelas previstas para la implantación de la planta fotovoltaica (22178A055000160000FR), se respetará la franja de servidumbre de 5 metros a ambos lados de los extremos de la línea, establecida en el apartado 5.12. de la ITC LAT-07, por lo que se considerará que ésta no tendrá influencia alguna sobre la implantación definida en el presente proyecto.
- Línea aérea de media tensión 10 kV propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., que discurre desde la subestación eléctrica SET Jaca Sur 10 kV en dirección Sureste hasta los puntos de distribución de energía.
Dado que la línea eléctrica atraviesa una de las parcelas previstas para la implantación de la planta fotovoltaica (22178A055000160000FR), se respetará la franja de

servidumbre de 5 metros a ambos lados de los extremos de la línea, establecida en el apartado 5.12. de la ITC LAT-07, por lo que se considerará que ésta no tendrá influencia alguna sobre la implantación definida en el presente proyecto.

- Línea aérea de alta tensión 45 kV propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., que discurre desde la subestación eléctrica SET Jaca Sur 132 kV en dirección Oeste hasta los puntos de distribución de energía.

Dado que la línea eléctrica atraviesa una de las parcelas previstas para la implantación de la planta fotovoltaica (22178A055000420000FL, recinto 1), y con las previsiones de implantación no es posible respetar la franja de servidumbre de paso establecida en el apartado 5.12. de la ITC LAT-07, se solicitará a la empresa distribuidora el cambio del trazado de la línea, objeto de proyecto y tramitación de autorización específico.



Ilustración 9. Superposición líneas eléctrica aéreas sobre parcelas previstas para la implantación

De igual forma, se verifica el cumplimiento del PGOU del municipio de Jaca, CAPÍTULO 8: NORMAS GENERALES DE PROTECCIÓN, artículo 97.- Instalaciones eléctricas, en cuanto a distancias de protección a líneas eléctricas áreas a edificaciones (instalaciones).

Las zonas de influencia de las líneas eléctricas en las que se respetará la servidumbre de vuelo establecida por la normativa de aplicación se muestran en el apartado 2.6. ÁREAS DE IMPLANTACIÓN y en la planimetría adjunta al presente proyecto.

2.5.3.2. Plantas fotovoltaicas implantadas en el área de actuación

En el ámbito del proyecto, se encuentra en fase de construcción una planta fotovoltaica de 2 MW de potencia pico aproximadamente, implantada en su mayor parte en parte de las parcelas 35 y 36 del polígono 55 del municipio de Jaca (Huesca).

No se prevén interferencias ni incompatibilidades con dicha instalación.

2.6. ÁREAS DE IMPLANTACIÓN

Teniendo en cuenta las restricciones a la implantación expuestas anteriormente, tanto aquellas que impiden la implantación de la planta fotovoltaica en ciertas zonas de las parcelas previstas, cuya superficie se considerará fuera del presente proyecto, así como aquellas que requieren autorización expresa del organismo correspondiente, se adjunta en la planimetría la resultante de la superficie de ocupación prevista para el presente proyecto.



Ilustración 10. Restricciones a la implantación y superficies útiles

3. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se adjunta al presente documento, anejo específico con el listado no exhaustivo de normativa de aplicación para la autorización de la ejecución de la planta fotovoltaica:

- PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA
- INSTALACIONES ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN
- INSTALACIONES ELÉCTRICA EN ALTA TENSIÓN
- OBRA CIVIL
- AMBIENTAL
- MUNICIPAL
- OTRA NORMATIVA

4. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA “LLANO DE AÍN”

4.1. RESUMEN

DETALLE	DESCRIPCIÓN. “LLANO DE AÍN”
Nombre del Proyecto:	LLANO DE AÍN
Localización:	EL LLANO DE AÍN – HUESCA – ARAGÓN – ESPAÑA
Nombre SPV:	JACA SOLAR, S.L.
C.I.F. SPV:	B88537311
Potencia Nominal (AC):	4,672 MWac. (4.672,00 kWac.)
Potencia Pico (DC):	4,998 MWdc. (4.998,24 kWdc.)
Ratio DC/AC:	1,07
N.º Total módulos:	8544
Potencia/tipo módulos:	585 Wp / Módulo PERC Monocristalino
Centro de transformación:	2 unidades de 1,110 MVA + 2 unidades de 1,480 MVA
N.º de Inversores:	24 unidades de 185 KW + 2 unidades de 116 kW
Superficie disponible:	9,6662 ha
Superficie ocupada:	9,1802 ha

Tabla 5. Principales características planta fotovoltaica “Llano de Aín”

4.2. SUPERFICIES

Las superficies características de la planta fotovoltaica a construir serán:

- Superficie catastral: áreas totales de todas las parcelas o recintos en los que se construirá la planta.
- Superficie ocupada: área delimitada por el vallado perimetral de las parcelas o recintos.
- Superficie construida: área que engloba el perímetro de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos, unidades de conversión, edificaciones, etc.
- Superficie de captación: área ocupada por los módulos fotovoltaicos instalados.

El valor de la superficie neta de captación se calcula para identificar, de toda la superficie disponible y ocupada, el porcentaje que realmente está sirviendo para la generación de energía. Con éste valor se obtendrá la ratio de ocupación (ha/MW), con el que se pueden comparar las implantaciones de diferentes plantas fotovoltaicas y diferentes terrenos.

En los siguientes apartados se detalla el cómputo de las superficies indicadas anteriormente, cuyos detalles gráficos se pueden consultar en la planimetría.

4.2.1. Superficie catastral

Las parcelas o recintos ocupados por la planta fotovoltaica, según los datos obtenidos del SIGPAC y la sede electrónica del Catastro se recogen en la siguiente tabla:

PARCELA					REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (ha)
Polígono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF	1,8800
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A055000160000FR	1,1802
55	37	3, 5	Jaca	Hueca	22178A055000370000FQ	2,7390
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A055000420000FL	2,6927
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A055000490000FD	1,1743
* Superficies obtenidas del SIGPAC.					TOTAL	9,6662

Tabla 6. Superficies catastrales parcelas y recintos planta fotovoltaica "Llano de Aín"

4.2.2. Superficie de ocupación

De toda el área catastral disponible en las parcelas y recintos indicados anteriormente, sólo se hace uso de una parte de ella por acuerdo con el propietario y por las restricciones de implantación indicadas en apartados anteriores.

El área total ocupada por las instalaciones de la planta fotovoltaica (área de vallado) será de 9,1802 hectáreas de un total de 9,6662 hectáreas de superficie catastral involucrada.

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
ZONA	SUPERFICIE OCUPADA (m ²)
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	17.773,82
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	21.237,15
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	26.857,71
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	25.933,27
Total	91.801,95

Tabla 7. Superficies ocupadas planta fotovoltaica "Llano de Aín"

4.2.3. Superficie construida

Para calcular la superficie construida se tendrán en cuenta las dimensiones de los módulos fotovoltaicos, de las estructuras fijas, de los centros de transformación, etc.

- Módulos fotovoltaicos/seguidores:

- Dimensiones: 2172 x 1303 x 35 mm.
- Número de unidades: 8544 unidades
- Superficie de captación: 24180,51 m²
- Inversores DC/AC:
 - Dimensiones: 1035 x 700 x 365 mm.
 - Número de unidades: 24 unidades
 - Dimensiones: 1075 x 605 x 310 mm.
 - Número de unidades: 2 unidades
 - Superficie inversores: 9,73 m²
- Centros de transformación AC/AC:
 - Dimensiones: 5700 x 2150 x 2500 mm.
 - Número de unidades: 4 unidades + 1 unidad (seccionamiento)
 - Superficie centros de transformación: 24186,17 m²

4.2.4. Superficie de captación

Tal y como se ha indicado en apartados anteriores, la planta fotovoltaica estará formada por 8544 módulos fotovoltaicos modelo CS7L-585MS de Canadian Solar o de similares características, cuyas dimensiones son 2172·1303·35 mm. Por tanto, la superficie de captación de la planta fotovoltaica objeto del presente proyecto será de 24180,51 m² aproximadamente.

4.3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

El proyecto de planta fotovoltaica "Llano de Aín" consistirá en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una planta de generación de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica con módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina y seguimiento solar a un eje, que se construirá en el término municipal de Jaca, provincia de Huesca.

La planta se diseña para una potencia total instalada total de 4,998 MWp, resultando una potencia nominal de 4,672 MWn.

La planta fotovoltaica se compone de dos sistemas fundamentales:

1. Los módulos fotovoltaicos reciben y transforman la energía de la radiación solar en energía eléctrica con corriente continua. Los cables de éstos se agrupan en ramas que se conectan a los inversores.
 Los módulos fotovoltaicos previstos serán de tecnología monocristalina. Esta tecnología podrá cambiar a lo largo del desarrollo por motivos de disponibilidad u obsolescencia del producto.
 Los módulos fotovoltaicos se montarán en seguidor a un eje Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas de acero galvanizado y piezas de aluminio, formando una estructura fijada al suelo. Los seguidores a un eje N-S están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre la radiación solar y el plano fotovoltaico. El sistema de seguimiento consiste en el seguimiento del ángulo solar de este a oeste.

2. Los inversores transforman esta energía en corriente alterna y los centros de transformación elevan su voltaje para su inyección a la red.
- Se instalarán inversores tipo string que garantizará el máximo rendimiento de la instalación y permitirá la monitorización de cada una de las zonas de la planta fotovoltaica. De igual forma, se minimizará el impacto visual dado su reducido tamaño, y se reducirán las probabilidades de paradas por averías de partes importantes de la planta.

Las principales características de la planta fotovoltaica son:

- Potencia instalada: 4,998 MWp
- Potencia nominal: 4,672 MWp
- Número de módulos fotovoltaicos: 8544 ud
 - Potencia pico módulo FV: 585 Wp
- Número de inversores: 26 ud
 - Potencia máxima INV tipo 1: 185 kW
 - Potencia máxima INV tipo 2: 116 kW.
- Número de centros de transformación: 4 ud
 - Potencia del transformador tipo 1: 1110 kVA
 - Potencia del transformador tipo 2: 1480 kVA

La planta fotovoltaica estará formada por 8544 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 585 Wp modelo CS7L-585 MS de Canadian Solar. Los módulos fotovoltaicos que conforman la planta se asocian en serie formando "strings" hasta alcanzar la tensión de generación deseada. En la planta fotovoltaica existirán dos tipos de string, uno de ellos formado por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie, y otro formado por 32 módulos conectados en serie. En cualquier caso, cabe indicar que todos los módulos fotovoltaicos serán de la misma marca y modelo.

Cada uno de los circuitos de string se conectará a una entrada en DC del inversor. En la planta fotovoltaica existirán dos tipos de inversores, uno de ellos de 185 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-185KTL-H1, y otro de 116 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-105KTL-H1.

La configuración prevista para cada uno de los tipos de inversores según el tipo de strings y el número de éstos que se conectan el paralelo al mismo, será:

Huawei SUN2000-185KTL-H1	8 inversores	12 strings/inversor	30 módulos/string
Huawei SUN2000-185KTL-H1	16 inversores	11 strings/inversor	30 módulos/string
Huawei SUN2000-105KTL-H1	2 inversores	6 strings/inversor	32 módulos/string

Tabla 8. Configuración inversores

Mediante los inversores fotovoltaicos, se acondiciona la energía obtenida en el campo de módulos fotovoltaico (corriente continua) de tal manera que tras éstos se dispone de dicha energía en un sistema trifásico en corriente alterna. Las características básicas del sistema trifásico empleado son:

- Sistema trifásico equilibrado.
- Frecuencia de trabajo de 50 Hz.
- Tensión de salida V_{AC} : 800 V.
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD% < 3%.

Las líneas de salida en AC de los inversores se agruparán entre sí en las "Combiner box" o Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación. En éstos, un transformador permitirá elevar la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV, una apartamta de media tensión permitirá la conexión y protección de cada uno de los bloques de generación, así como los cuadros para los servicios auxiliares, equipos de comunicación, etc., que permitirán la gestión de la planta.

El conjunto compuesto por módulos fotovoltaicos, inversores y centro de transformación formará un bloque de generación de energía. En la planta fotovoltaica existirán cuatro de bloques de generación:

BLOQUE GENERACIÓN 1	5xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 2	5xSUN2000-185KTL-H1 1xSUN2000-105KTL-H1	11 strings/inversor 6 strings/inversor	30 módulos/string 32 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 3	1xSUN2000-185KTL-H1 6xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor 12 strings/inversor	30 módulos/string 30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 4	5xSUN2000-185KTL-H1 2xSUN2000-185KTL-H1 1xSUN2000-105KTL-H1	11 strings/inversor 12 strings/inversor 6 strings/inversor	30 módulos/string 30 módulos/string 32 módulos/string

Tabla 9. Configuración bloques de generación

La potencia de cada uno de los bloques de generación será:

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1000 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1000 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1600 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1600 kVA

Tabla 10. Potencia bloques de generación

Los bloques de generación se agruparán entre sí en un único circuito de 10 kV que los unirá y permitirá mediante una red subterránea de 10 kV de 0,300 km (objeto de proyecto específico), evacuar la energía hasta la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía.

LSMT PFV "LLANO DE AÍN"	
LSMT - TRAMO CT01 a CT02	
Conductor	Longitud zanja
AL RH5Z1 3x(1x150) mm ²	427,98 m
LSMT - TRAMO CT02 a CT03	
Conductor	Longitud zanja
AL RH5Z1 3x(1x150) mm ²	135,42 m
LSMT - TRAMO CT03 a CT04	
Conductor	Longitud zanja
AL RH5Z1 3x(1x240) mm ²	396,54 m
LSMT - TRAMO CT04 a CSECC	
Conductor	Longitud zanja
AL RH5Z1 3x(1x400) mm ²	197,46 m
TOTAL	1157,40 m

Tabla 11. Longitudes línea subterránea media tensión

4.4. CRITERIOS DE DISEÑO

En el diseño de la planta fotovoltaica objeto del presente proyecto, se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- La distancia entre módulos (pitch) se ha optimizado teniendo en cuenta:
 - Maximizar la producción de energía.
 - Minimizar las pérdidas por sombras entre los seguidores.
 - Superficie de terreno disponible.

En el presente proyecto se ha seleccionado un pitch de 5,75 metros.

- El número de módulos en serie de cada string está limitado por los siguientes valores:
 - V_{oc} :
 - ~ La tensión de circuito abierto a la temperatura máxima de la celda debe de estar por debajo de la máxima tensión admisible del inversor:
 - V_{mpp} :
 - ~ 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.
 - ~ 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.

Teniendo en cuenta estos valores, se ha seleccionado un máximo de 30 módulos en serie para el string tipo 1 y de 32 módulos en serie para el string tipo 2.

- El número de entradas del inversor deberá ser superior al número de líneas que se conecten al mismo.

4. La intensidad total de los circuitos de string deberá ser menor a la intensidad admisible por el inversor.
5. El número de entradas del cuadro modular de baja tensión del centro de transformación será igual o superior al número de inversores que se conecten al mismo. La tensión y corrientes nominales del cuadro serán superiores a las del conjunto de circuitos que se conectan.
6. La óptima ubicación de los centros de transformación. Se han tenido en cuenta los criterios de:
 - Sombras: Para evitar provocar sombras en los módulos, se ubican en la medida de lo posible al norte de los mismos.
 - Pérdidas eléctricas: la distancia entre los inversores y los módulos se ha optimizado, colocando los inversores aproximadamente en el centro de los bloques para minimización de las pérdidas eléctricas en baja tensión.
 - Zanjas y cableado: minimización de las longitudes de zanja y cableado eléctrico.
7. Limitación de las pérdidas eléctricas a las exigencias normativas:
 - En corriente continua:
 - ~ Entre las ramas y los inversores: Caída tensión máxima $\leq 1,5 \%$
 - En corriente alterna:
 - ~ Entre los inversores y centros de transformación: Caída tensión $\leq 1,5 \%$
 - ~ Entre centros de transformación: Caída tensión $\leq 0,5 \%$
 - ~ Entre el centro de seccionamiento, protección y medida y la subestación de entrega: Caída tensión $\leq 0,5 \%$.

4.5. EQUIPOS PRINCIPALES

En este apartado se indican las características técnicas de los equipos principales que formarán la instalación solar fotovoltaica: módulos fotovoltaicos, seguidores a un eje, inversores, cajas de conexión, controladores, centros de transformación e infraestructura de conexión.

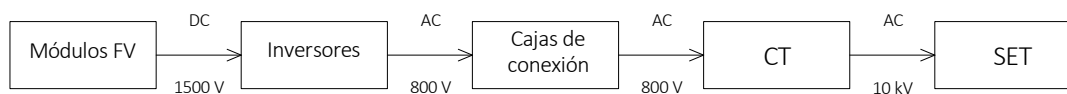


Ilustración 11. Esquema general de conexión de la planta fotovoltaica

4.5.1. Módulos fotovoltaicos

La principal característica de un módulo fotovoltaico es su potencia pico o potencia nominal, que es la máxima potencia que se podría obtener del módulo en condiciones casi perfectas de radicación y temperatura, las cuales normalmente no se suelen llegar a dar. La potencia del módulo fotovoltaico vendrá dada por la eficiencia de las células y por el número de ellas, es decir, por el tamaño del módulo.

Además, se definen otros parámetros básicos:

- Corriente de cortocircuito: es la máxima corriente que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, correspondiendo a tensión nula y por lo tanto a potencia nula.
- Tensión a circuito abierto: máxima tensión que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, y en condiciones de corriente nula y por lo tanto potencia nula.
- Corriente a máxima potencia: corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como la corriente nominal del dispositivo.
- Tensión a potencia máxima: tensión que entrega el dispositivo cuando la potencia alcanza su valor máximo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como tensión nominal del dispositivo.
- Tensión máxima del sistema: es la máxima tensión a la que pueden estar sometidos las células fotovoltaicas que componen el sistema.
- Margen de variación en la potencia nominal (\pm): indica el margen de desviación que puede sufrir la potencia pico real del módulo. Es importante que este parámetro sea muy bajo ya que la dispersión en la potencia nominal de varios módulos produce sensibles pérdidas de potencia, lo que se denominan pérdidas por "mismatch".
- Coeficiente de pérdidas por temperatura: refleja el grado de pérdida de rendimiento del panel por la temperatura.

Los módulos fotovoltaicos escogidos se caracterizan por su elaboración y componentes de calidad. Contarán con células monocristalinas de silicio que permiten un excelente rendimiento, incluso con poca irradiación solar. Las células solares estarán encapsuladas en compuesto resistente a la radiación ultravioleta.

El marco será de una aleación de aluminio anticorrosivo y a prueba de torsión, de forma que los módulos sean estables y puedan ser montados en diversas posiciones. La cubierta de los módulos estará hecha de vidrio solar templado de alta transmisividad. Este vidrio garantiza, por una parte, una alta transparencia y, por otra, protege las células solares de agentes atmosféricos como granizo, nieve y hielo. Por su parte, la lámina de poliéster-híbrido en la parte trasera garantiza una larga vida útil.

En lo referente a la potencia unitaria escogida, se ha intentado escoger una potencia que dentro del mercado que sea suficientemente elevada para disminuir lo máximo posible el número de elementos como son soportes, conexiones, etc.

Cada panel llevará una caja de conexión en la parte posterior con cable solar de 4 mm² y conectores tipo multicontactos compatible con los conectores MC4 para realizar las asociaciones entre módulos fotovoltaicos. Los paneles se conectarán en grupos o strings de paneles en serie tal y como se ha comentado anteriormente.

Cada grupo de paneles en serie se conectará a una entrada del inversor correspondiente mediante conductor tipo PV1-F de cobre electrolítico estañado de 2 x (1 x 10) mm².

Con el objetivo de tener identificados los módulos de cada campo solar, se registrarán todos los módulos mediante pistola de código de barras.

Los módulos vendrán de fábrica previamente clasificados por intensidad y se distribuirán en planta de tal modo que los de un mismo grupo se instalarán en una misma serie con el fin de no perjudicar la intensidad de la propia serie.

La recepción de los módulos deberá ser acompañada de su correspondiente albarán de entrega, de manera que se instalarán siguiendo la numeración y las características indicadas en él.

Los módulos fotovoltaicos empleados en este proyecto son de la marca Canadian Solar modelo CS7L-585 MS de 585 Wp o similar, compuesto por un total de 120 [2x(10x6)] células fotovoltaicas, y sus características se presentan a continuación. No obstante, éstos podrán variar por motivos de disponibilidad u obsolescencia del producto.

MÓDULO FOTOVOLTAICO	
Características principales	
Modelo:	CS7L-585 MS
Fabricante:	Canadian Solar
Tecnología:	PERC Mono. HiKu7 Mono
Condiciones estándar de medida(STC)	
Potencia pico:	585 Wp
Eficiencia:	20,60%
Voltaje (STC):	33,70 V
Intensidad (STC):	17,36 A
Voltaje (Circuito abierto):	40,70 V
Corriente (Cortocircuito):	18,32 A
Voltaje Max:	1500 Vdc
Coefficientes de temperatura	
Coefficiente de potencia:	-0,350 %/°C
Coefficiente de voltaje:	-0,270 %/°C
Coefficiente de intensidad:	+0,050 %/°C
Características mecánicas	
Longitud:	2173 mm
Anchura:	1305 mm
Espesor:	35 mm
Peso:	32,5 Kg

Tabla 12. Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico

Todos los módulos que integren la instalación serán del mismo modelo, nuevos y de primera calidad.

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/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. Incorporarán de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

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, en función de la tecnología del módulo, deberán satisfacer las siguientes normas:

- UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.
- UNE-EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicaciones terrestres. Cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-EN 62108. Módulos y sistemas fotovoltaicos de concentración (CPV). Cualificación del diseño y homologación.
- Certificado de seguridad TÜV clase II.

Adicionalmente, los módulos deberán cumplir con lo previsto en la Directiva 89/106/CEE del Consejo de 21 de diciembre de 1988 relativa a la aproximación de las disposiciones legales, reglamentarias y administrativas de los Estados miembros sobre los productos de construcción.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según las normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación:

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o de acero inoxidable.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.

- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.
- Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.
- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

4.5.2. Estructura fotovoltaica: Estructura con seguidor solar

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 (azimut 0°) horizontal para seguir el movimiento diario del sol. Éstos están provistos de una transmisión mecánica que permite girar al unísono todos los ejes propios de cada panel a fin de modificar la orientación. Se dispone un motor que a través de una transmisión mecánica mueve el eje.

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.

Su diseño facilita el montaje, mantenimiento, desmantelamiento y sustitución de paneles. Los materiales que constituyen del sistema de fijación de los paneles disminuyen las dilataciones térmicas de manera que evitan la transmisión de cargas a la estructura.

El suministro, construcción y montaje de las estructuras de la planta y su fijación al terreno mediante hincado directo quedará definido en la fase de construcción por el propio fabricante. En los casos particulares en que no sea viable el hincado, se emplearan alternativas como el pretaladro. La estructura soporte será diseñado de acuerdo a los coeficientes de seguridad y de combinación de hipótesis indicada en las normativas de aplicación y deberán cumplir las especificaciones técnicas que a continuación se exponen:

- Los módulos se instalarán en estructuras que soportarán 1 fila de paneles en posición vertical. La configuración prevista es de 1 módulo en vertical (1V) con una total de 30 o 32 módulos por seguidor, y un pitch de 5,75 metros.
- Acero galvanizado en caliente con un espesor de galvanizado ajustado a las normas ISO correspondientes que asegure una vida útil mínima de 35 años.
- La tornillería o materiales de fijación (pernos, tornillos, tuercas, arandelas, anclajes etc.) deberán estar galvanizados, asegurando una protección adecuada contra la corrosión durante la vida útil de la planta fotovoltaica.
- El material de la estructura de soporte debe resistir la exposición a temperaturas ambiente comprendidas entre -20 ° C y 55 ° C.

- Cumplirán todas las especificaciones de las normas locales, incluido el CTE. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.
- Se considerará una fijación mediante hincado directo del pilar, la profundidad de estas soluciones y su posibilidad dependerá de los resultados obtenidos en las pruebas a realizar por fabricante del seguidor seleccionado.
- En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico apenas tiene pendiente aun así se garantizará la horizontalidad de cada bastidor.

Se cumplirán además las siguientes recomendaciones establecidas en el "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDEA (PCT-C-REV – julio 2011):

- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- En el caso de utilizarse seguidores solares, éstos incorporarán el marcado CE y 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.

ESTRUCTURA SOPORTE. SEGUIDOR A UN EJE	
Modelo:	NX Horizon
Fabricante:	Nextracker
Ángulo de seguimiento:	±55.0°
Backtracking:	Si
Longitud fila:	30/32 módulos
Pitch (distancia entre ejes):	5,75 metros
Posición de los módulos:	Fila única: 1V Portrait

Tabla 13. Especificaciones técnicas seguidores

Las investigaciones geotécnicas aún no se han realizado, por lo que la cimentación del seguidor se podrá realizar mediante perfiles hincados en acero directamente sobre el terreno, calculados en base a las pruebas realizadas en terreno, o bien mediante un primer perforado del terreno y una posterior introducción de los perfiles mencionados.

4.5.3. Inversores

El inversor es el equipo encargado de transformar la corriente continua de los módulos fotovoltaicos en corriente alterna para poder inyectarla a la red. La suma de las potencias de los inversores instalados en la planta fotovoltaica es la que marca la potencia nominal conectada.

Su funcionamiento se basa en la realización de conmutaciones controladas de elementos semiconductores para conseguir una forma de onda cuadrada de ancho variable adaptada a la forma de señal que deseamos a la salida. Antes de ser vertida en la red, esta señal se filtra para evitar las componentes armónicas no deseadas en la red.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el aparato empieza a inyectar a la red.

El inversor tiene varias entradas de corriente continua MPPT en paralelo. A cada entrada se conectan varios strings en paralelo, de forma que, ante la posibilidad de descenso en la producción de alguno de los strings debido a sombras, suciedad o nubes, el inversor continúa produciendo energía eléctrica en buenas condiciones.

Los parámetros principales del inversor son:

- Potencia nominal: Es la potencia máxima de funcionamiento del equipo y es este valor el que fija la potencia nominal de la instalación. Suele darse junto con la temperatura a la que se da esa potencia.
- Potencia máxima de entrada: El valor máximo de potencia de entrada para el correcto funcionamiento del inversor. Este dato se da en Wp debido a que se relaciona directamente con la potencia máxima que puede proporcionar el campo de generación fotovoltaica.
- Tensión de entrada al inversor: Es el rango de tensiones a los que puede trabajar el inversor. Sus valores suelen estar comprendidos entre 994V y 1300V.
- Intensidad máxima: Son valores de intensidad máxima a la entrada y a la salida del inversor. La intensidad máxima de entrada está relacionada con la Potencia Máxima de entrada mientras que la intensidad máxima de salida está relacionada con la potencia nominal del inversor.
- Frecuencia de salida: Se refiere a la frecuencia de la tensión alterna de salida, con márgenes muy pequeños de tolerancias. El equipo está diseñado para seguir la frecuencia de trabajo de la red con muy pequeños márgenes de error.
- Distorsión Armónica: Distorsión de la onda de salida del inversor en media ponderada de relaciones de orden de armónico respecto a la frecuencia nominal o de salida. Este parámetro se determinará por el THD%.

Los inversores poseen características adicionales que permiten un acondicionamiento y control de la energía entregada mucho más exacto. Por lo tanto, los inversores funcionan también como equipos controladores, de control del THD, de control de factor de potencia, de seguimiento de potencia máxima, etc.

De igual manera, los inversores actuales en el mercado ofrecen, de forma opcional o de serie según fabricante, características adicionales para integración óptima a la red de generación como protecciones de entrada en CC y de salida en CA, automatización de desconexión de la red por subtensiones, sobretensiones y defectos en frecuencia y fallos de producción, reenganche automático.

Los inversores serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

El factor de potencia de la energía suministrada a la red de la empresa distribuidora debe ser lo más próximo posible a la unidad y, en todo caso, superior a 0,98 cuando la instalación trabaje a potencias superiores al 25 por ciento de su potencia nominal.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Autoconmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionarán en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- 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.
- UNE-EN 62116. Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- UNE-EN 206006. Ensayos de detección de funcionamiento en isla de múltiples inversores fotovoltaicos conectados a red en paralelo.
- UNE-EN 62109. Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos.
- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

Los inversores cumplirán con las directivas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética, certificadas por el fabricante, incorporando protecciones del tipo: descargadores de sobretensiones, protecciones contra el fallo de aislamiento, contra funcionamiento en isla, tensión de red fuera de rango, polaridad inversa, sobre temperatura,

sobrecargas, cortocircuitos, sobretensión, subtensión, sobrecorriente, subcorriente, sobrefrecuencia, subfrecuencia en corriente alterna.

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Estos equipos serán utilizados y programados para que cumplan en todo momento con el vigente "Código de Red" de España y con el desarrollo esperado del mismo en cumplimiento de los reglamentos aprobados en la Unión Europea y en desarrollo actualmente en España.

Los inversores deberán incorporar el marcado CE, según la Directiva 2006/95/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. Incorporarán de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz de corriente alterna.

Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:

- El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiación solar un 10% superiores a las CEM. Además, soportará picos de un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
- El rendimiento de potencia del inversor (cociente entre la potencia activa de salida y la potencia activa de entrada), para una potencia de salida en corriente alterna igual al 50% y al 100% de la potencia nominal, será como mínimo del 92% y del 94% respectivamente.
- El cálculo del rendimiento se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 6168: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- El autoconsumo de los equipos (pérdidas en "vacío") en "stand-by" o modo nocturno deberá ser inferior al 2% de su potencia nominal de salida.
- El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,98, entre el 25% y el 100% de la potencia nominal.
- A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles,

y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0°C y 40°C de temperatura y entre 0% y 85% de humedad relativa.

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 5 años.

En la planta fotovoltaica se propone la instalación de dos tipos de inversores, uno de ellos de 185 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-185KTL-H1, y otro de 116 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-105KTL-H1.

Las principales características del inversor Huawei SUN2000-185KTL-H1 se muestran en la siguiente tabla:

INVERSOR FOTOVOLTAICO TIPO 1	
Características generales	
Modelo	SUN2000-185KTL-H1
Tipo	SMART STRING INVERTER
Fabricante	HUAWEI
Eficiencia de conversión DC/AC	98,69 %
Entrada (DC)	
Número de entradas	18
Número de MPPT	9
Voltaje nominal de entrada	1080 V
Rango de operación MPPT	500 V ~ 1500 V
Voltaje máximo de entrada	1500 V
Máxima corriente por MPPT	26 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Salida (AC)	
Potencia nominal (40 °C)	175 kW
Potencia máxima	185 kW
Tensión nominal de salida	800 V
Corriente nominal de salida (40 °C)	126,30 A
Máxima corriente de salida	134,90 A
Frecuencia	50 Hz
Rango ajustable de factor de potencia	0,8 LG ... 0,8 LD
Máxima distorsión armónica	< 3 %

Tabla 14. Especificaciones técnicas del inversor Huawei SUN2000-185KTL-H1



Ilustración 12. Vista general del inversor Huawei SUN2000-105KTL-H1. Fuente: Huawei

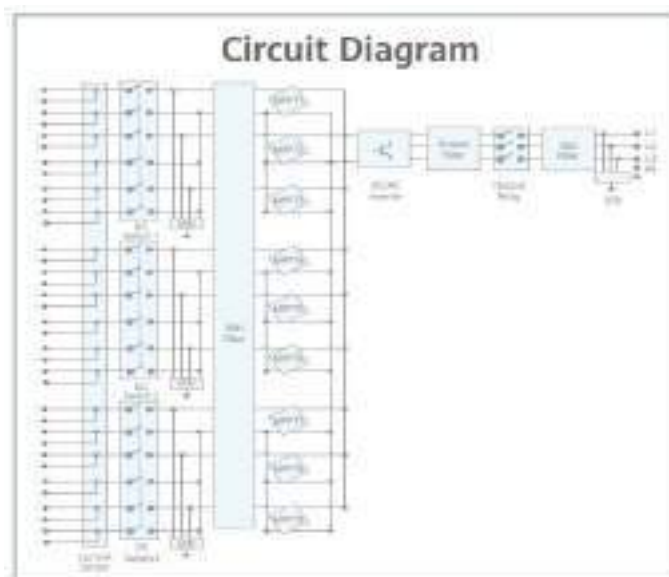


Ilustración 13. Esquema eléctrico del inversor Huawei SUN2000-185KTL-H1. Fuente: Huawei

Las principales características del inversor Huawei SUN2000-105KTL-H1 se muestran en la siguiente tabla:

INVERSOR FOTOVOLTAICO TIPO 2	
Características generales	
Modelo	SUN2000-105KTL-H1
Tipo	SMART STRING INVERTER
Fabricante	HUAWEI
Eficiencia de conversión DC/AC	98,80 %
Entrada (DC)	
Número de entradas	12
Número de MPPT	6
Voltaje nominal de entrada	1080 V
Rango de operación MPPT	600 V ~ 1500 V

Voltaje máximo de entrada	1500 V
Máxima corriente por MPPT	25 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	33 A
Salida (AC)	
Potencia nominal (40 °C)	105 kW
Potencia máxima	116 kW
Tensión nominal de salida	800 V
Corriente nominal de salida (40 °C)	75,80 A
Máxima corriente de salida	84,60 A
Frecuencia	50 Hz
Rango ajustable de factor de potencia	0,8 LG ... 0,8 LD
Máxima distorsión armónica	< 3 %

Tabla 15. Especificaciones técnicas del inversor Huawei SUN2000-105KTL-H1



Ilustración 14. Esquema eléctrico del inversor Huawei SUN2000-105KTL-H1. Fuente: Huawei

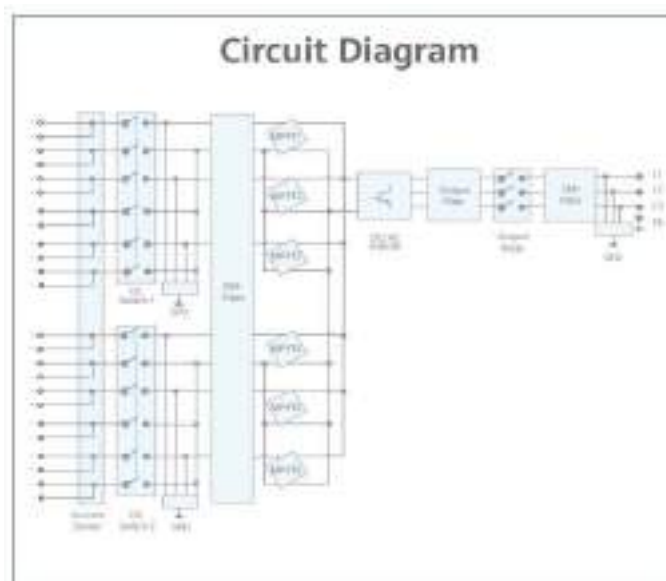


Ilustración 15. Esquema eléctrico del inversor Huawei SUN2000-105KTL-H1. Fuente: Huawei

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Además, los inversores dispondrán de los elementos de protección, seguridad y desconexión en los supuestos siguientes:

- Fallo de red eléctrica: en caso de interrupción en el suministro de la red eléctrica, el inversor se encuentra en cortocircuito y por tanto se desconectará, no funcionando en ningún caso en isla, y volviéndose a conectar cuando se haya restablecido la tensión en la red.
- Tensión fuera de rango: si la tensión está por encima o por debajo de la tensión de funcionamiento del inversor, este se desconectará automáticamente, esperando a tener condiciones más favorables de funcionamiento. La protección para la interconexión de máxima y mínima tensión está dentro de los valores entre 1,1 y 0,85 Um, respectivamente.
- Frecuencia fuera de rango: en el caso de que la frecuencia de red esté fuera del rango admisible, el inversor se parará de forma inmediata, ya que esto quiere decir que la red está funcionando en modo de isla o que es inestable. La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia está dentro de los valores entre 51 y 49 Hz, respectivamente.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración forzada con ventilador. En cuanto a la contribución de los inversores a la estabilidad de la red eléctrica de REE, los inversores pueden entregar potencia reactiva capacitiva e inductiva, según requerimientos de red, contribuir a la estabilidad de tensión y frecuencia de la red además de reaccionar ante huecos de tensión de red según exigencias de la compañía eléctrica. Este asunto se detalla en el apartado 12 de la presente memoria.

Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se estarán integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de las mismas son realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

El inversor implementará una técnica equivalente al transformador a efectos de aislamiento galvánico entre la instalación fotovoltaica y la red.

4.5.4. Centro de transformación compacto

Las líneas de salida en AC de los inversores se agruparán entre sí en las "Combiner box" o Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación. En éstos, un transformador permitirá elevar la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV, y una aparata de media tensión que permitirá la conexión y protección de cada uno de los bloques de generación.

El conjunto compuesto por módulos fotovoltaicos, inversores y centro de transformación formará un bloque de generación de energía. En la planta fotovoltaica existirán cuatro de bloques de generación:

BLOQUE GENERACIÓN 1	5xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 2	5xSUN2000-185KTL-H1 1xSUN2000-105KTL-H1	11 strings/inversor 6 strings/inversor	30 módulos/string 32 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 3	1xSUN2000-185KTL-H1 6xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor 12 strings/inversor	30 módulos/string 30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 4	5xSUN2000-185KTL-H1 2xSUN2000-185KTL-H1 1xSUN2000-105KTL-H1	11 strings/inversor 12 strings/inversor 6 strings/inversor	30 módulos/string 30 módulos/string 32 módulos/string

Tabla 16. Configuración bloques de generación

La potencia de cada uno de los bloques de generación será:

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA

Tabla 17. Potencia bloques de generación

Los centros de transformación de cada bloque de generación se agruparán entre sí en un único circuito de 10 kV que los unirá y permitirá mediante una red subterránea de 10 kV de 0,300 km aproximadamente, evacuar la energía hasta la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía.

Los centros de transformación serán del tipo prefabricado (IEC 62271-202) compacto metálico de exterior sobre bastidor. No dispondrán de una envolvente global, sino que serán equipos con envolventes individuales ensamblados, ensayados y suministrados de fábrica sobre un bastidor común, compuesto por:

- Combiner box o cuadro modular de baja tensión con envolvente metálica (armario intemperie) que integra todas las líneas que provienen de los inversores. Del cuadro de baja tensión partirán los puentes de conexión con el transformador. Éstos también dispondrán de su envolvente metálica de protección, IP54.
- Controladores inteligentes (Smart Array Controller).
- Transformador preparado para su uso exterior con defensa perimetral de protección IP1X.
- Aparata de alta tensión con aislamiento integral en gas, de tipo exterior con envolvente metálica independiente con acceso frontal, IP54.

Todas las envolventes cumplirán lo dispuesto en la UNE-EN 62271.

Se instalarán bastidores con la aparamenta indicada anteriormente del tipo MVCS (Medium Voltage Compact Skid) de ABB, solución diseñada para la generación de energía solar a gran escala utilizando inversores de string de alta potencia. El bastidor incluye el transformador de tensión, el equipo de conmutación de media tensión y todas las protecciones de baja tensión necesarias para conectar los inversores al transformador.



Ilustración 16. MVCS (Medium Voltage Compact Skid) de ABB. Fuente: ABB

4.5.4.1. Combiner box (AC) o Cuadro modular de Baja Tensión

El centro de transformación compacto irá dotado de un cuadro modular de baja tensión con al menos 8 entradas para la conexión de los circuitos que provienen de los inversores.

Cada una de las entradas irá protegida en cada fase por un fusible seccionadores de protección de 200 A, 800 V y 100 kA de tipo gS.

Las características del cuadro de protección serán:

CUADRO MODULAR DE BAJA TENSIÓN	
Envolvente metálica	UNE-EN 60429
Tensión de servicio	800 V
Intensidad máxima	8x200 A
Fusibles	800 V/ 200 A / 100 kA gS

Tabla 18. Especificaciones técnicas del controlador inteligente Huawei SmartACU2000B

4.5.4.2. Cuadro de servicios auxiliares.

El centro de transformación compacto dispondrá de un sistema de SS.AA. para alimentar los equipos de la planta fotovoltaica: alumbrado, equipos de control, seguridad, comunicaciones, estación meteorológica, etc.

Estará dimensionado para cubrir las necesidades de funcionamiento y gestión de la planta fotovoltaica, siendo de potencia adecuada para cubrir dichas necesidades. Este sistema contará en cada uno de los centros de transformación con:

- Transformador para servicios auxiliares.
- Cuadro de mando y protección de los circuitos de servicios auxiliares
- Circuitos de servicios auxiliares.

En cualquier caso, el sistema de alimentación de los servicios auxiliares cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones complementarias.

4.5.4.3. Controladores inteligentes (Smart Array Controller)

Los controladores a instalar permiten la integración, compensación del factor de potencia y comunicación inteligente entre los inversores, el centro de transformación y la red eléctrica exterior. Incluye un Smart logger para la comunicación mediante los protocolos de comunicación estándar (PLC, RS485, Fast Ethernet, Bluetooth, USB...).

Los controladores inteligentes se conectarán mediante una red de fibra óptica en anillo a los centros de transformación. Se utiliza un controlador inteligente por cada embarrado o Cuadro modular de Baja Tensión del CT.

Se utilizarán los controladores inteligentes apropiados según los inversores seleccionados, en concreto se utilizará el equipo SmartACU2000B de la marca Huawei.

CONTROLADOR INTELIGENTE SmartACU2000B	
Configuración	
Smart Logger	Smart Logger 2000
RS485	Si
Número de módulos PLC	1
Número de SmartPDI2000	Opcional (0, 1 o 2)
Características eléctricas	
Voltaje de entrada AC	100 V~240 V, L / N (L)+ PE
Voltaje de entrada AC para el PLC	380 V ~ 800 V; 3Ph + FE (tierra funcional)
Frecuencia de entrada	50 Hz / 60 Hz
Características mecánicas	
Dimensiones	640 x 770 x 315 mm
Peso	29 kg

Tabla 19. Especificaciones técnicas del controlador inteligente Huawei SmartACU2000B

4.5.4.4. Transformador de potencia

El transformador elevador de potencia es el equipo encargado de adaptar y elevar la tensión de la energía eléctrica de salida de los equipos inversores a los niveles de tensión de la red a la que se evacuará internamente la energía (alta tensión).

Constructivamente son dos devanados arrollados en un núcleo común teniendo como relación de espiras la relación de transformación. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico, encapsulado en siliconas u otras tecnologías de encapsulado en seco.

Sus características principales son:

- Transformador trifásico.
- Tensión del primario: La tensión de conexión de los equipos inversores. En el caso de la instalación objeto del presente proyecto: 3x800 V_{AC}.
- Tensión del secundario: La tensión de conexión a la red. En el caso de la instalación objeto del presente proyecto: 3x10 kV_{AC}.
- Potencia nominal: Es la potencia máxima normal de trabajo que puede transformar de un nivel de tensión a otro.
- Grupo de Conexión: Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario. En el caso de la instalación objeto del presente proyecto Dyy11.
- Modo de refrigeración: indica el tipo de refrigeración del transformador. En este caso será ONAN (Aceite con circulación Natural con refrigeración por aire en circulación natural).
- Pérdidas en vacío: Son las pérdidas que se dan en el transformador por el hecho de estar conectado a la red. Su valor es prácticamente constante en el rango de funcionamiento de potencias. Estas pérdidas son utilizadas por la máquina para magnetizar el núcleo y las pequeñas pérdidas de corrientes parásitas por el mismo.
- Tensión de cortocircuito: Este valor está referido al % de la tensión de entrada que se debe aplicar al devanado primario para que, estando el devanado secundario cortocircuitado, circule por éste la intensidad nominal.

Los transformadores de potencia empleados en el presente proyecto tendrán las siguientes características:

TRANSFORMADOR DE POTENCIA	
Potencia nominal	1110,0 kVA (2 ud.) 1480,0 kVA (2 ud.)
Relación de transformación	0,80/10,0 kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Tipo de carga	± 2 x 2.5%
Cortocircuito (Xcc)	0,08

Aislamiento

Encapsulado de aceite

Grupo de conexión

Dyy11

Tabla 20. Especificaciones técnicas de los transformadores de potencia

4.5.4.5. Celdas de media tensión

Las celdas de alta tensión empleadas en los centros de transformación serán del tipo modulares aisladas en SF6, formadas, para cada uno de los centros de transformación, por una o dos celdas de línea (en función de la posición del centro de transformación en el circuito de alta tensión), una de entrada y otra de salida de línea, y una celda de protección con interruptor automático o protección por fusibles para el transformador.

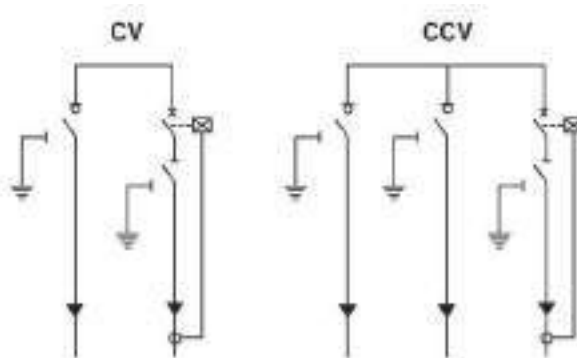


Ilustración 17. Configuración celdas de alta tensión MVCS de ABB. Fuente: ABB

La armadura de media tensión será de tipo compacta con aislamiento en SF6 de 24 kV, con las siguientes características:

- Tensión más elevada para el material U_m (kV): 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial U_f (kV ef): 50 kV
- Tensión soportada con onda de choque tipo rayo U_l (kV cresta): 125 kV
- Corriente nominal barras: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1 segundo: 16/20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40/50 kA
- Frecuencia asignada: 50 Hz

Los diferentes tipos de celdas de media tensión a utilizar en el presente proyecto se describen a continuación:

- Celda de línea (entrada/salida):
Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y un seccionador de puesta a tierra, ambos con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra. Asimismo, dispondrá de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión. La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema

de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.

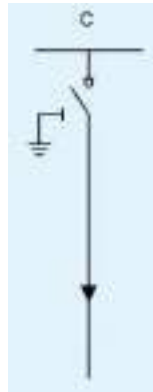


Ilustración 18. Configuración celdas de alta tensión MVCS de ABB. Fuente: ABB

- Celda de protección del transformador:
Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y dos seccionadores de puesta a tierra con dispositivos de señalización de posición que garantizan la ejecución de la maniobra, bases para los fusibles limitadores, pasatapas y detectores de tensión para comprobar la presencia de tensión.
La fusión de cualquiera de los fusibles provocará la apertura del interruptor-seccionador.
Se podrá instalar igualmente una celda de protección por interruptor automático con las mismas características de protección.

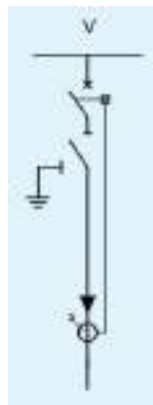


Ilustración 19. Configuración celdas de alta tensión MVCS de ABB. Fuente: ABB

En función del bloque de generación se escogerá un modelo de centro de transformación compacto con una combinación de celdas de media tensión determinada:

CONFIGURACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO BG01	
Modelo:	PVS-175-MVCS-1110
Fabricante	ABB (FIMER)
Potencia máxima:	1,110 MVA
Celdas de media tensión:	CV
Número de transformadores:	1
Relación de transformación:	0,60/10,0 kV

Tabla 21. Especificaciones técnicas de CTC PVS-175-MVCS-1100. Fuente: ABB

CONFIGURACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO BG02, BG03 y BG04	
Modelo:	PVS-175-MVCS-1480
Fabricante	ABB (FIMER)
Potencia máxima:	1,480 MVA
Celdas de media tensión:	CCV
Número de transformadores:	1
Relación de transformación:	0,60/10,0 kV

Tabla 22. Especificaciones técnicas de CTC PVS-175-MVCS-1480. Fuente: ABB

4.5.5. Centro de Seccionamiento, Protección y Medida

Tal y como se ha comentado, los centros de transformación de cada bloque de generación se agruparán entre sí en un único circuito de 10 kV que los unirá. Este circuito de media tensión finalizará en el centro de seccionamiento, protección y medida desde el que partirá la línea subterránea de media tensión de 10 kV hasta la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía, y que será objeto de proyecto específico.

El centro de seccionamiento, protección y medida será de tipo prefabricado (IEC 62271-202) de interior, empleando para su aparillaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200, telemandadas y con las características especificadas en el presente documento. Se instalará un edificio prefabricado modelo PFU-4 de Ormazabal o de similares características.

4.5.5.1. Características del edificio prefabricado

El edificio prefabricado de hormigón PFU-3 de Ormazabal es de superficie y maniobra interior (tipo caseta), y consta de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los elementos eléctricos, tanto la apartada de media tensión, como los cuadros de baja tensión, transformadores (en caso necesario), dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos, etc.

La principal ventaja que presentan estos centros de protección, medida y seccionamiento 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.

El edificio prefabricado de hormigón está compuesto, entre otros, de los siguientes elementos:

- Cuerpo prefabricado monobloque de hormigón.
- Cubierta amovible prefabricada de hormigón.
- Piso técnico prefabricado de hormigón.
- Foso de recogida de líquido dieléctrico (en opción, dispositivo cortafuegos basado en un lecho de guijarros).
- Puerta de acceso de peatón (abertura libre de 900 x 2100 mm o 1100 x 2100 mm), abatible 180° sobre el paramento exterior. La puerta está dotada de cerradura con dos puntos anclaje y varilla de sujeción contra cierres intempestivos (en opción, mecanismo de apertura antipánico).
- Puerta de acceso a zona de transformador (abertura libre de 1260 x 2100 mm).
- Rejillas de entrada y salida de aire para ventilación natural.
- Prerroturas para entrada y salida de cables en la parte frontal y posterior inferior de la envolvente (orificios de acceso de cables de 200 mm de diámetro).
- Un orificio, por encima de la cota 0 en la pared frontal, de diámetro 140 mm, para la entrada de una acometida auxiliar de baja tensión.
- Dos cajas de seccionamiento de tierra de protección (herrajes) y una caja de seccionamiento de servicio (neutro).
- Alumbrado y servicios auxiliares (opcional).



Ilustración 20. Elementos principales PFU. Fuente: ORMAZABAL

4.5.5.2. Celdas de media tensión

Las celdas de alta tensión empleadas en el seccionamiento, protección y medida serán del tipo modulares aisladas, con aislamiento y corte en gas (SF6). Se instalarán dos celdas de línea, una de entrada y otra de salida de línea, una celda de medida, y una celda de protección con interruptor automático.

La aparamenta de media tensión será de tipo compacta con aislamiento en SF6 de 24 kV, con las siguientes características:

- Tensión más elevada para el material U_m (kV): 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial U_f (kV ef): 70 kV
- Tensión soportada con onda de choque tipo rayo U_l (kV cresta): 125 kV
- Corriente nominal barras: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1 segundo: 21 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 52,5 kA
- Frecuencia asignada: 50 Hz

Los diferentes tipos de celdas de media tensión a utilizar en el centro de seccionamiento, protección y medida se describen a continuación:

- Celda cgm.3-I de línea. Celda de línea 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. La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.

- Celda cgm.3-v de protección. Celda de protección constituida por un módulo metálico que incorpora un interruptor automático en vacío conectado en serie con un seccionador de tres posiciones, que permite el corte y la puesta a tierra de la línea. El interruptor está compuesto por tres polos montados en una estructura de acero y conectados a un eje común, que está conectado a la unidad de control. La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor. La configuración de la celda de protección deberá cumplir las Especificaciones Particulares "Instalaciones Privadas conectadas a la red de distribución. Generadores de alta y media tensión" de la compañía distribuidora, cuyos aspectos básicos se detallan en los anejos adjuntos al presente documento.
- Celda cgm.3-m de medida. Celda de medida constituida por un módulo 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.

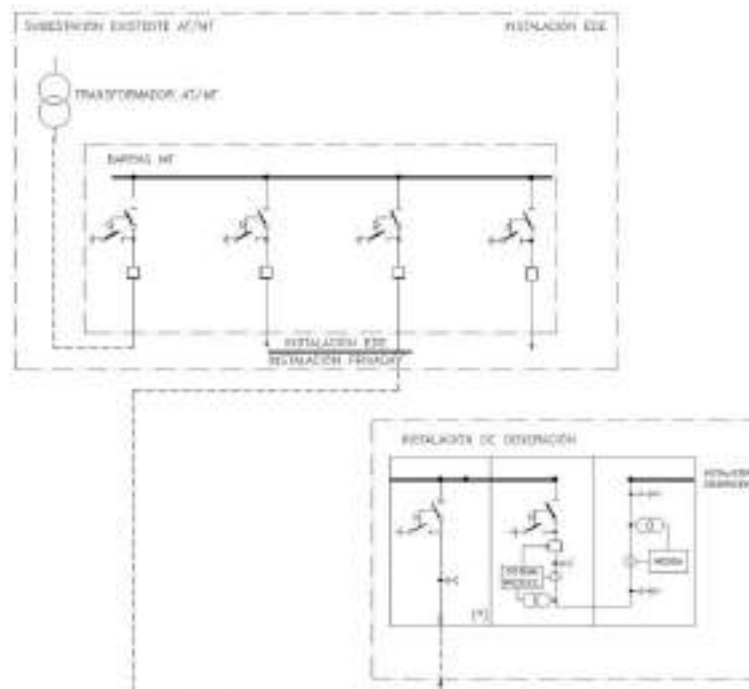
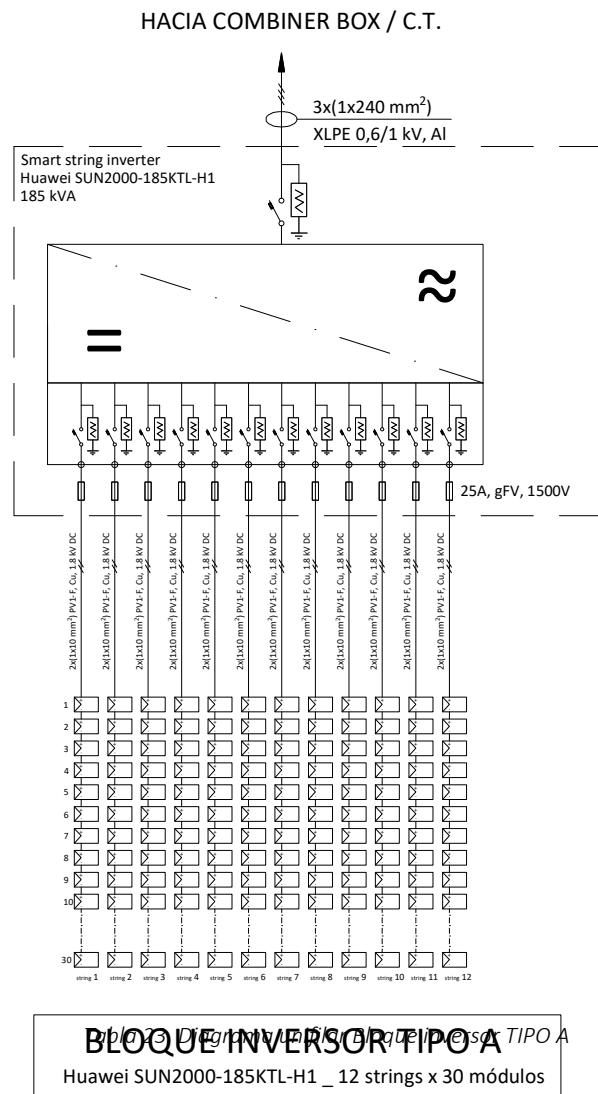


Ilustración 21. Esquema de conexión Centro de Seccionamiento-SET. Fuente: EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L.

4.6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

La instalación eléctrica en baja tensión consta de tres circuitos fundamentales:

- Circuitos en corriente continua (DC) desde strings a inversores.
- Circuitos en corriente alterna entre inversores y combineres box (AC).
- Circuitos en corriente alterna entre combiner box y transformador (AC).



4.6.1. Prescripciones generales

La instalación eléctrica en baja tensión de la planta fotovoltaica deberá cumplir en cualquier término lo establecido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, RD 842/2020, de 2 de agosto, que tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y garantías de seguridad que deben reunir las instalaciones eléctricas en baja tensión con el objetivo de:

- Preservar la seguridad de las personas y de los bienes.
- Asegurar el adecuado funcionamiento de las instalaciones y prevenir perturbaciones e influencias sobre otras instalaciones o servicios.

- Contribuir a la fiabilidad técnica y eficiencia de las instalaciones.

Al tratarse de una instalación a la intemperie, se deberá tener en cuenta lo dispuesto en la ITC BT-30 referente a instalaciones en locales mojados, tal y como se indica en el apartado 2 de la citada ITC.

De igual forma, se deberá cumplir lo prescrito en la ICT BT-40 referentes a instalaciones de generación de energía eléctrica en baja tensión.

4.6.2. Instalación eléctrica en baja tensión en corriente continua (DC)

4.6.2.1. *Criterios de diseño de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente continua (DC)*

El diseño de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente continua se ha realizado basándose en los siguientes criterios básicos:

- Tensiones de operación máximas: $1.500 V_{DC}$
- Máxima caída de tensión acumulada hasta entrada a inversores: $\leq 1,5\%$
- Para dimensionar conductores por corriente admisible, las intensidades de cálculo se maximizarán un 25%.
- Tipo de Instalación:
 - ~ Circuitos de strings al aire sobre bandeja metálica perforada a lo largo de las estructuras.
 - Temperatura ambiente $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.
 - ~ Circuitos de strings enterrados en suelo bajo tubo en cruzamientos.
 - Temperatura del terreno $25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
 - Resistividad el terreno $1,5\text{ K}\cdot\text{m}/\text{W}$.
 - Profundidad $0,70\text{ m}$.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

4.6.2.2. *Circuitos de string (DC)*

Los módulos fotovoltaicos que conforman la planta se asocian en serie formando "strings" hasta alcanzar la tensión de generación deseada. En la planta fotovoltaica existirán dos tipos de string, uno de ellos formado por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie, y otro formado por 32 módulos conectados en serie. Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según las siguientes consignas:

- Terminal positivo de un módulo con el terminal negativo del módulo siguiente en el orden de conexión.
- Se emplearán los terminales de conexión dispuestos por el fabricante de los módulos y no se manipularán, cortarán ni empalmarán. Si fuera necesario una adaptación por no poder cumplir longitudes, se consultará a la Dirección Facultativa las medidas a adoptar.

Las características eléctricas del string TIPO 1, con la conexión de 30 módulos en serie serán:

Potencia, P_{max} :	17550 Wp
Intensidad a potencia máxima, I_{mp} :	17,36 A
Tensión a potencia máxima, V_{mp} :	1011 V
Intensidad de cortocircuito, I_{cc} :	18,32 A
Tensión a circuito abierto, V_{oc} :	1221 V

Tabla 24. Parámetros eléctricos del string TIPO 1

Las características eléctricas del string TIPO 2, con la conexión de 32 módulos en serie serán:

Potencia, P_{max} :	118720 Wp
Intensidad a potencia máxima, I_{mp} :	17,36 A
Tensión a potencia máxima, V_{mp} :	1078,40 V
Intensidad de cortocircuito, I_{cc} :	18,32 A
Tensión a circuito abierto, V_{oc} :	1302,40 V

Tabla 25. Parámetros eléctricos del string TIPO 2

4.6.2.3. Conductor de los circuitos de string (DC)

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas, no pudiendo ser superiores al 1,5% por normativa. No obstante, con objeto de limitar las pérdidas en los conductores por efecto Joule, se limitarán el valor anterior a 1,00%.

Los cables serán libres de halógenos y de comportamiento frente al fuego según:

- No propagación de la llama según EN 60332-1-2, DIN VDE 0482.
- No propagación del incendio según EN 50305-9, EN 50266-2-4.
- Baja emisión de humos, según EN 50268-2.
- Baja toxicidad, según EN 50305, ITC 3

El cableado de BT que discurra al aire deberá ser de calidad solar, es decir, debe soportar la exposición a radiación solar directa, trabajar de forma continua a 120° y contar con un aval de durabilidad por un periodo de, al menos, 35 años.

Podrán ser instalados en bandejas, conductos, paredes, equipos, etc., y están especialmente indicados para aplicaciones con aislamiento de protección (clase II).

De forma general, las características que permiten considerar un equipo como perteneciente a la clase II, o aparato con doble aislamiento eléctrico, se refieren a un aparato que ha sido diseñado de tal forma que no requiere una toma a tierra de seguridad eléctrica.

El cableado utilizado en circuitos de string deberá ajustarse a lo establecido por la normativa aplicable, deben resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales.

El cable solar estará especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas, será cable no propagador de la llama, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos. Los módulos se unirán por sus propios cables, salvo el primer y último módulo de la rama, cuyo positivo y negativo se conectarán con el inversor utilizando cable solar unipolar de cobre electrolítico estañado, cable de tipo solar PV1-F/ZZF/H1Z2Z2-K. Los cables de string podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

El conductor empleado para la formación de los strings y para el tramo string-inversor será:

Tipo	PV1-F
Sección	10 mm ²
Material del conductor	Cobre electrolítico estañado
Aislamiento	Elastómero reticulado tipo EI6/EI8
Cubierta exterior	Elastómero reticulado tipo EM5/EM8
Intensidad máxima (aire/enterrado)	75 A / 71 A
Tensión nominal en AC	0,6/1 kV
Tensión máxima en AC	700/1200 V
Tensión máxima en DC	900/1800 V
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	200 °C

Tabla 26. Conductor empleado en los tramos string-inversor

La conexión de los módulos para formar el strings y las prolongaciones hasta la conexión hasta los inversores se realizarán mediante conectores Multi Contact MC4 con las siguientes características:

Corriente nominal	hasta 30 A
Tensión máxima	1500V
Material del conductor	IP67
Aislamiento	snap-in
Rango de temperatura	-40°C hasta +90°C

Tabla 27. Características técnicas conectores Multi Contact MC4

Los conductores se agruparán y fijarán con bridas resistentes a los rayos UV con el fin de mantener el paralelismo y su ordenación sobre la bandeja.

4.6.3. Instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna (AC)

4.6.3.1. *Criterios de diseño de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna (AC)*

El diseño de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna se ha realizado basándose en los siguientes criterios básicos:

- Tensiones de operación: 800 V (0,6/1,0 kV)
- Máxima caída de tensión acumulada desde los inversores hasta los bornes del transformador: $\leq 1,5\%$
- Para dimensionar conductores por corriente admisible, las intensidades de cálculo se maximizarán un 25%.
- Tipo de Instalación:
 - ~ Circuitos enterrados directamente en suelo (inversor a combiner box).
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 0,70 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.
 - ~ Circuitos al aire (combiner box a transformador).
 - Temperatura ambiente 40 °C.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

4.6.3.2. *Configuración de la instalación eléctrica en baja tensión en corriente alterna (AC)*

Las líneas de salida en AC de los inversores se agruparán entre sí en las "Combiner box" o Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación. En éstos, un transformador permitirá elevar la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV, y una apartamta de media tensión que permitirá la conexión y protección de cada uno de los bloques de generación.

Cada circuito discurre desde la salida del inversor trifásico hasta el punto de conexión con el Cuadro modular de Baja Tensión según el trazado indicado en la planimetría.

Las líneas de salida de los Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación se conectarán con los bornes del transformador que elevará la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV.

Cada circuito discurre desde la salida del Cuadros modulares de Baja Tensión hasta los bornes del transformador situado en el mismo bastidor según se puede observar en los detalles incluidos en la planimetría.

4.6.3.3. *Conductor de los circuitos de corriente alterna en baja tensión (AC)*

Todo el cableado que se instale deberá cumplir reglamentación y se dimensionará bajo el criterio de minimización de pérdidas, no pudiendo ser superiores al 1,5% por normativa. No obstante, con

objeto de limitar las pérdidas en los conductores por efecto Joule, se limitarán el valor anterior a 1,00%.

El conductor a utilizar será del tipo XZ1 (S) de aluminio, clase 2 (rígido) según UNE-EN 60228. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1, y cubierta libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1. Temperatura máxima del conductor de 90°C. Libre de halógenos, no propagación de llama y baja emisión de humos. Resistente a grasas y aceites, rayos ultravioletas y presencia de agua. Resistentes a la intemperie: rayos UV, ozono, absorción de agua. Condiciones de instalación al aire y enterrado.

El conexionado de cada inversor con su cuadro modular de baja tensión en el centro de transformación correspondiente se realizará con conductores aislados de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 0,6/1 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

Como norma general en la presente instalación, el conductor empleado en el tramo inversor-combiner box será:

Tipo	XZ1 (S)
Sección	3x(1x240) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Cubierta exterior	Mezcla especial libre de halógenos
Intensidad máxima (aire/enterrado/tubo)	390 A / 340 A / 305 A
Tensión nominal en AC	0,6/1 kV
Tensión máxima en AC	3500 V
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 28. Conductor empleado en los tramos inversor-combiner box

Como norma general en la presente instalación, el conductor empleado en el tramo combiner-transformador box será:

Tipo	XZ1 (S)
Sección	3x(4x240) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Cubierta exterior	Mezcla especial libre de halógenos
Intensidad máxima (aire/enterrado/tubo)	390 A / 340 A / 305 A
Tensión nominal en AC	0,6/1 kV

Tensión máxima en AC	3500 V
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 29. Conductor empleado en los tramos combiner box-transformador

4.6.4. Esquema de conexión de la instalación eléctrica en baja tensión

El esquema de conexión previsto para la instalación es un esquema IT, que se caracteriza porque el neutro del transformador se mantiene aislado de tierra (o conectado a través de una impedancia elevada), mientras que las masas de baja tensión se conectan a tierra directamente.

En este esquema de conexión los conductores activos no tienen ninguna referencia de potencial respecto de tierra (potencial flotante), por lo que cuando se produce un primer fallo de aislamiento fase-masa, la fase adopta el potencial de las masas. Como las masas están conectadas a tierra, no se originan corriente de defecto ni tensión de contacto apreciable entre las masa y tierra, por lo que la instalación puede seguir funcionando sin que suponga ningún riesgo para los usuarios.

La aparición de un segundo defecto origina un cortocircuito entre fases, por lo que la corriente de defecto tiene un valor muy elevado ya que el bucle formado por el transformador, los conductores de las dos fases y los conductores de protección tienen una impedancia muy baja. Por ello, no se precisa utilizar dispositivos específicos para la protección frente a contactos indirectos, ya que esta función la realizan los mismos aparatos que protegen a la instalación frente a sobrecorrientes.

Las instalaciones con esquema IT deben disponer de un sistema de vigilancia de la impedancia del aislamiento a tierra, que active una alarma cuando la impedancia disminuye por debajo de un valor prefijado; en estas condiciones la instalación puede seguir en funcionamiento, pero se debe localizar y eliminar el fallo lo antes posible.

4.6.5. Protecciones

En el presente apartado se describen las medidas adoptadas en esta instalación para la protección de las personas (contactos directos e indirectos) y la protección contra sobreintensidades y cortocircuitos. Toda instalación encargada de transformar energía no eléctrica en energía eléctrica deberá cumplir, con lo estipulado en la ITC BT-40.

Todas las protecciones del sistema, tanto en el lado de corriente continua (DC), como en el de corriente alterna (AC), se diseñan para que la instalación esté protegida contra sobreintensidades, cortocircuitos, sobretensiones y contra contactos directos e indirectos.

4.6.5.1. Protección frente a sobrecargas y cortocircuitos

Circuitos de corriente continua en baja tensión (DC)

Cada uno de los circuitos de corriente continua del generador fotovoltaico estará protegido contra sobreintensidades y cortocircuitos mediante fusibles en cada uno de los strings, de forma que se provoque la apertura del circuito en caso de producirse una corriente superior a la admisible por los equipos o conductores de la instalación. Cada string poseerá dos fusibles de idénticas características eléctricas, uno para el conductor de polaridad positiva y otro para el de polaridad negativa.

Se instalarán fusibles cilíndricos de intensidad nominal 25 A, curva gPV de 1500 V_{DC} y 10 kA de capacidad de ruptura, normalizados según EN 60269.

Tipo	Fusible gPV
Tensión nominal	1500 V
Intensidad nominal	25 A
Poder de corte	10 kA
Clase de corriente	CC

Tabla 30. Protección en los tramos string-inversor

4.6.5.2. Protección frente a contactos directos

Este tipo de protecciones engloban todas aquellas medidas destinadas a proteger a las personas contra los peligros que puedan derivarse de un contacto con las partes activas de la instalación eléctrica.

Las medidas válidas que establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la instrucción ITC-BT-24 para la protección frente a contactos directos, intencionados o no, son:

- Protección mediante aislamiento de las partes activas. Las partes activas estarán recubiertas de un aislamiento que sólo se puede eliminar destruyéndolo.
- Protección mediante barreras y envolventes. Las partes activas estarán situadas en el interior de las envolventes o detrás de barreras que posean, como mínimo un grado de protección IPXXB, según la UNE-EN 60529.

En el presente proyecto los módulos fotovoltaicos cumplirán con las normas IEC 61215 y UNE-EN 61730, con clase de aislamiento II, aislamiento doble o reforzado que permite utilizarlos sin medios de puesta a tierra. La estructura que soporta los módulos, en caso de ser metálica, estará puesta a tierra.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie, y estarán provistos de protecciones contra el fallo de aislamiento.

Las partes activas de la instalación en baja tensión (AC) serán los cuadros modulares de baja tensión situados en los centros de transformación. Para lo cumplir lo especificado anteriormente se instalarán cuadros de intemperie acordes a la norma UNE-EN 60439-1, y que tengan un grado de protección IP65 e IK08 según la UNE-EN 60529.

4.6.5.3. Protección frente a contactos indirectos

Teniendo en cuenta el sistema de instalación tipo IT, se utilizarán los dispositivos de protección frente a contactos indirectos establecidos en la ITC BT-24:

- Controladores permanentes de aislamiento.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles o interruptores automáticos.

En cualquier caso, se deberán tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos fase-masa simultáneos.

El inversor llevará integrado un sistema de monitorización del fallo de aislamiento que avisará y desconectará el generador e inversor de la red. En caso que después de un primer defecto fase-masa se produzca un segundo defecto, se producirá un cortocircuito fase-fase, actuando los dispositivos de corte y desconexión automática instalados para la protección frente a sobrecargas y cortocircuitos.

4.6.5.4. Protección frente a sobretensiones

Las instalaciones fotovoltaicas que ocupan extensas superficies están especialmente expuestas a las descargas atmosféricas y consiguientes sobretensiones transitorias. Las consecuencias de estas sobretensiones son la reducción del rendimiento y la vida de la instalación. El uso de protecciones contra sobretensiones garantiza la optimización del rendimiento y son soluciones altamente rentables.

Los protectores de sobretensión descargan a tierra los picos de tensión transitorios que se transmiten a través de los cables de la instalación eléctrica.

Se instalarán elementos de protección clase II frente a sobretensiones en cada una de las entradas (DC) y salidas (AC) de los inversores en caso de que no dispongan internamente de estas protecciones.

4.6.5.5. Protección de la instalación de generación

Según lo establecido en la ITC BT 04, del Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, apartado 7;

La máquina motriz y los generadores dispondrán de las protecciones específicas que el fabricante aconseje para reducir los daños como consecuencia de defectos internos o externos a ellos. Los

circuitos de salida de los generadores se dotarán de las protecciones establecidas en las correspondientes ITC que les sean aplicables.

En las instalaciones de generación que puedan estar interconectadas con la Red de Distribución Pública, se dispondrá un conjunto de protecciones que actúen sobre el interruptor de interconexión, situadas en el origen de la instalación interior. Éstas corresponderán a un modelo homologado y deberán estar debidamente verificadas y precintadas por un Laboratorio reconocido.

Las protecciones mínimas a disponer serán las siguientes: -

- *De sobreintensidad, mediante relés directos magnetotérmicos o solución equivalente.*
- *De mínima tensión instantáneos, conectados entre las tres fases y neutro y que actuarán, en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 85% de su valor asignado.*
- *De sobretensión, conectado entre una fase y neutro, y cuya actuación debe producirse en un tiempo inferior a 0,5 segundos, a partir de que la tensión llegue al 110% de su valor asignado.*
- *De máxima y mínima frecuencia, conectado entre fases, y cuya actuación debe producirse cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz durante más de 5 períodos.*

El sistema de protecciones deberá cumplir con los procedimientos de operación correspondientes, así como, con las exigencias previstas en la reglamentación vigente, en particular, el Reglamento electrotécnico de baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, aprobado por Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero.

De igual forma, el sistema de protecciones de las instalaciones deberá cumplir con lo dispuesto en el RD 661/2007 y en el procedimiento de operación P.O.1.6 (éste último es aplicable, a los efectos de los planes de deslases de carga por mínima frecuencia y planes de desconexión de generación por máxima frecuencia, a todas las instalaciones de generación acopladas al Sistema Eléctrico Peninsular con independencia de su potencia o punto de conexión).

Según el RD 661/2007 y su modificación RD 1565/2010 se obliga al cumplimiento del P.O. 12.3 referente a huecos de tensión a las instalaciones o agrupaciones de instalaciones fotovoltaicas de más de 2 MW y a todas las instalaciones eólicas.

En las instalaciones a las que les sean de aplicación procedimientos de operación relativos a requisitos técnicos de conexión (p.e. P.O.12.2 y P.O.12.3) los ajustes de las protecciones de tensión no impedirán el cumplimiento de dichos procedimientos.

Dado que la planta fotovoltaica se conectará a la red de distribución de la EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., subestación Jaca Sur 10 kV, se deberán cumplir las especificaciones particulares de la compañía distribuidora, en concreto el documento "NRZ104 Especificaciones Particulares de

las Instalaciones Privadas conectadas a la Red de Distribución. Generadores en Alta y Media Tensión”, aprobadas por la administración competente, así como cualquier otra normativa particular aplicable.

En los anejos al presente documento se adjunta documento resumen de las principales características que deberán cumplir los elementos indicados en la ITC-RAT 19 de las Instalaciones privadas de generación que se conecten a las redes de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U.

4.6.6. Canalizaciones

4.6.6.1. *Canalizaciones de los circuitos de string (DC).*

En función del tramo del recorrido de la instalación fotovoltaica existirán varias formas de instalación de los conductores, siendo en el caso del cableado de baja tensión corriente continua:

- Circuitos de strings al aire sobre bandeja metálica perforada a lo largo de las estructuras.
- Circuitos de strings enterrados en suelo bajo tubo en los cruzamientos entre filas. Las características y detalles de las zanjas para las canalizaciones de los circuitos de string se muestran en posteriores apartados, así como en la planimetría adjunta al presente proyecto.

4.6.6.2. *Canalizaciones de los circuitos de corriente alterna en baja tensión (AC)*

En función del tramo del recorrido de la instalación fotovoltaica existirán varias formas de instalación de los conductores, siendo en el caso del cableado de baja tensión corriente continua:

- Circuitos enterrados directamente en suelo (inversor a combiner box). Las características y detalles de las zanjas para las canalizaciones de los circuitos de AC en baja tensión se muestran en posteriores apartados, así como en la planimetría adjunta al presente proyecto.
- Circuitos al aire (combiner box a transformador).

4.6.7. Puesta a tierra

La puesta a tierra se establece principalmente como objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento las masas metálicas, asegurándose con ella, la actuación de las protecciones y eliminando el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados en la instalación. La puesta a tierra consiste en una unión metálica directa entre las masas de los elementos eléctricos que componen la planta fotovoltaica y los electrodos enterrados en el suelo con objeto de garantizar la seguridad de personas y equipos en caso de faltas o descargas a tierra.

La instalación de puesta a tierra se realizará de forma tal que la máxima resistencia de puesta a tierra a lo largo de la vida de la instalación y en cualquier época del año, no se puedan producir tensiones de contacto mayores de 24 V, en las partes metálicas accesibles de la instalación.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La parte principal de la instalación fotovoltaica son los módulos fotovoltaicos, los cuales van enmarcados en bastidores metálicos apoyados en estructuras metálicas para su sustentación. Las partes metálicas se conectan todas entre sí para que sean equipotenciales. Para ello, cada módulo fotovoltaico dispondrá de un borne de puesta a tierra que se conectará al circuito general de puesta a tierra de la instalación, a través del conductor de protección, como medida de seguridad frente a contactos indirectos y frente a descargas atmosféricas.

La instalación de puesta a tierra de la planta fotovoltaica (parte de baja tensión DC y AC) 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, etc.

Los conductores de protección serán los indicados en la ITC BT-018 apartado 3.4.

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

- Conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado en zanja, en unos tramos junto a los conductores de baja tensión de corriente continua y corriente alterna, y en otros tramos de forma independiente, formado una red de tierra mallada que unirá todas las masas metálicas entre sí.
- Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por poste hincado de la estructura del seguidor conectada mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura o a la red de tierra mallada.
- Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por inversor mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura del seguidor o a la red de tierra mallada.
- Conductor aislado RZ1-K, de 10 mm² de sección, en las canalizaciones aéreas sobre bandeja, que unirá las masas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de seguimiento y la red de tierra mallada entre sí.

Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales, grapas, soldadura o elementos apropiados que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Por otro lado, los terminales positivos y negativos (partes activas del módulo) se disponen de modo flotante, es decir aislados entre sí y aislados de tierra. Esta configuración coincide con el sistema que el Reglamento Electrotécnico para Baja tensión denomina esquema IT, en el que no hay conductores activos puestos a tierra.

Con esta disposición, se consigue que no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las descargas de origen atmosférico.

La puesta a tierra de las instalaciones interconectadas se hará siempre de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la red de distribución y las instalaciones generadoras, bien sea por medio de un transformador de aislamiento o cualquier otro medio que cumpla las mismas funciones de acuerdo con la reglamentación de seguridad y calidad industrial aplicable.

Las masas de la instalación de generación estarán conectadas a una tierra independiente de la del neutro de la empresa distribuidora y cumplirán con lo indicado en los reglamentos de seguridad y calidad industrial vigentes que sean de aplicación

En este sentido según la ITC 40, cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

La resistencia al paso de la corriente de los electrodos obtenida por medición directa, no deberá ser en ningún caso superior a los 10 ohmios. Si así sucediera, se deberán efectuar las mejoras necesarias que garanticen la reducción de esta resistencia.

4.7. INSTALACIÓN ELÉCTRICA EN MEDIA TENSIÓN

La instalación eléctrica en media tensión será la encargada de interconectar los diferentes centros de transformación hasta el punto de conexión con la línea de evacuación de la energía.

4.7.1. Criterios de diseño de la instalación eléctrica en media tensión

El diseño de la instalación eléctrica en alta tensión se ha realizado basándose en los siguientes criterios básicos:

- Tensiones de operación: 10 kV
- Tensión máxima en el sistema: 12/20 kV
- Máxima caída de tensión entre los centros de transformación y el centro de seccionamiento, protección y medida: $\leq 0,5\%$
- La intensidad máxima que circula por cada tramo del sistema de Media Tensión será menor al 85% de la intensidad de admisible del conductor actualizado para el tipo de instalación.
- Para dimensionar conductores por corriente admisible, las intensidades de cálculo se maximizarán un 25%.
- Tipo de Instalación:
 - ~ Circuitos enterrados directamente en suelo.
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 1,00 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

- ~ Circuitos enterrados en suelo bajo tubo (cruzamientos).
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 1,00 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

4.7.2. Configuración de la instalación eléctrica en media tensión

Las líneas de que conectan los bornes del transformador en alta tensión (10 kV) situados en los centros de transformación se conectarán con las celdas de protección y maniobra de éstos mediante los correspondientes puentes de unión en alta tensión.

Cada circuito discurre desde los bornes del transformador hasta los bornes de la celda de protección de éste situada en el mismo en el mismo bastidor según se puede observar en los detalles incluidos en la planimetría.

Las celdas de maniobra de los centros de transformación se unirán entre sí formando un único circuito de alta tensión (10 kV) que permitirá agrupar toda la energía para su evacuación de la central fotovoltaica hasta el punto de conexión con la infraestructura de evacuación.

Cada circuito discurre interconectando los centros de transformación, CT01 con CT02, CT02 con CT03, CT03 con CT04 y CT04 con CSECC según el trazado indicado en la planimetría.

A través de una línea subterránea de alta tensión (10 kV) de 0,300 km, objeto de Proyecto específico se prevé evacuar la energía hasta el punto de conexión con la infraestructura de distribución de energía eléctrica, que será la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía.

4.7.3. Conductores en las líneas de evacuación interior de la planta

Todo el cableado de la instalación de media tensión se diseña para que pueda soportar la Intensidad del punto de trabajo y la caída de tensión no supere el 0,5% en los circuitos de media tensión.

El conductor a utilizar será del tipo RH5Z1 de aluminio, clase 2 (rígido) según UNE-EN 60228, con tensión nominal 12/20 kV. Conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de Poliolefina termoplástica de altas prestaciones de tipo Vermex. Temperatura máxima del conductor de 90°C. Libre de halógenos, no propagación de llama y baja emisión de humos. Resistente a grasas y aceites, rayos ultravioletas y presencia de agua. Resistentes a la intemperie: rayos UV, ozono, absorción de agua. Condiciones de instalación al aire y enterrado.

El conexionado entre los bornes de los transformadores y las celdas de protección de éstos en el centro de transformación correspondiente se realizará con conductores aislados de aluminio con

aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 12/20 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

El conexionado entre las celdas de línea de los centros de transformación según la secuencia indicada anteriormente se realizará con conductores aislados de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 12/20 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

Como norma general en la presente instalación, los conductores empleados en la línea de media tensión (10 kV) son:

LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	
Tipo	AL RH5Z1
Sección	3x(1x150), 3x(1x240), 3x(1x400) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Polioléfina termoplástica, DMZ1.
Tensión nominal en AC	12/20 kV
Tensión máxima en AC	42 kV
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 31. Conductor red de alta tensión (10 kV)

Las secciones de los conductores empleadas en cada uno de los tramos de la red de media tensión serán:

LÍNEA SUBTERRÁNEA MEDIA TENSIÓN	
Tramo CT01 a CT02	Al RH5Z1, 1x(3x150) mm ²
Tramo CT02 a CT03	Al RH5Z1, 1x(3x150) mm ²
Tramo CT03 a CT04	Al RH5Z1, 1x(3x240) mm ²
Tramo CT04 a Csecc	Al RH5Z1, 1x(3x400) mm ²

Tabla 32. Secciones conductores red de alta tensión (10 kV)

Como norma general en la presente instalación, que el conductor empleado en los puentes entre el transformador y la celda de protección será:

Tipo	AL RH5Z1
Sección	3x(1x95) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Polioléfina termoplástica, DMZ1.

Tensión nominal en AC	12/20 kV
Tensión máxima en AC	42 kV
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 33. Conductor empleado en los puentes centros de transformación lado alta tensión

El cable se conectará en ambos extremos mediante terminaciones unipolares de 20 KV con terminales de conexión a presión bimetálicos para media tensión adecuados al cable empleado.

Antes de su conexionado se realizarán las pruebas que la reglamentación vigente establece para la instalación eléctrica detallada en el presente proyecto.

Una vez realizadas las pruebas y ensayos, se elaborará un informe dónde reflejará el protocolo y resultado de las pruebas realizadas, indicando la empresa y sello de la misma que lo ejecuta.

4.7.4. Terminaciones

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

1. 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. Se tomará como referencia la norma informativa GSCC005 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Cold shrink terminations for MV cables.
2. 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. Se tomará como referencia la norma informativa GSCC006 12/20(24) kV and 18/30(36) kV Separable connectors for MV cables

4.7.5. Empalmes

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

En general se utilizarán siempre empalmes contráctiles en frío, tomando como referencia las normas UNE: UNE211027, UNE-HD629-1 y UNE-EN 61442 y la norma informativa GSCC004 12/20(24) kV and 18/30(36) kV cold shrink compact joints for MV underground cables.

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

4.7.6. Protecciones de los circuitos de corriente alterna en media tensión

Protección contra sobreintensidades

En base a lo indicado en la ITC-RAT 09 apartado 4.2.1 referente a la protección de transformadores MT/BT, estos deberán protegerse contra sobreintensidades producidas por sobrecargas o cortocircuitos, ya sean externos en la baja tensión o internos en el propio transformador.

La protección se efectuará limitando los efectos térmicos y dinámicos mediante la interrupción del paso de la corriente, para lo cual se utilizarán cortacircuitos fusibles. La fusión de cualquiera de los fusibles dará lugar a la desconexión trifásica del interruptor-seccionador de protección del transformador. En casos excepcionales podrán utilizarse interruptores automáticos accionados por relés de sobreintensidad.

Protección de sobrecarga del transformador

Esta protección la provee una sonda que mide la temperatura del aceite en la parte superior del transformador y que provoca el disparo del interruptor-seccionador de la celda de protección de dicho transformador.

Se seguirá lo indicado en la norma UNE-IEC 60076-7 Parte 7 "Guía de carga para transformadores de potencia sumergidos en aceite".

El ajuste de esta sonda será de 105 ° C.

Protección contra cortocircuitos

La protección contra eventuales cortocircuitos que puedan producirse entre la celda de protección y el embarrado del cuadro de BT (puentes MT, transformador, puentes y embarrado de BT estará asignada a los fusibles de MT.

Los calibres de los fusibles destinados a la protección de los circuitos con transformador serán los recomendados por el fabricante en función de la potencia del transformador y de la tensión nominal de la línea de MT.

El calibre de los fusibles de la celda de protección general será de 100 A para los centros de transformación de 1100 kVA, y 125 A para los centros de transformación de 1480 kVA. No obstante, dicha selección deberá ser verificada por la dirección facultativa en función de las prescripciones remitidas por el fabricante de los centros de transformación compactos PVS-175-MVCS.

Los cortocircuitos que puedan producirse en las líneas de BT que salen del centro de transformación deberán ser despejados por los fusibles de las líneas BT correspondientes, sin que se vean afectados los del transformador, salvo en su función de apoyo a los de BT.

Sobretensiones en media tensión

No se prevé la instalación de elementos de protección frente a sobretensiones en media tensión al ser el conjunto de circuitos de tipo subterráneo, y no existir transición de línea aérea a subterránea para alimentar el CT.

4.7.7. Canalizaciones de los circuitos en media tensión

En función del tramo del recorrido de la instalación fotovoltaica existirán varias formas de instalación de los conductores, siendo en el caso del cableado de media tensión:

- Circuitos enterrados en suelo bajo tubo.
- Circuitos al aire (transformador a celda de media tensión).

4.7.8. Puesta a tierra

4.7.8.1. *Tierra de protección*

Se conectarán a tierra todos los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio prefabricado. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puestas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectará constituyendo el colector de tierras de protección.

Estará constituida por un electrodo principal del cable de Cu desnudo 50 mm² de sección y 8 picas de acero cobreado de Ø14 mm. y 2 m. de longitud en forma de rectángulo de dimensiones aproximadas al edificio, 6x4 m., situado bajo el centro de transformación a una profundidad de 0,5 m.

Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

4.7.8.2. *Tierra de servicio*

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión de los servicios auxiliares y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm² aislado hasta lograr la separación mínima con la tierra de protección, y con cable de Cu desnudo 50 mm² de sección y 6

picas de acero cobreado de $\varnothing 14$ mm. y 2 m. de longitud en hilera a una profundidad de 0,5 m. La separación entre cada pica y la siguiente será de 3.00 m, de modo que, con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

La separación mínima entre ambas redes de tierra (protección y servicio) será de 15 m.

La resistencia de las puestas a tierra será inferior a la prescrita en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión.

Todos los circuitos se conectarán a cajas de doble aislamiento seccionable, grado de protección IP54, con el fin de facilitar las mediciones de resistencia a tierra. Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

Dado que el transformador de potencia 0,8/10 kV es del tipo "neutro aislado", se considerará necesaria la tierra de servicio para los transformadores de los centros de transformación para servicios auxiliares, cuadros de baja tensión, transformadores de medida en el centro de seccionamiento, protección y medida.

4.7.9. Instalaciones secundarias

4.7.9.1. *Alumbrado*

En el interior del centro de transformación y del centro de seccionamiento, protección y medida, en caso necesario, se instalará un mínimo de dos puntos de luz capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.

4.7.9.2. *Batería de condensadores.*

No se instalarán baterías de condensadores.

4.7.9.3. *Protección contra incendios.*

De acuerdo con la instrucción ITC RAT 14, se dispondrá como mínimo de un extintor de eficacia equivalente 89 B.

4.7.9.4. Ventilación.

La ventilación del centro de transformación se realizará mediante las rejas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto.

Estas rejas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

4.7.9.5. Medidas de seguridad.

Seguridad en celdas de alta tensión:

Las celdas de alta tensión dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales que responden a los definidos por la norma UNE-EN 62271-200 y que serán los siguientes:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el seccionador de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.
- Además de los enclavamientos funcionales ya definidos algunas de las distintas funciones se enclavarán entre ellas mediante cerraduras según se indica en anteriores apartados

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.
- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de AT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

En el interior de cada centro de transformación, y del centro de seccionamiento, protección y medida se dispondrá de un equipo de seguridad reglamentario según lo indicado en el Reglamento de Alta Tensión.

4.7.10. Estudio de campos magnéticos

Según establece el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, en el diseño de las instalaciones se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de las instalaciones de alta tensión, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente a 50 Hz, en los diferentes elementos de dichas instalaciones.

El Real Decreto 1066/2001, de 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, establece unos límites de exposición máximos que se deberán de cumplir en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas.

Los conductores y equipos del centro de seccionamiento cumplirán con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, tomándose como extrapolables las comprobaciones expuestas en el documento Estudio de Campos Magnéticos del Proyecto Tipo FYZ30000, Centro de Transformación Interior Prefabricado de Superficie.

De este modo, a priori, si el proyecto real de CT se realiza conforme a la disposición y configuración del Proyecto Tipo, los cálculos de campos magnéticos para la instalación real se pueden considerar idénticos a los del proyecto tipo, no siendo necesario incluir cálculos específicos adicionales

En cualquier caso, podrá requerirse Estudio específico de Campos Magnéticos según la configuración de los centros de transformación ejecutada.

4.7.11. Estudio de ruido, insonorización y medidas anti vibraciones

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas. Además, se deberá cumplir con el Código Técnico de la Edificación, legislaciones de las comunidades autónomas y ordenanzas municipales.

Caso de sobrepasar esos límites, se tomarán medidas correctoras para minimizar y reducir la emisión de ruido y la transmisión de vibraciones producidas. El Real Decreto 1367/2007 regula, en las tablas B1 y B2 del anexo III, los valores límite de emisión de ruido al medio ambiente exterior y a los locales colindantes del CT, siendo estos valores función del tipo de área acústica. Estos niveles de ruido deben medirse de acuerdo a las indicaciones del anexo IV del RD 1367/2007.

En caso de ser necesario tomar medidas correctoras con el fin de reducir o eliminar la transmisión de vibraciones de los transformadores de distribución, se podrá instalar en cada punto de apoyo un amortiguador de baja frecuencia, hasta 5 Hz, especialmente diseñado para la suspensión de transformadores. Cada amortiguador estará formado por suelas de acero y muelles metálicos de alta resistencia. Los amortiguadores a instalar serán los adecuados en función de la carga estática a soportar, que será función del peso del transformador a instalar. Este sistema proporcionará además el anclaje del transformador impidiendo su desplazamiento fortuito y/o paulatino a lo largo del tiempo, no autorizándose ningún otro sistema de anclaje que pudiera propiciar la transmisión mecánica de ruidos o vibraciones a otros elementos del local.

El nivel de ruido originado por cada centro de transformación y por el centro de seccionamiento, protección y medida cumplirá con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT 14.

4.8. MONITORIZACIÓN

Se instalará un sistema de monitorización para el sistema de comunicación y control de la planta que estará compuesto al menos por los siguientes dispositivos y medios de transmisión:

- Analizadores de redes para la monitorización de la energía generada por cada uno de los strings o entradas de DC al inversor.
- Módulos de comunicación en los contadores de medida para la monitorización de la energía producida por cada inversor y la energía exportada a la red.
- Módulo de adquisición de datos de los inversores.
- Sistema de control y comunicación del estado de los seguidores.
- Sistema de cableado de comunicación y alimentación de los sistemas de monitorización.

4.9. 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, situándolas en los lugares estratégicos. La alimentación a dichas cámaras se realizará mediante canalización enterrada bajo tubo por las zanjas que discurren por todo el perímetro del vallado.

El sistema analizará las imágenes de las cámaras detectando los objetos móviles e identifica personas o el tipo de objetos indicados.

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.

5. OBRA CIVIL

La instalación de la planta fotovoltaica requiere una serie de actuaciones sobre el terreno para poder implantar todas las instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de ésta.

Las principales actuaciones a realizar serán:

- Desbroce, limpieza y preparación del terreno.
- Movimiento de tierras para habilitación de caminos internos de la planta y accesos.
- Movimiento de tierras en necesarios para la implantación de edificios prefabricados de los centros de transformación.
- Movimiento de tierras para excavación de zanjas en la planta para canalizaciones de cables eléctricos y comunicación.
- Catas en el terreno necesarias para efectuar todos los trabajos objeto del presente documento.

5.1. TOPOGRAFÍA

Previo inicio de la ejecución de las obras de la planta fotovoltaica se realizará topografía de detalle, a escala mínima 1:100, que incluirá la representación al menos de:

- Dimensiones y detalles de todo lo que aparezca en las parcelas objeto del proyecto, edificaciones, arbolado singular, escolleras, escombros, pasos de agua, servicios existentes, canalizaciones y el resto de servicios afectados. El ámbito del levantamiento a realizar cubrirá la zona de instalación y al menos y perímetro de 10 m.
- Viales y caminos existentes en la ubicación de la instalación.
- Linderos de los terrenos e identificaciones de las parcelas colindantes. Se compararán estas lindes con el plano catastral.
- Reportaje fotográfico del estado inicial de la zona a estudiar.

Se deberán dejar bases fijas, lo mejor definidas y protegidas que sea posible para evitar problemas en los replanteos de la fase de construcción y de la posterior fase de restauración.

Todo lo indicado anteriormente deberá quedar recogido en el correspondiente informe topográfico y en la documentación digital necesaria para la fase de construcción y para la fase de restauración de la zona.

5.2. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO

El desbroce y limpieza del terreno de la zona afectada se realizará mediante medios mecánicos. Comprenderá los trabajos necesarios para la retirada de maleza, arbustos, broza, maderas caídas,

escombros, basuras o cualquier otro material existente en la zona proyectada o en las áreas de influencia de la planta fotovoltaica.

Dadas las características de las zonas de implantación de la planta fotovoltaica, principalmente tierra labrada sin vegetación, se contempla que el desbroce sea mínimo.

En el trazado de caminos y zanjas, se retirará la capa de tierra vegetal hasta una profundidad no inferior a 20 cm. No obstante, no se realizará desbroce sobre elementos arbóreos o sobre regeneración natural de especies arbóreas. Para tal fin se señalará los elementos arbóreos que se deban respetar en el desbroce.

Los deshechos deberán ser transportados a vertedero y gestionados por gestor autorizado según lo prescrito en el Estudio de Generación de Residuos de Construcción y Demolición.

5.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS

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

El principal volumen de movimiento de tierras es el asociado a la formación de la explanada donde se ubican los centros de transformación, al trazado de los caminos interiores y de acceso a la planta, 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 interiores 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.

La descripción de las características de las zanjas para el alojamiento de los cables de baja tensión y media tensión, características, dimensiones, etc., se realiza en posteriores apartados.

La gestión de las tierras, tal y como especifica en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición adjunto en el presente proyecto, consistirá 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 es 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 previa ejecución de la planta.

5.4. ZANJAS PARA CANALIZACIONES

Para el tendido de los cables eléctricos de baja tensión y media tensión, cableado de comunicaciones, etc., será necesario realizar la excavación de zanjas en el interior de la planta.

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, tratando de minimizar el número de cruces, la afectación al medio ambiente, a los propietarios de las fincas por las que puedan transcurrir y a los caminos y vías públicas.

Inicialmente, los materiales procedentes de la excavación se depositarán junto a los lugares en donde han sido extraídos a la espera de poder ser reutilizados para el llenado de los volúmenes excavados realizados.

El excedente del material no reutilizado será recogido, transportado y almacenado por los vehículos internos de la construcción de la planta desde su lugar de extracción hasta una zona de almacenamiento intermedio denominadas "zona de acopio de material excedente de excavación".

En todo momento, tanto en el plano vertical como en el horizontal, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a soterrar. Se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

Se prevé la instalación de tubos termoplásticos, debidamente enterrados y hormigonados en los cruces de calzadas, caminos o viales e instalaciones de otros servicios, alumbrado público, gas, redes subterráneas de media y alta tensión. Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial.

5.4.1. Zanjas para conductores de corriente continua en baja tensión

Se prevé una zanja tipo para los conductores de corriente continua en baja tensión desde los módulos fotovoltaicos (strings) hasta los inversores. Los detalles y características se muestran en la planimetría adjunta.

La profundidad de excavación será de 0,95 m, siendo la anchura de 0,50 m. En el fondo de la zanja, directamente enterrado se dispondrá el conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm² de sección.

- Zanja TIPO STRING A INVERSOR.

Canalización subterránea para línea en baja tensión TIPO 1 y 2, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 2x10 mm² Cu PV1-F 0,6/1 kV, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 50 cm de ancho y 95 cm de profundidad, asiento con 5 cm de arena de río, montaje de tubos de PE-A de diámetro 63 mm, instalación de cables conductores 1 a 6 líneas eléctricas, relleno en varias capas según detalles y disposición de tubos hasta de 40 cm de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación seleccionado de 40 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor.

5.4.2. Zanjas para conductores de corriente alterna en baja tensión

Se distinguirán tres tipos de zanjas para los circuitos desde los inversores hasta los centros de transformación en función del número de circuitos que discurran por ella. Los detalles y características se muestran en la planimetría adjunta.

La profundidad de excavación dependerá del tipo de zanja y variará entre 0,85 y 1,10 m. De igual forma, la anchura de éstas variará entre 0,60 y 0,80 m en función del número de circuitos a albergar. En el fondo de la zanja, directamente enterrado se dispondrá el conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm² de sección.

- Zanja TIPO 1 y 2 para canalización subterránea de 1 y 2 circuitos de baja tensión.
Canalización subterránea para línea en baja tensión TIPO 1 y 2, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 3x240 mm² Al XZ1 (S) 0,6/1 kV, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 60 cm de ancho y 85 cm de profundidad, asiento con 5 cm de arena de río, montaje de cables conductores 1 o 2 líneas eléctricas, relleno con una capa de 30 cm de arena de río, instalación de dos tubos de PE-A diámetro 63 mm para comunicaciones y servicios auxiliares, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación seleccionado de 40 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor.
- Zanja TIPO 3 y 4 para canalización subterránea de 3 y 4 circuitos de baja tensión.
Canalización subterránea para línea en baja tensión TIPO 3 y 4, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 3x240 mm² Al XZ1 (S) 0,6/1 kV, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 60 cm de ancho y 110 cm de profundidad, asiento con 5 cm de arena de río, montaje de cables conductores 3 o 4 líneas eléctricas separadas entre sí al menos 20 cm, relleno en varias capas hasta 55 cm de arena de río, instalación de dos tubos de PE-A diámetro 63 mm para comunicaciones y servicios auxiliares, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación seleccionado de 40 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor.
- Zanja TIPO 5 y 6 para canalización subterránea de 5 y 6 circuitos de baja tensión.
Canalización subterránea para línea en baja tensión TIPO 5 y 6, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 3x240 mm² Al XZ1 (S) 0,6/1 kV, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 80 cm de ancho y 110 cm de profundidad, asiento con 5 cm de arena de río, montaje de cables conductores 5 o 6 líneas eléctricas separadas entre sí al menos 20 cm, relleno en varias capas hasta 55 cm de arena de río, instalación de dos tubos de PE-A diámetro 63 mm para comunicaciones y servicios auxiliares, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación seleccionado de 40 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor.

5.4.3. Zanjas para conductores en media tensión

Se distinguirán dos tipos de zanjas para los circuitos de media tensión en función de la zona por la que discurrirán las líneas eléctricas. Los detalles y características se muestran en la planimetría adjunta.

La profundidad de excavación dependerá del tipo de zanja y variará entre 0,95 y 1,15 m, siendo la anchura de 0,50 m. Se tomará como base para la ejecución de éstas los detalles del Proyecto Tipo DYZ10000 ENDESA para Líneas Subterráneas de Media Tensión.

- Zanja Media Tensión TIPO 1 para canalización subterránea de 1 y 2 circuitos de media tensión bajo tubo en terreno natural.
Canalización subterránea para línea en media tensión enterrada bajo tubo en terreno natural, realizada con conductores de Al RH5Z1 (S) 12/20 kV de diferentes secciones, en zanja de dimensiones mínimas 50 cm de ancho y 95 cm de profundidad, asiento con 5 cm de arena de río, montaje de tubos de PE-A de diámetro 220 mm, instalación de cables conductores 1 o 2 líneas eléctricas, relleno con una capa de 40 cm de arena de río, montaje de tetratubo de control, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación seleccionado de 40 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor.
- Zanja Media Tensión TIPO 2 para canalización subterránea de 1 y 2 circuitos de media tensión bajo tubo en calzada.
Canalización subterránea para línea en media tensión enterrada bajo tubo en calzada, realizada con conductores de Al RH5Z1 (S) 12/20 kV de diferentes secciones, en zanja de dimensiones mínimas 50 cm de ancho y 115 cm de profundidad, asiento con 5 cm de hormigón HNE-15/B/20, montaje de tubos de PE-A de diámetro 200 mm, instalación de cables conductores 1 o 2 líneas eléctricas, relleno con una capa de hormigón HNE-15/B/20 hasta una altura de 10 cm por encima de los tubos envolviéndolos completamente, montaje de tetratubo de control, y relleno con hormigón HNE-15/B/20 hasta 10 cm, relleno con tierra procedente de la excavación de 50 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor, y reposición del pavimento original.

5.4.4. Zanjas para conductores de sistemas auxiliares

Se prevé una zanja tipo perimetral para los conductores de comunicaciones, sistemas de seguridad y sistemas auxiliares. Los detalles y características se muestran en la planimetría adjunta.

La profundidad de excavación será de 0,70 m, siendo la anchura de 0,40 m. En el fondo de la zanja, directamente enterrado se dispondrá el conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm² de sección.

- Zanja TIPO SISTEMAS AUXILIARES - PERIMETRAL.
Canalización subterránea de sistemas de comunicación, sistemas de seguridad y sistemas auxiliares, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 40 cm de ancho y 70 cm de profundidad, asiento con 5 cm de arena de río,

montaje de tubos de PE-A de diámetro 63 mm, instalación de cables conductores relleno en varias capas según detalles y disposición de tubos hasta de 25 cm de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación seleccionado de 30 cm de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y relleno con tierra procedente de la excavación de 10 cm de espesor.

5.4.5. Arquetas

Las arquetas para las instalaciones de media tensión (canalizaciones entubadas) serán prefabricadas o de ladrillo sin fondo para favorecer la filtración de agua según las especificaciones del Proyecto Tipo DYZ10000 Líneas Subterráneas Media Tensión.

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 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.

5.4.6. 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.

5.4.7. Cruzamientos y paralelismos

Los conductores subterráneos deberán cumplir los requisitos establecidos por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión, Especificaciones particulares de las compañías suministradoras y las condiciones que puedan imponer otros órganos competentes de la administración.

5.5. ACCESOS Y CAMINOS

La planta fotovoltaica dispondrá de un acceso para vehículos en cada uno de los bloques de generación desde los caminos o carreteras públicas existentes. Cada acceso dispondrá de una puerta metálica abatible de doble hoja con cerradura.

En caso necesario, se procederá a la adecuación de los caminos de acceso existentes para que tengan los mínimos requisitos necesarios para la circulación de los vehículos especiales necesarios para la construcción, operación y desmantelamiento de la planta fotovoltaica. No se prevé la construcción de nuevos caminos.

En el interior de la planta fotovoltaica, en cada uno de los bloques de generación, se habilitará un vial interior principal desde el punto de acceso al mismo, que recorrerá la planta de extremo a extremo (sin perjuicio de otros viales adicionales a habilitar que necesarios para la construcción, operación y desmantelamiento de la planta fotovoltaica). Tendrán una anchura de 4 metros y un perfilado de la cuneta triangular siguiendo las pendientes naturales del terreno para garantizar la escorrentía de las aguas de lluvia.

Los viales interiores se realizarán mediante capa de 10 cm de zahorra artificial compactada sobre una subbase de 20 cm de grava extendida sobre el terreno natural compactado, tras la retirada de la cubierta vegetal en caso necesario.

5.6. DRENAJE

No se prevé una modificación de las pendientes de las superficies de implantación que pueda suponer un impacto sobre las corrientes de escorrentía, estancamientos de agua, etc.

En cualquier caso, se dotará, en aquellas zonas donde sea necesario, de una red de drenaje al conjunto de la planta fotovoltaica para canalizar la escorrentía de la zona hacia los puntos de desagüe natural y dar continuidad a los cursos de agua existentes.

En la fase de ejecución de la planta, en caso necesario, se realizará estudio detallado de hidrología y topografía, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo a las necesidades y a las exigencias normativas.

5.7. HICADO DE ESTRUCTURAS SOPORTE DE SEGUIDORES SOLARES

El método principal de instalación de seguidores fotovoltaicos en la planta fotovoltaica 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. 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, reduciendo el impacto sobre el terreno en comparación con cimentaciones clásicas.

Dada la gran superficie ocupada por el parque fotovoltaico, en algún caso podría ser necesario recurrir a otro tipo de instalación, como podría ser tornillo, pilote o zapata de hormigón.

5.8. CIMENTACIÓN DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Se construirá una solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos por el edificio prefabricado con las siguientes características:

- Ejecutada con hormigón armado HA-25/P/20/IIa de 15 cm de espesor descansando sobre una capa de 15 cm de arena apisonada. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,20 x 0,20 m, a una profundidad de al menos 0,10 m. Este mallazo se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarque la totalidad del edificio prefabricado sobresaliendo 1,20 m por cada lado a modo de acera perimetral.
- Se preverán, en los lugares apropiados para el paso de tubos de los conductores y de las puestas a tierra, unos orificios destinados al efecto, inclinados hacia abajo y con una profundidad mínima de 0,40 m.

5.9. VALLADO PERIMETRAL

Alrededor del área de la planta solar fotovoltaica "Llano de Aín" se ejecutará un vallado metálico perimetral cuyo trazado seguirá la implantación de las distintas áreas ocupadas. Ocasionalmente el vallado recorrerá la totalidad de la parcela o recinto, aunque no esté ocupada en su totalidad por módulos fotovoltaicos, centros de transformación, caminos, etc. El área vallada constituye la superficie de ocupación, que será de 9,1802 ha.

El vallado se ejecutará con malla de simple torsión y tendrá las siguientes características principales:

- Malla metálica cinéctica de cuadrícula 50x50 mm.
- Diámetro de alambre: 5,0 mm.
- Acabado acero galvanizado.
- Postes de acero galvanizado de 40 mm de diámetro.
- Altura desde el suelo: 2,20 m.

Para disminuir el efecto "barrera" del vallado perimetral de la instalación fotovoltaica y para permitir el paso de la fauna de la zona, el vallado perimetral se ejecutará dejando un espacio libre de 20 cm. desde el suelo hasta el inicio de la malla metálica.

La longitud total del vallado de cada uno de los bloques de generación será:

	PARCELA					SUPERFICIE OCUPADA (m ²)	LONGITUD VALLADO PERIMETRAL (m)
	Polígono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	54	3	-	Jaca	Huesca	17.773,8157	677,03
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	55	16	-	Jaca	Huesca	21.237,1493	711,60
	55	49	-	Jaca	Huesca		
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	55	37	3, 5	Jaca	Hueca	26.857,7135	958,39
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	55	42	1	Jaca	Huesca	25.933,2707	861,97
						91.801,9492	3208,99

Tabla 34. Superficie ocupada y longitudes vallado perimetral

La excavación para los cimientos de los postes del vallado se ejecutará a lo largo de la alineación de la valla, con una separación entre ellos de 3,00 m como máximo. La cimentación se ejecutará a base de prismas de hormigón de dimensiones 40x40x50 cm de hormigón en masa HM-20, excepto en el poste principal de centro, que tendrá unas dimensiones de 40x40x70 cm. Las tierras procedentes de la excavación de los pozos de cimentación se repartirán "in situ" de forma adecuada debidamente niveladas, o en caso necesario se transportarán a vertedero para su adecuada gestión.

5.10. EDIFICIO DE CONTROL Y MANTENIMIENTO

En caso necesario para la explotación de la planta fotovoltaica, se instalará un edificio de control y mantenimiento formado por edificio prefabricado de hormigón, de dimensiones y características similares al utilizado para el centro de seccionamiento, protección y medida, adaptado para el propósito deseado.

El edificio prefabricado se colocará sobre solera de hormigón capaz de soportar los esfuerzos verticales previstos por el edificio prefabricado con las siguientes características:

- Ejecutada con hormigón armado HA-25/P/20/IIa de 15 cm de espesor descansando sobre una capa de 15 cm de arena apisonada. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,20 x 0,20 m, a una profundidad de al menos 0,10 m.
- Tendrá unas dimensiones tales que abarque la totalidad del edificio prefabricado sobresaliendo 1,20 m por cada lado a modo de acera perimetral.

- Se preverán, en los lugares apropiados para el paso de tubos de los conductores de instalaciones auxiliares necesarias y de las puestas a tierra.

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

5.11. ESTACIÓN METEOROLÓGICA

La estación meteorológica a instalar tiene como objeto la toma de datos meteorológicas en tiempo real en el emplazamiento. Se instalará una estación meteorológica que constará con sensores para la medición de los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitaciones.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

5.12. ZONA DE OPERACIÓN, MANTENIMIENTO Y RESERVA

Las zonas en las que no se ha previsto inicialmente la implantación de elementos integrantes de la planta fotovoltaica (módulos fotovoltaicos, inversores, centros de transformación, etc.), podrán ser utilizadas para zonas de operación, mantenimiento, o incluso de zonas de reserva para la implantación de elementos de la instalación en caso de necesidad.

En cualquier caso, deberán respetarse las limitaciones y restricciones establecidas en el presente documentos y en la normativa de aplicación.

6. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DEL PARQUE FOTOVOLTAICO

6.1. DATOS CLIMÁTICOS

Los datos meteorológicos para la localización prevista han sido obtenidos desde la base de datos Meteororm 7.2 (1995-2010), Sat=100%. En la siguiente tabla se observan los datos de radiación global horizontal, radiación difusa horizontal y la temperatura del ambiente:

RECURSO SOLAR			
Mes	Radiación global horizontal [kWh/m ²]	Radiación difusa horizontal [kWh/m ²]	Temperatura ambiente [kWh/m ²]
Enero	64,00	21,80	5,06
Febrero	77,30	30,20	6,10
Marzo	128,70	45,50	9,47
Abril	161,20	58,10	11,06
Mayo	194,80	69,40	15,30
Junio	217,20	72,30	19,65
Julio	238,10	59,50	20,99
Agosto	198,60	55,70	20,94
Septiembre	150,20	46,00	17,77
Octubre	101,90	39,80	14,31
Noviembre	71,90	23,20	8,45
Diciembre	55,00	21,20	5,29
TOTAL	1658,90	542,70	12,87

Tabla 35. Radiación horizontal global, difusa y temperatura del TMY. Fuente: Meteororm 7.2

6.2. PARÁMETROS UTILIZADOS EN LA ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA

Para la estimación de la producción de la energía eléctrica de la planta fotovoltaica se han utilizado los siguientes parámetros característicos de los equipos utilizados en su diseño:

3. Módulo fotovoltaico: CS7L-585 MS de Canadian Solar
 - Número de módulos fotovoltaicos: 8544 ud
 - Potencia pico módulo FV: 585 Wp
- Inversores: SUN2000-185KTL-H1 (185 kW)
SUN2000-105KTL-H1 (116 kW)
 - Número de inversores: 26 ud
4. Potencia instalada: 4,998 MWp
5. Potencia nominal: 4,672 MWp
6. Configuración DC:
 - SUN2000-185KTL-H1; 8 ud.; 12 strings/inversor; 30 módulos/string
 - SUN2000-185KTL-H1; 16 ud.; 11 strings/inversor; 30 módulos/string
 - SUN2000-185KTL-H1; 2 ud.; 6 strings/inversor; 32 módulos/string

7. Configuración de la estructura:

- Seguidor horizontal a un eje.
- Disposición de módulos 1V.
- Azimud 0°.
- Pitch: 5,75 m.

6.3. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se junta a la presente memoria anejo específico de estimación de la producción específica de energía eléctrica entregada a la red.

7. RESIDUOS

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, tiene por objeto establecer el régimen jurídico de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, con el fin de fomentar, por este orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción.

En él se establece la obligación para el productor de residuos de construcción y demolición de incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
- Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Se aporta adjunto al presente proyecto el Estudio de Residuos de Construcción y Demolición para la planta fotovoltaica objeto del presente documento.

8. ORGANISMOS AFECTADOS

Las obras contempladas en el presente proyecto afectan a los organismos indicados a continuación. Se adjunta al presente documento, anejo específico para cada uno de los organismos afectados del alcance de las afecciones contempladas en la zona de actuación:

- AYUNTAMIENTO DE JACA.
- GOBIERNO DE ARAGÓN-INSTITUTO ARAGONES DE GESTIÓN AMBIENTAL (INAGA).
- MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA. CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO.
- EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U.

Se adjunta al presente documento, anejo específico de los bienes y derechos afectados por la implantación de la planta fotovoltaica y líneas eléctricas subterráneas de interconexión entre los bloques de generación de energía.

9. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución previsto para la ejecución de las obras descritas en el presente documento una vez obtenidas las pertinentes autorizaciones por todos los Organismos Competentes implicados, se estima que serán de 6 meses aproximadamente contados a partir de la firma del acta de replanteo inicial, de acuerdo con el cronograma adjunto en los anejos de la presente memoria.

10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto de ejecución material total de las obras previstas en el presente proyecto asciende a la cantidad de DOS MILLONES TRESCIENTOS SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS (2.306.677,95 €), con el desglose que se detalla en el documento correspondiente.

11. CONCLUSIÓN

El técnico que suscribe considera que, con lo expuesto en la presente Memoria, así como en el resto de documentos que forman parte del presente Proyecto, queda suficientemente especificados los extremos necesarios para la autorización de la instalación objeto del presente proyecto, no obstante, queda a disposición de los Organismos implicados con objeto de aclarar o ampliar cuanto se pudiera considerar necesario.

Jaca, enero de 2021
EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes Bargues
Colegiado nº 4.717. COIICV

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION VALENCIA	
Nº COLEGIADO: 4717	DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021	Nº VISADO: 2021/704
VISADO	

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Técnico Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

ÍNDICE

DOCUMENTO 2. ANEJOS

ANEJO A.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

ANEJO B.- PLANNING DE EJECUCIÓN

ANEJO C.- RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

ANEJO D.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

ANEJO E.- CÁLCULOS ENERGÉTICOS

**ANEJO F.- REQUISITOS INSTALACIONES PRIVADAS CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.
GENERADORES EN MEDIA TENSIÓN - EDE**

ANEJO G.- INFORME DE DESMANTELAMIENTO DE LA PLANTA



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO A.- NORMATIVA DE APLICACIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

ÍNDICE

1. NORMATIVA DE APLICACIÓN	3
1.1. PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA.....	3
1.2. INSTALACIONES ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.....	4
1.3. INSTALACIONES ELÉCTRICA EN ALTA TENSIÓN.....	5
1.4. OBRA CIVIL.....	5
1.5. AMBIENTAL.....	6
1.6. MUNICIPAL	7
1.7. OTRA NORMATIVA.....	8

1. NORMATIVA DE APLICACIÓN

1.1. PRODUCCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA

- Real Decreto 299/2016, de 22 de julio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- 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.
- 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.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de 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 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, sobre 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.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la de 6 de julio que aprueba las instrucciones técnicas complementarias del reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación (MIE-RAT 20).
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones de Energía solar fotovoltaica Conectadas a red del I.D.A.E.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la Comisión, de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

1.2. INSTALACIONES ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN

- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de 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 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, sobre 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.
- Normas particulares de la empresa eléctrica distribuidora de energía.
- Normativa IEC aplicable.
- Normativa UNE aplicable.

1.3. INSTALACIONES ELÉCTRICA EN ALTA TENSIÓN

- 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.
- 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.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- 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.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de 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 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, sobre 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.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.
- Normas particulares de la empresa eléctrica distribuidora de energía.
- Normativa IEC aplicable.
- Normativa UNE aplicable.

1.4. OBRA CIVIL

- Real Decreto 256/2016, de 10 de junio, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 1492/2011, de 24 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento de valoraciones de la Ley de Suelo.

- Orden VIV/561/2010, de 1 de febrero, por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 997/2002, de 27 de septiembre, por el que se aprueba la norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- 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 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, sobre 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.

1.5. AMBIENTAL

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 7/2018, de 20 de julio, de modificación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón.
- Ley 10/2013, de 19 de diciembre, del Instituto Aragonés de Gestión Ambiental.
- Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 7/2018, de 20 de julio, de modificación de la Ley 42/2007, de 13 de diciembre del Patrimonio Natural y la Biodiversidad.

- Decreto 49/1995, de 28 de marzo, de la Diputación General de Aragón, por el que se regula el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón.
- Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, estatal.
- Ley 10/2005, de 11 de noviembre, de Vías Pecuarias de Aragón.
- Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido.
- Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, que desarrolla la Ley 37/2003 del Ruido.
- Real Decreto 1038/2012, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la ley 37/2007, de 17 de noviembre, del ruido.
- La ley 7/2010, de 18 de noviembre, de protección contra la contaminación acústica de Aragón.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 10/2014, de 27 de noviembre, de Aguas y Ríos de Aragón.
- Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.
- Real Decreto 849/86, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 5/99, de 29 de junio, de Prevención y Lucha contra los Incendios Forestales.
- Ley 43/2003, de 21 de noviembre de Montes.
- Decreto Legislativo 1/2017, de 20 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Montes de Aragón.
- Decreto legislativo 1/2017, de 20 de junio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Montes de Aragón.
- Decreto 167/2018, de 9 de octubre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Plan Especial de Protección Civil de Emergencias por Incendios Forestales (PROCINFO).
- Decreto 3796/1972, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento sobre incendios forestales.
- Ley 3/1999, de 10 de marzo, del Patrimonio Cultural Aragonés.
- Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.

1.6. MUNICIPAL

- Plan General de Ordenación Urbana de Jaca. Modificación nº 21. Normativa urbanística. Texto Refundido, 21 de junio de 2017.
- Ordenanza municipal reguladora de la protección del medio ambiente, contra la emisión de ruidos y vibraciones (B.O.P. nº 156, de 08/07/1992).
- Ordenanza municipal reguladora de la ventilación y evacuación de humos en edificios, locales y actividades (B.O.P. HU nº 193, de 07/10/2010).

1.7. OTRA NORMATIVA

- DECRETO 206/2003, de 22 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento General de la Ley 8/1998, de 17 de diciembre, de Carreteras de Aragón.
- Decreto-Legislativo 1/2014, de 8 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo de Aragón.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Decreto legislativo 4/2013, de 17 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley del Patrimonio de Aragón.

Jaca, enero de 2021
EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes Bargues
Colegiado nº 4.717. COIICV

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION VALENCIA COIICV	
Nº COLEGIADO: 4717	DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021	Nº VISADO: 2021/704
VISADO	



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO B.- PLANNING DE EJECUCIÓN

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Técnico Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



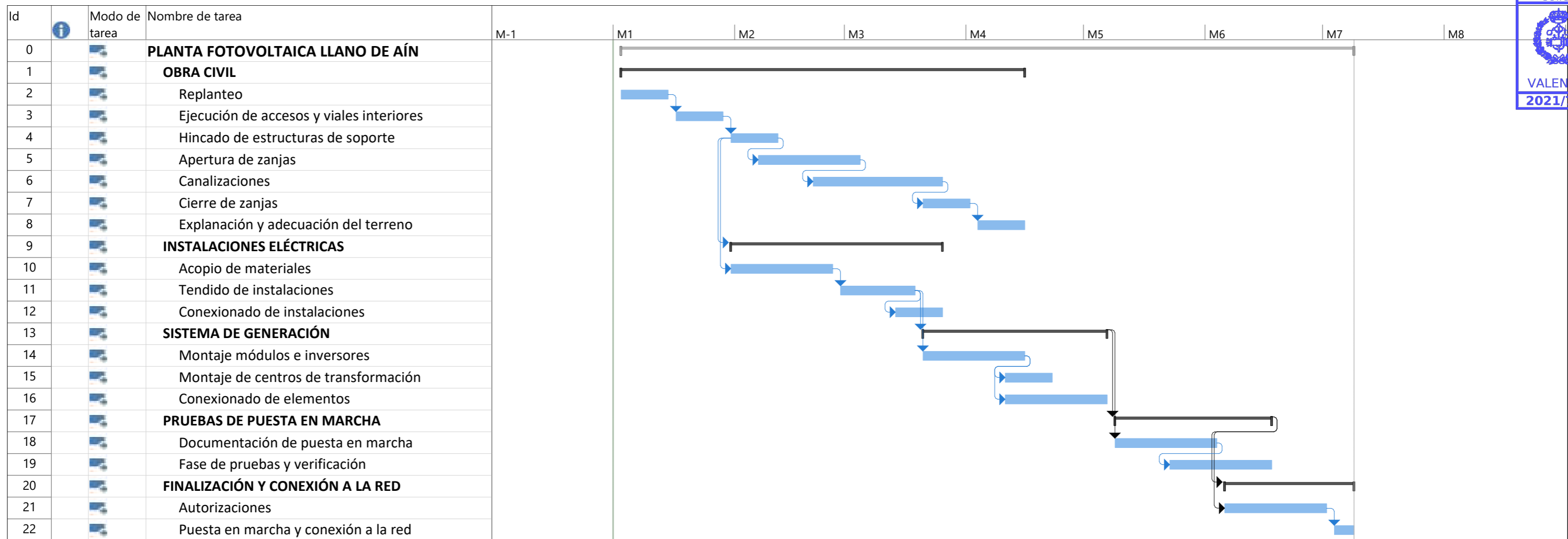
INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

ÍNDICE

1. PLANNING DE EJECUCIÓN PLANTA FOTOVOLTAICA 3



Proyecto: PLANTA FOTOVOLTA
Fecha: lun 25/01/21

Tarea	[Barra azul]	Resumen del proyecto	[Barra gris]	Tarea manual	[Barra verde]	solo el comienzo	[C]	Fecha límite	[Barra verde]
División	[Barra punteada]	Tarea inactiva	[Barra blanca]	solo duración	[Barra verde]	solo fin	[C]	Progreso	[Barra azul]
Hito	[Diamante]	Hito inactivo	[Diamante]	Informe de resumen manual	[Barra verde]	Tareas externas	[Barra gris]	Progreso manual	[Barra azul]
Resumen	[Barra azul]	Resumen inactivo	[Barra gris]	Resumen manual	[Barra verde]	Hito externo	[Diamante]		

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser manifestados al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO C.- RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Técnico Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704

VISADO



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS.....	4



1. OBJETO

El objeto del presente anejo es presentar una relación de bienes y derechos afectados por las actuaciones de construcción de la planta fotovoltaica “Llano de Aín” en el municipio de Jaca, provincia de Huesca. Dicho documento se basa en la información digitalizada proporcionada por la Dirección General del Catastro del Ministerio de Hacienda.

De cada una de las parcelas afectadas se indica el término municipal al que pertenece, el número de polígono y parcela catastral, y el uso al que está destinada.

A continuación, se muestra una tabla con los datos de los bienes y derechos afectados por la planta fotovoltaica y la línea de media tensión que conecta la planta fotovoltaica “Llano de Aín” con la subestación Jaca Sur 10 kV.

2. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

Provincia	Término municipal	Parcela	Polígono	Referencia catastral	Uso	Titular	SUPERFICIE CATASTRAL (m ²)	SUPERFICIE OCUPADA FV (m ²)	SUPERFICIE EXTERIOR FV (m ²)	SUPERFICIE MÓDULOS+CT FV (m ²)	SUPERFICIE LIBRE FV (m ²)	SUPERFICIE AFECTADA LSMT (m ²)	LONGITUD ZANJA LSMT (m)
Huesca	Jaca	3	54	22178A054000030000FF	C- Labor o Labradío secoano	Implicado en el presente proyecto	18.800,00	17.773,82	1.026,18-1.026,18	4683,84	13.089,98	43,31	86,62
Huesca	Jaca	4	54	22178A054000040000FM	C- Labor o Labradío secoano	Desconocido	13.753,00	0,00	-	-	-	18,53	37,05
Huesca	Jaca	9001	55	22178A055090010000FP	VT Vía de comunicación de dominio público	Dominio público	16.210,00	0,00	-	-	-	21,64	43,29
Huesca	Jaca	16	55	22178A055000160000FR	C- Labor o Labradío secoano	Implicado en el presente proyecto	11.802,00	11.315,22	486,78	1647,84	9.667,38	81,33	162,67
Huesca	Jaca	49	55	22178A055000490000FD	C- Labor o Labradío secoano	Implicado en el presente proyecto	11.743,00	9.921,778	1.821,22	3579,71	6.342,07	84,68	169,36
Hueca	Jaca	37	55	22178A055000370000FQ	C- Labor o Labradío secoano E- Pastos I- Improductivo	Implicado en el presente proyecto	55.583,00	26.857,71	28.725,29	7061,89	13089,98	43,31	74,43
Hueca	Jaca	9003	55	22178A055090030000FT	VT Vía de comunicación de dominio público	Dominio público	4.076,00	0,00	-	-	-	3,17	6,34
Huesca	Jaca	41	55	22178A055000410000FP	C- Labor o Labradío secoano E- Pastos	Implicado en el presente proyecto	9.030,00	0,00	-	-	-	94,88	189,75
Huesca	Jaca	42	55	22178A055000420000FL	C- Labor o Labradío secoano E- Pastos MB Monte bajo	Implicado en el presente proyecto	49.721,00	25.933,27	23.787,73	7278,24	13089,98	43,31	387,94
TOTAL							197.270,00	91.801,80	55.847,20	24251,52	67.550,28	578,72	1157,45



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO D.- CÁLCULOS ELÉCTRICOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Técnico Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

INDICE

1. OBJETO	4
2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO	4
3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	4
3.1. CARÁCTERISTICAS GENERALES	4
3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES	5
3.2.1. Módulos fotovoltaicos	5
3.2.2. Inversores.....	6
3.3. CONFIGURACIÓN DE STRINGS	7
3.4. CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS DE STRING POR INVERSOR	8
3.5. VERIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE STRINGS Y STRINGS POR INVERSOR	9
3.6. CONFIGURACIÓN DE LOS BLOQUES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA	10
4. CÁLCULO INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	11
4.1. OBJETO	11
4.2. NORMATIVA	11
4.3. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA	11
4.3.1. Características de los conductores	11
4.3.2. Criterios de dimensionado de los conductores.....	12
4.3.3. Fórmulas utilizadas para el cálculo	12
4.3.4. Intensidad de corriente admisible por los conductores	13
4.3.5. Caídas de tensión y pérdidas en los conductores	14
4.3.6. Intensidad de corriente de cortocircuito	16
4.3.7. Resultado del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente continua.....	16
4.3.8. Cálculo de las protecciones para los conductores de baja tensión en corriente continua.....	16
4.4. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA	17
4.4.1. Características de los conductores	17
4.4.2. Dimensionado de los conductores.....	18
4.4.3. Fórmulas utilizadas para el cálculo	18
4.4.4. Intensidad de corriente admisible por los conductores	19
4.4.5. Caídas de tensión y pérdidas en los conductores	21
4.4.6. Intensidad de corriente de cortocircuito	22
4.4.7. Resultado del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente alterna.....	25
4.4.8. Cálculo de las protecciones para los conductores de baja tensión en corriente alterna	27
4.5. DIMENSIONADO DE LA PUESTA A TIERRA DE BAJA TENSIÓN	27
5. CÁLCULO INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	30
5.1. OBJETO	30
5.2. NORMATIVA	30
5.3. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN	30
5.3.1. Características de los conductores	30
5.3.2. Criterios de dimensionado de los conductores.....	31

5.3.3. Fórmulas utilizadas para el cálculo	34
5.3.4. Intensidad de corriente admisible por los conductores	36
5.3.5. Caídas de tensión y pérdidas en los conductores	34
5.3.6. Intensidad de corriente de cortocircuito	36
5.3.7. Resultado del dimensionado de los conductores de alta tensión	37
5.4. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE MEDIA TENSÓN	39
5.4.1. Celda de entrada de línea (entrada/salida) centros de transformación	39
5.4.2. Celda de protección del transformador centros de transformación	39
5.4.3. Celda de entrada de línea (entrada/salida) centro de seccionamiento	40
5.4.4. Celda de protección centro de seccionamiento	40
5.4.5. Celda de medida centro de seccionamiento	40
5.5. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA	41
5.6. DIMENSIONADO DE LOS POZOS APAGAFUEGO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	41
5.7. DIMENSIONADO DE LA PUESTA A TIERRA DE MEDIA TENSIÓN	41
5.7.1. Investigación de las características del suelo	41
5.7.2. Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto ...	42
5.7.2.1. Resistencia de puesta a tierra	42
5.7.2.2. Intensidad de defecto y parámetros de red	42
5.7.2.3. Tensiones máximas admisibles por el cuerpo humano	43
5.7.2.4. Calculo de las tensiones de paso y contacto	43
5.7.2.5. Distancia mínima entre el sistema de puesta a tierra de las masas (protección) y de los sistemas auxiliares (servicio)	46

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

1. OBJETO

El objeto del presente anejo de cálculos es la definición de las condiciones y criterios de dimensionado de todo el sistema eléctrico de media y baja tensión de la central fotovoltaica objeto del presente proyecto.

2. CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA ELÉCTRICO

El sistema eléctrico de la central fotovoltaica estará formado por un conjunto de elementos e instalaciones en baja tensión y corriente continua, un conjunto de elementos e instalaciones en baja tensión y corriente alterna, y un conjunto de elementos e instalaciones en media tensión y corriente alterna.

El esquema general de conexión de la planta fotovoltaica será:

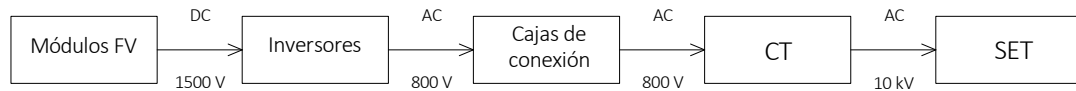


Ilustración 1. Esquema general de conexión de la planta fotovoltaica

3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

3.1. CARÁCTERISTICAS GENERALES

Las principales características de la planta fotovoltaica son:

- Potencia instalada: 4,998 MWp
- Potencia nominal: 4,672 MWp
- Número de módulos fotovoltaicos: 8544 ud
 - Potencia pico módulo FV: 585 Wp
- Número de inversores: 26 ud
 - Potencia máxima INV tipo 1: 185 kW
 - Potencia máxima INV tipo 2: 116 kW.
- Número de centros de transformación: 4 ud
 - Potencia del transformador tipo 1: 1110 kVA
 - Potencia del transformador tipo 2: 1480 kVA

3.2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

3.2.1. Módulos fotovoltaicos

Los valores característicos de los módulos fotovoltaicos son:

MÓDULO FOTOVOLTAICO	
Características principales	
Modelo:	CS7L-585 MS
Fabricante:	Canadian Solar
Tecnología:	PERC Mono. HiKu7 Mono
Condiciones estándar de medida(STC)	
Potencia pico:	585 Wp
Eficiencia:	20,60%
Voltaje (STC):	33,70 V
Intensidad (STC):	17,36 A
Voltaje (Circuito abierto):	40,70 V
Corriente (Cortocircuito):	18,32 A
Voltaje Max:	1500 Vdc
Coefficientes de temperatura	
Coefficiente de potencia:	-0,350 %/°C
Coefficiente de voltaje:	-0,270 %/°C
Coefficiente de intensidad:	+0,050 %/°C
Características mecánicas	
Longitud:	2173 mm
Anchura:	1305 mm
Espesor:	35 mm
Peso:	32,5 Kg

Tabla 1. Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico

3.2.2. Inversores

Las principales características del inversor Huawei SUN2000-185KTL-H1 se muestran en la siguiente tabla:

INVERSOR FOTOVOLTAICO TIPO 1	
Características generales	
Modelo	SUN2000-185KTL-H1
Tipo	SMART STRING INVERTER
Fabricante	HUAWEI
Eficiencia de conversión DC/AC	98,69 %
Entrada (DC)	
Número de entradas	18
Número de MPPT	9
Voltaje nominal de entrada	1080 V
Rango de operación MPPT	500 V ~ 1500 V
Voltaje máximo de entrada	1500 V
Máxima corriente por MPPT	26 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	40 A
Salida (AC)	
Potencia nominal (40 °C)	175 kW
Potencia máxima	185 kW
Tensión nominal de salida	800 V
Corriente nominal de salida (40 °C)	126,30 A
Máxima corriente de salida	134,90 A
Frecuencia	50 Hz
Rango ajustable de factor de potencia	0,8 LG ... 0,8 LD
Máxima distorsión armónica	< 3 %

Tabla 2. Especificaciones técnicas del inversor TIPO 1

Las principales características del inversor Huawei SUN2000-105KTL-H1 se muestran en la siguiente tabla:

INVERSOR FOTOVOLTAICO TIPO 2	
Características generales	
Modelo	SUN2000-105KTL-H1
Tipo	SMART STRING INVERTER
Fabricante	HUAWEI
Eficiencia de conversión DC/AC	98,80 %
Entrada (DC)	
Número de entradas	12
Número de MPPT	6
Voltaje nominal de entrada	1080 V
Rango de operación MPPT	600 V ~ 1500 V
Voltaje máximo de entrada	1500 V
Máxima corriente por MPPT	25 A
Máxima corriente de cortocircuito por MPPT	33 A
Salida (AC)	
Potencia nominal (40 °C)	105 kW
Potencia máxima	116 kW
Tensión nominal de salida	800 V
Corriente nominal de salida (40 °C)	75,80 A
Máxima corriente de salida	84,60 A
Frecuencia	50 Hz
Rango ajustable de factor de potencia	0,8 LG ... 0,8 LD
Máxima distorsión armónica	< 3 %

Tabla 3. Especificaciones técnicas del inversor TIPO 2

3.3. CONFIGURACIÓN DE STRINGS

Para elegir el número de módulos fotovoltaicos en serie debe tenerse en cuenta que la tensión de string no supere en ningún caso el rango de tensión de entrada del inversor. De igual forma, el número de strings que entran al inversor debe elegirse de modo que la corriente máxima de entrada no se supere en exceso a la corriente máxima del inversor, pues de lo contrario el inversor puede colapsarse.

En la planta fotovoltaica existirán dos tipos de strings, uno de ellos formado por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie, y otro formado por 32 módulos conectados en serie. En

cualquier caso, cabe indicar que todos los módulos fotovoltaicos serán de la misma marca y modelo.

Las características eléctricas del string TIPO 1, con la conexión de 30 módulos en serie serán:

Potencia, P_{max} :	17550 Wp
Intensidad a potencia máxima, I_{mp} :	17,36 A
Tensión a potencia máxima, V_{mp} :	1011 V
Intensidad de cortocircuito, I_{cc} :	18,32 A
Tensión a circuito abierto, V_{oc} :	1221 V

Tabla 4. Especificaciones técnicas del inversor TIPO 1

Las características eléctricas del string TIPO 2, con la conexión de 32 módulos en serie serán:

Potencia, P_{max} :	18720 Wp
Intensidad a potencia máxima, I_{mp} :	17,36 A
Tensión a potencia máxima, V_{mp} :	1078,40 V
Intensidad de cortocircuito, I_{cc} :	18,32 A
Tensión a circuito abierto, V_{oc} :	1302,40 V

Tabla 5. Especificaciones técnicas del inversor TIPO 2

3.4. CONFIGURACIÓN DE CIRCUITOS DE STRING POR INVERSOR

Cada uno de los circuitos de string se conectará a una entrada en DC del inversor. En la central fotovoltaica existirán dos tipos de inversores, uno de ellos de 185 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-185KTL-H1, y otro de 116 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-105KTL-H1.

La configuración prevista para cada uno de los tipos de inversores según el tipo de strings y el número de éstos que se conectan el paralelo al mismo, será:

Huawei SUN2000-185KTL-H1	8 inversores	12 strings/inversor	30 módulos/string
Huawei SUN2000-185KTL-H1	16 inversores	11 strings/inversor	30 módulos/string
Huawei SUN2000-105KTL-H1	2 inversores	6 strings/inversor	32 módulos/string

Tabla 6. Configuración inversores

Las líneas de salida en AC de los inversores se agruparán entre sí en las "Combiner box" o Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación. En éstos, un transformador permitirá elevar la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV, y una apartamta de media tensión permitirá la conexión y protección de cada uno de los bloques de generación.

3.5. VERIFICACIÓN DE LA CONFIGURACIÓN DE STRINGS Y STRINGS POR INVERSOR

Teniendo en cuenta el coeficiente de temperatura para la tensión de circuito abierto y el coeficiente de temperatura para corriente de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos y las características técnicas del inversor, se verifica a continuación que la configuración de módulos en serie por string, y el número de strings en paralelo por inversor planteado en los apartados anteriores.

- Las tensiones resultantes de cada string de módulos en serie en los valores extremos de temperaturas, se debe ajustar al rango de tensiones de trabajo del inversor.

$$V_{mp(70^{\circ}C)} = V_{mp_stc} + (T_{max} - T_{stc}) \cdot T_{coef} \cdot \frac{V_{mp_stc}}{100} = 33,7 + (70 - 25) \cdot (-0,27) \cdot \frac{33,7}{100} = 29,61V$$

$$V_{oc(-10^{\circ}C)} = V_{oc_stc} + (T_{min} - T_{stc}) \cdot T_{coef} \cdot \frac{V_{oc_stc}}{100} = 40,7 + (-10 - 25) \cdot (-0,27) \cdot \frac{40,7}{100} = 44,55V$$

Para el string TIPO 1:

$$V_{mp_stringTIPO\ 1(70^{\circ}C)} = 30 \cdot 29,61 = 888,30V$$

$$V_{oc_stringTIPO\ 1(-10^{\circ}C)} = 30 \cdot 44,55 = 1336,50V$$

Para el string TIPO 2:

$$V_{mp_stringTIPO\ 2(70^{\circ}C)} = 32 \cdot 29,61 = 947,52V$$

$$V_{oc_stringTIPO\ 2(-10^{\circ}C)} = 32 \cdot 44,55 = 1425,60V$$

En ambos casos se verifica que las tensiones resultantes entran dentro del rango de funcionamiento de los inversores.

- La suma de las intensidades resultantes de cada string de módulos en serie en los valores extremos de temperaturas, se debe ajustar al rango de intensidades máximas de trabajo del inversor.

$$I_{mp(70^{\circ}C)} = I_{mp_stc} + (T_{max} - T_{stc}) \cdot T_{coef} \cdot \frac{I_{mp_stc}}{100} = 17,36 + (70 - 25) \cdot (0,05) \cdot \frac{17,36}{100} = 17,75A$$

$$I_{sc(70^{\circ}C)} = I_{sc_stc} + (T_{max} - T_{stc}) \cdot T_{coef} \cdot \frac{I_{sc_stc}}{100} = 18,32 + (70 - 25) \cdot (0,05) \cdot \frac{18,32}{100} = 18,73A$$

Para el string TIPO 1:

$$I_{mp_stringTIPO\ 1(70^{\circ}C)} = 1 \cdot 17,61 = 17,61A$$

$$I_{sc_stringTIPO\ 1(70^{\circ}C)} = 1 \cdot 18,73 = 18,73A$$

$$I_{mp_stringTIPO\ 1(70^{\circ}C)} = 2 \cdot 17,61 = 35,22A$$

$$I_{sc_stringTIPO\ 1(70^{\circ}C)} = 2 \cdot 18,73 = 37,46A$$

Para el string TIPO 2:

$$I_{mp_stringTIPO\ 2(70^{\circ}C)} = 1 \cdot 17,61 = 17,75A$$

$$I_{sc_stringTIPO\ 2(70^{\circ}C)} = 1 \cdot 18,73 = 18,73A$$

En ambos casos se verifica que las intensidades de cortocircuito resultantes entran dentro del rango de funcionamiento de los inversores. No obstante, en los inversores que se conectan a alguna de las entradas dos strings en paralelo, puede darse el caso de que, bajo ciertas condiciones climatológicas, la corriente de entrada de DC exceda la corriente máxima de MPPT del inversor. Esto puede provocar la pérdida de producción energética en caso de fuerte irradiancia, pero no afecta al inversor, ya que este inversor limita electrónicamente la intensidad de entrada.

3.6. CONFIGURACIÓN DE LOS BLOQUES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

El conjunto compuesto por módulos fotovoltaicos, inversores y centro de transformación formará un bloque de generación de energía. En la central fotovoltaica existirán cuatro bloques de generación:

BLOQUE GENERACIÓN 1	5xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 2	5xSUN2000-185KTL-H1 1xSUN2000-105KTL-H1	11 strings/inversor 6 strings/inversor	30 módulos/string 32 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 3	1xSUN2000-185KTL-H1 6xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor 12 strings/inversor	30 módulos/string 30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 4	5xSUN2000-185KTL-H1 2xSUN2000-185KTL-H1 1xSUN2000-105KTL-H1	11 strings/inversor 12 strings/inversor 6 strings/inversor	30 módulos/string 30 módulos/string 32 módulos/string

Tabla 7. Configuración bloques de generación

La potencia de cada uno de los bloques de generación será:

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1100 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1100 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA

Tabla 8. Potencia bloques de generación

Los bloques de generación se agruparán entre sí en un único circuito de 10 kV que los unirá y permitirá mediante una red subterránea de 10 kV de 0,300 km, evacuar la energía hasta la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía.

4. CÁLCULO INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

4.1. OBJETO

El objeto del presente apartado del anejo de cálculos eléctricos es la definición de las condiciones y criterios para el dimensionamiento de los cables de baja tensión que se requieren para en el proyecto de la planta fotovoltaica objeto del presente proyecto.

La intensidad de corriente admisible de los cables de Baja Tensión se calcula de acuerdo a los datos técnicos del fabricante de cables, la norma IEC 60364-5-52, u otras normas equivalentes. De igual forma, se dimensionará las respectivas protecciones para la instalación eléctrica de Baja Tensión.

4.2. NORMATIVA

El dimensionado de la instalación eléctrica en baja tensión se realizará atendiendo a la siguiente normativa básica:

- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C-REV julio 2011 elaborado por el Departamento de Energía Solar del IDEA y CENSOLAR.
- UNE 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de Baja Tensión: Selección e instalación de equipos eléctricos.
- UNE 211435 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.

4.3. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE CONTINUA

4.3.1. Características de los conductores

El circuito de corriente continua comprende el cableado entre los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor.

Para la formación de los strings o series, se unen los módulos con su propio cable de fábrica. Los propios módulos fotovoltaicos les cubrirán de los rayos directos del sol. Posteriormente, desde cada final del bloque de módulos, se lleva cada uno mediante conductores aislados hacia los inversores.

Para la conexión de las series de los módulos en el generador fotovoltaico, se emplearán conductores de cobre según indicación de la ITC-BT-14 y recomendaciones para instalaciones fotovoltaicas conectadas a red:

“Todos los conductores serán de cobre (según UNE 21022/IEC 228). Éstos irán aislados con polietileno reticulado con aislamiento RVK 0,6/1 kV, normalizado según norma UNE 21123.

La red de distribución estará formada por el conjunto de conductores -agrupación de ternos, conductores de cobre aislados tipo RV-K 0,6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90, de tensión nominal no inferior a 1000V, sección según cálculos adjuntos, elementos de sujeción, etc... La red de distribución

AC desde el inversor hasta los contadores (formada por los ternos conductores de cobre aislados tipo RV-K 0.6/1 kV UNE 21123 IEC 502 90, de tensión nominal no inferior a 1000V.”

Se escogerá un conductor tipo PV1-F de cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228. Aislamiento de Goma tipo E16 según UNE-EN 50363-1, y cubierta libre de halógenos tipo EM5 según UNE-EN 50363-2-2 o EM8 según UNE-EN 50363-6. Temperatura máxima del conductor de 120 °C. Libre de halógenos, no propagación de llama y baja emisión de humos. Resistente a grasas y aceites, rayos ultravioletas y presencia de agua. Resistentes a la intemperie: rayos UV, Ozono, absorción de agua. Condiciones de instalación al aire y enterrado.

El conexionado de cada grupo de paneles y el inversor se realizará con conductor aislado de Cu PV1-F y tensión asignada, CA: 0,6/1 kV – CC: 1,8 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

Al emplearse conductores con aislamiento termoestable, la temperatura máxima admisible del conductor en servicio continuo será de 90 °C.

4.3.2. Criterios de dimensionado de los conductores

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisfaga simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- *Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.*
- *Criterio de la intensidad de cortocircuito.*
- *Criterio de caída de tensión.*

De igual forma se deberá verificar que:

- La tensión de operación de los generadores fotovoltaicos no sobrepasará la tensión nominal de los cables estándar, tensiones que se sitúan en 1.500V. Para grandes sistemas fotovoltaicos, con series de gran número de módulos, deberá comprobarse que la tensión de circuito abierto a la temperatura local más baja no sobrepase la tensión nominal del cableado para evitar posibles fallos y daños en la instalación eléctrica.
- La selección de los conductores permite reducir al máximo las posibles pérdidas resistivas de los cables, y con ello reducir las pérdidas de energía generada en forma de calor (efecto Joule).

4.3.3. Fórmulas utilizadas para el cálculo

La intensidad de corriente será calculada en función de la potencia que deberá transportar cada circuito y se debe considerar lo siguiente para los circuitos de corriente continua en baja tensión:

$$P_{DC} = U_{DC} \cdot I_{DC}$$

siendo:

P_{DC} ; Potencia en DC (W).

U_{DC} ; Tensión en DC (V).
 I_{DC} ; Intensidad de corriente en DC (A).

4.3.4. Intensidad de corriente admisible por los conductores

Las secciones de los cables en baja tensión se dimensionarán de forma que se garantice una vida útil satisfactoria del cable y el aislamiento expuestos al flujo de corriente que circulará por el circuito durante largos periodos de tiempo en condiciones normales de funcionamiento. La máxima intensidad de corriente en un cable durante largos periodos de tiempo se calcula de tal forma que, la temperatura máxima de funcionamiento no debe superar el valor máximo para cada tipo de aislamiento.

Siendo la temperatura máxima de operación para el aislamiento termoplástico PVC de 70 °C, mientras que la temperatura máxima de operación para el aislamiento polietileno reticulado XLPE es de 90 °C.

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador, intensidad de cortocircuito del generador (a 1000 W/m² y 25 °C de temperatura de célula), según lo especificado en la ITC-BT-40. En función del tramo de instalación, el cableado se diseña para soportar la corriente de cortocircuito, o en su defecto, se protege mediante fusibles de funcionamiento rápido (clase gPV).

La intensidad máxima de cálculo en el tramo de corriente continua vendrá dada por la expresión:

$$I_b = I'_{SC} = 1,25 \cdot I_{SC}$$

siendo:

$I_b = I'_{SC}$; Intensidad de diseño del circuito de string (A).
 I_{SC} ; Intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos (A).

Se debe comprobar que la intensidad de cálculo es menor que la intensidad máxima admitida por el conductor, según el tipo de instalación (Tabla 1 ITC-BT-19), con los factores de corrección correspondientes, factor de corrección por temperatura ambiente o del terreno, factor de corrección por resistividad térmica del terreno, factor de corrección por profundidad de soterramiento y factor de corrección por agrupamiento de circuitos, los cuales se detallan a continuación:

$$K_{tot} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

siendo:

K_{tot} ; Factor de corrección global.
 K_1 ; Factor de corrección en función de la temperatura ambiente.
 K_2 ; Factor de corrección en función de la resistividad térmica del terreno.
 K_3 ; Factor de corrección en función de la profundidad de soterramiento.
 K_4 ; Factor de corrección en función de la agrupación de circuitos.

Por lo tanto, la sección de los conductores se diseñará con el fin de que:

$$I'_z = I_z \cdot K_{tot}$$

$$I_b < I_z$$

siendo:

I_z ;	Intensidad admisible de los conductores (A).
I'_z ;	Intensidad admisible de los conductores corregida (A).
K_{tot} ;	Factor de corrección global.
$I_b = I'_{SC}$;	Intensidad de diseño del circuito de string (A).

Según el método de instalación elegido en cada uno de los circuitos eléctricos, el reglamento electrotécnico de baja tensión establece el tipo de referencia a considerar para el cálculo de los circuitos eléctricos, y con este, la intensidad admisible de partida a considerar para los conductores.

Así, en función de la forma de instalación elegida de los conductores, según la tabla 14 de la ITC BT 07 se tendrán los siguientes tipos de instalación para los circuitos de corriente continua:

- Circuitos de strings al aire sobre bandeja metálica perforada a lo largo de las estructuras.
 - Temperatura ambiente 40 °C.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.
- Circuitos de strings enterrados en suelo bajo tubo en los cruzamientos entre filas.
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 0,70 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

A efectos de cálculo se ha considerado el más desfavorable.

4.3.5. Caídas de tensión y pérdidas en los conductores

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión entre las tensiones entre el origen y extremo del conductor.

En condiciones óptimas de funcionamiento, los módulos trabajan en el punto de máxima potencia (STC), lo cual desde el punto de vista del cálculo de la sección supone el caso más desfavorable. Todo el cableado de la instalación DC se diseña para que pueda soportar la intensidad del punto de trabajo y la caída de tensión no supere el 1,5 %, desde el generador hasta la entrada al inversor según lo establecido en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en cada parte de la instalación y en el "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDEA (PCT-C-REV – julio 2011).

La caída de tensión se calculará según la ecuación:

$$\Delta U(V) = 2 \cdot I_{mpp} \cdot \rho \cdot \frac{L}{S \cdot n}$$

siendo:

ΔU ;	Caída de tensión (V).
L;	Longitud del circuito (m).
S;	Sección del conductor (mm ²).
n;	Número de conductores por fase.
I_{mpp} ;	Intensidad de línea en el punto de máxima potencia(A).
ρ ;	Resistividad del conductor en función de la temperatura del conductor prevista, la cual vendrá determinada por la expresión:

$$\rho = \rho_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

siendo:

$\rho_{20^{\circ}C}$;	Resistividad del conductor a 20°C.
α ;	Coefficiente de variación de la resistencia específica del conductor en función de la temperatura (°C ⁻¹), que serán de 0,00392 para Cu y 0,00403 para Al.
T_0 ;	Temperatura real estimada en el conductor (°C), aproximadamente 40°C.

La caída de tensión en valor porcentual se calculará según la expresión

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{U_N}$$

siendo:

$\Delta U(\%)$;	Caída de tensión en valor porcentual (%).
$\Delta U(V)$;	Caída de tensión (V).
$U_N = U_{string}$;	Tensión de string (V).

Tal y como se ha comentado, en el tramo comprendido entre el generador (módulos fotovoltaicos) hasta la entrada al inversor, como máximo:

$$\Delta U(\%) \leq 1,5\%$$

No obstante, con objeto de limitar las pérdidas en los conductores por efecto Joule, se limitarán el valor anterior a 1,00%.

Las pérdidas de potencia en los conductores vendrán determinadas por la expresión:

$$Pérdidas_{DC} = 2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{S \cdot n} \cdot I_{mpp}^2$$

siendo:

P_{DC} ;	Pérdidas de potencia en los conductores debido al efecto Joule (W).
ρ ;	Resistividad del conductor en función de la temperatura del conductor prevista.
L;	Longitud del circuito (m).
S;	Sección del conductor (mm ²).
n;	Número de conductores por fase.
I_{mpp} ;	Intensidad de línea en el punto de máxima potencia (A).

4.3.6. Intensidad de corriente de cortocircuito

Este cálculo está implícito en el criterio de intensidad admisible por los conductores expuesto anteriormente, pues se ha partido de la consideración como criterio de dimensionado, que la corriente máxima que puede circular por un módulo, o por un string (agrupación de módulos conectados en serie) se corresponde a la corriente de cortocircuito.

4.3.7. Resultado del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente continua

Adjuntos se presentan las tablas de resultados del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente continua que conectan cada uno de los strings con el inversor correspondiente.

A modo de resumen, y como norma general en la presente instalación, se indica que el conductor empleado en el tramo string-inversor será:

Tipo	PV1-F
Sección	10 mm ²
Material del conductor	Cobre electrolítico estañado
Aislamiento	Elastómero reticulado tipo EI6/EI8
Cubierta exterior	Elastómero reticulado tipo EM5/EM8
Intensidad máxima (aire/enterrado)	75 A / 71 A
Tensión nominal en AC	0,6/1 kV
Tensión máxima en AC	700/1200 V
Tensión máxima en DC	900/1800 V
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	200 °C

Tabla 9. Conductor empleado en los tramos string-inversor

4.3.8. Cálculo de las protecciones para los conductores de baja tensión en corriente continua

Cada uno de los circuitos de corriente continua del generador fotovoltaico estará protegido contra sobrecorrientes y cortocircuitos mediante fusibles en cada uno de los strings, de forma que se provoque la apertura del circuito en caso de producirse una corriente superior a la admisible por

los equipos o conductores de la instalación. Cada string poseerá dos fusibles de idénticas características eléctricas, uno para el conductor de polaridad positiva y otro para el de polaridad negativa.

Los fusibles de baja tensión en DC (gPV) deberán cumplir las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I'_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I'_z$$

siendo:

$I_b = I'_{sc}$	Intensidad de diseño del circuito de string (A).
I_n ;	Intensidad nominal del fusible (A).
I'_z ;	Intensidad admisible de los conductores corregida (A).
I_2 ;	Intensidad convencional de fusión del fusible (A).

Teniendo en cuenta la corriente de I'_{sc} para cada uno de los strings será 22,90 A, se instalarán fusibles cilíndricos de intensidad nominal 25 A, curva gPV de 1500 V_{DC} y 10 kA de capacidad de ruptura, normalizados según EN 60269, cumpliendo los criterios indicados anteriormente, tal y como se puede verificar en las tablas de cálculo adjuntas al presente documento.

Tipo	Fusible gPV
Tensión nominal	1500 V
Intensidad nominal	25 A
Poder de corte	10 kA
Clase de corriente	CC

Tabla 10. Protección en los tramos string-inversor

4.4. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DE BAJA TENSIÓN EN CORRIENTE ALTERNA

4.4.1. Características de los conductores

Las líneas de salida en AC de los inversores se agruparán entre sí en las "Combiner box" o Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación. En éstos, un transformador permitirá elevar la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV, y una apartamta de media tensión que permitirá la conexión y protección de cada uno de los bloques de generación.

Cada circuito discurre desde la salida del inversor trifásico hasta el punto de conexión con el Cuadro modular de Baja Tensión según el trazado indicado en la planimetría. Para la elección del cableado, se seguirán las normativas de referencia UNE 211435 y REBT.

Las líneas de salida de los Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación se conectarán con los bornes del transformador que elevará la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV.

Cada circuito discurre desde la salida del Cuadros modulares de Baja Tensión hasta los bornes del transformador situado en el mismo bastidor según se puede observar en los detalles incluidos en la planimetría. Para la elección del cableado, se seguirán las normativas de referencia UNE 211435 y REBT.

Para ambos circuitos, se escogerá un conductor tipo XZ1 (S) de aluminio, clase 2 (rígido) según UNE-EN 60228. Aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3 según UNE HD 603-1, y cubierta libre de halógenos tipo Flamex DMO 1, según UNE-HD 603-5X-1. Temperatura máxima del conductor de 90°C. Libre de halógenos, no propagación de llama y baja emisión de humos. Resistente a grasas y aceites, rayos ultravioletas y presencia de agua. Resistentes a la intemperie: rayos UV, ozono, absorción de agua. Condiciones de instalación al aire y enterrado.

El conexionado de cada inversor con su cuadro modular de baja tensión en el centro de transformación correspondiente se realizará con conductores aislados de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 0,6/1 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

El conexionado de cada cuadro modular de baja tensión en el centro de transformación con los bornes del transformador correspondiente se realizará con conductores aislados de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 0,6/1 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

Al emplearse conductores con aislamiento termoestable, la temperatura máxima admisible del conductor en servicio continuo será de 90 °C.

4.4.2. Dimensionado de los conductores

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisfaga simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- *Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.*
- *Criterio de la intensidad de cortocircuito.*
- *Criterio de caída de tensión.*

4.4.3. Fórmulas utilizadas para el cálculo

La intensidad de corriente será calculada en función de la potencia que deberá transportar cada circuito y se debe considerar lo siguiente para los circuitos trifásicos de corriente alterna en baja tensión:

$$S_{3AC} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L$$

$$P_{3AC} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi$$

$$Q_{3AC} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \text{sen}\varphi$$

siendo:

S_{3AC}	Potencia aparente en AC (VA).
P_{3AC}	Potencia activa en AC (W).
Q_{3AC}	Potencia reactiva en AC (VAR).
U_L	Tensión de línea en AC (V).
I_L	Intensidad de corriente de línea en AC (A).
$\cos \varphi$	Factor de potencia

4.4.4. Intensidad de corriente admisible por los conductores

Las secciones de los cables en baja tensión se dimensionarán de forma que se garantice una vida útil satisfactoria del cable y el aislamiento expuestos al flujo de corriente que circulará por el circuito durante largos periodos de tiempo en condiciones normales de funcionamiento. La máxima intensidad de corriente en un cable durante largos periodos de tiempo, se calcula de tal forma que, la temperatura máxima de funcionamiento no debe superar el valor máximo para cada tipo de aislamiento.

Siendo la temperatura máxima de operación para el aislamiento termoplástico PVC de 70 °C, mientras que la temperatura máxima de operación para el aislamiento polietileno reticulado XLPE es de 90 °C.

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador, intensidad máxima del generador (inversor), según lo especificado en la ITC-BT-40.

La intensidad máxima de cálculo en el tramo de corriente alterna entre el inversor y el cuadro modular de baja tensión (combiner box) vendrá dada por la expresión:

$$I_b = I'_{INV} = 1,25 \cdot I_{INV}$$

siendo:

$I_b = I'_{INV}$	Intensidad de diseño del circuito de salida del inversor (A).
I_{INV}	Intensidad máxima del inversor (A).

La intensidad máxima de cálculo en el tramo de corriente alterna entre el cuadro modular de baja tensión (combiner box) y los bornes del transformador vendrá dada por la expresión:

$$I_b = I'_{CBT} = 1,25 \cdot I_{CBT}$$

siendo:

$I_b = I'_{CBT}$	Intensidad de diseño del circuito de salida del CBT o combiner box (A).
------------------	---

$I_{CBT} = \sum I_{INV}$ Sumatorio de las intensidades máximas de los inversores conectados al CBT (A).

Se debe comprobar que la intensidad de cálculo es menor que la intensidad máxima admitida por el conductor, según el tipo de instalación (Tabla 1 ITC-BT-19), con los factores de corrección correspondientes, factor de corrección por temperatura ambiente o del terreno, factor de corrección por resistividad térmica del terreno, factor de corrección por profundidad de soterramiento y factor de corrección por agrupamiento de circuitos, los cuales se detallan a continuación:

$$K_{tot} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

siendo:

K_{tot} ;	Factor de corrección global.
K_1 ;	Factor de corrección en función de la temperatura ambiente.
K_2 ;	Factor de corrección en función de la resistividad térmica del terreno.
K_3 ;	Factor de corrección en función de la profundidad de soterramiento.
K_4 ;	Factor de corrección en función de la agrupación de circuitos.

Por lo tanto, la sección de los conductores se diseñará con el fin de que:

$$I'_z = I_z \cdot K_{tot}$$

$$I_b < I_z$$

siendo:

I_z ;	Intensidad admisible de los conductores (A).
I'_z ;	Intensidad admisible de los conductores corregida (A).
K_{tot} ;	Factor de corrección global.
$I_b = I'_{INV}$	Intensidad de diseño del circuito de salida del inversor (A).
$I_b = I'_{CBT}$	Intensidad de diseño del circuito de salida del CBT o combiner box (A).

Según el método de instalación elegido en cada uno de los circuitos eléctricos, el reglamento electrotécnico de baja tensión establece el tipo de referencia a considerar para el cálculo de los circuitos eléctricos, y con este, la intensidad admisible de partida a considerar para los conductores.

Así, en función de la forma de instalación elegida de los conductores, según la tabla 14 de la ITC BT 07 se tendrán los siguientes tipos de instalación para los circuitos de corriente alterna:

- Circuitos enterrados directamente en suelo (inversor a combiner box).
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 0,70 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.
- Circuitos al aire (combiner box a transformador).
 - Temperatura ambiente 40 °C.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

4.4.5. Caídas de tensión y pérdidas en los conductores

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión entre las tensiones entre el origen y extremo del conductor.

En condiciones óptimas de funcionamiento, el inversor trabaja en el punto de máxima potencia, lo cual desde el punto de vista del cálculo de la sección supone el caso más desfavorable.

Conocida la ubicación del inversor y el punto de conexión con el cuadro modular de baja tensión (combiner box) y el transformador del CT, se emplean las longitudes del cableado para la verificación del cumplimiento de la máxima caída de tensión admisible.

Todo el cableado de la instalación AC en Baja Tensión se diseña para que pueda soportar la intensidad del punto de trabajo y la caída de tensión no supere el 1,5 %, desde el inversor hasta la conexión con los bornes del transformador según los establecido en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en cada parte de la instalación y en el "Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDEA (PCT-C-REV – julio 2011).

La caída de tensión se calculará según la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot \left(\frac{\rho \cdot L \cdot \cos \varphi}{S \cdot n} + \frac{X_u \cdot L \cdot \sen \varphi}{1000 \cdot n} \right)$$

Donde:

ΔU ;	Caída de tensión compuesta (V).
I;	Intensidad de línea (A).
S;	Sección del conductor (mm ²).
n;	Número de conductores por fase.
X;	Reactancia por fase (m Ω /km).
φ ;	Ángulo de desfase (°).
ρ ;	Resistividad del conductor en función de la temperatura del conductor prevista, la cual vendrá determinada por la expresión:

$$\rho = \rho_{20^{\circ}C} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

siendo:

$\rho_{20^{\circ}C}$;	Resistividad del conductor a 20°C.
α ;	Coefficiente de variación de la resistencia específica del conductor en función de la temperatura (°C ⁻¹), que serán de 0,00392 para Cu y 0,00403 para Al.
T ₀ ;	Temperatura real estimada en el conductor (°C), aproximadamente 40°C.

La caída de tensión en valor porcentual se calculará según la expresión

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{U_N}$$

siendo:

- $\Delta U(\%)$; Caída de tensión en valor porcentual (%).
 $\Delta U(V)$; Caída de tensión (V).
 $U_N=U_{\text{inversorAC}}$; Tensión nominal de salida del inversor (V).

Tal y como se ha comentado, en el tramo comprendido entre el inversor y el transformador de elevación de tensión, como máximo será:

$$\Delta U(\%) \leq 1,5\%$$

Las pérdidas de potencia en los conductores vendrán determinadas por la expresión:

$$Pérdidas_{AC} = 3 \cdot \left(\frac{\rho \cdot L \cdot \cos \varphi}{S \cdot n} + \frac{X_u \cdot L \cdot \text{sen} \varphi}{1000 \cdot n} \right) \cdot I^2$$

siendo:

- $Pérdidas_{AC}$; Pérdidas de potencia en los conductores debido al efecto Joule (W).
 I ; Intensidad de línea (A).
 S ; Sección del conductor (mm²).
 n ; Número de conductores por fase.
 X ; Reactancia por fase (m Ω /km).
 φ ; Ángulo de desfase (°).
 ρ ; Resistividad del conductor en función de la temperatura del conductor prevista.

4.4.6. Intensidad de corriente de cortocircuito

Este cálculo es implícito en el criterio de intensidad admisible por los conductores expuesto anteriormente, pues se ha partido de la consideración como criterio de dimensionado, que la corriente máxima de salida del inversor se corresponde a la corriente de cortocircuito.

No obstante, se deberá comprobar si la sección calculada anteriormente por el criterio de intensidad de corriente admisible por los conductores y de caídas de tensión y pérdidas en los conductores, admitirá el cortocircuito mínimo visto desde la protección a la entrada del cuadro modular de baja tensión situado en el centro de transformación, considerando que el cortocircuito se produce a la salida del inversor.

El método utilizado para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, según el apartado 2.3 de la norma UNE-EN 60909-0, está basado en la introducción de una fuente de tensión equivalente en el punto de cortocircuito. La fuente de tensión equivalente es la única tensión activa del sistema. Todas las redes de alimentación y máquinas síncronas y asíncronas son reemplazadas por sus impedancias internas.

En sistemas trifásicos de corriente alterna, el cálculo de los valores de las corrientes resultantes en cortocircuitos equilibrados y desequilibrados se simplifica por la utilización de las componentes simétricas.

Utilizando este método, las corrientes en cada conductor de fase se determinan por la superposición de las corrientes de los tres sistemas de componentes simétricas:

- Corriente de secuencia directa I (1)
- Corriente de secuencia inversa I (2)
- Corriente homopolar I (0)

Se evaluarán las corrientes de cortocircuito, tanto máximas como mínimas, en los puntos de la instalación donde se ubican las protecciones eléctricas.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito, el sistema puede ser convertido por reducción de redes en una impedancia de cortocircuito equivalente Z_k en el punto de defecto.

Se tratan los siguientes tipos de cortocircuito:

- Cortocircuito trifásico;
- Cortocircuito bifásico;
- Cortocircuito bifásico a tierra;
- Cortocircuito monofásico a tierra.

La corriente de cortocircuito simétrica inicial $I''_k = I''_{k3}$ teniendo en cuenta la fuente de tensión equivalente en el punto de defecto, se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$I''_k = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k}$$

Donde:

- c; Factor c de la tabla 1 de la norma UNE-EN 60909-0
 U_n ; Tensión nominal fase-fase (V)
 Z_k ; Impedancia de cortocircuito equivalente (mW)

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.2)

En el caso de un cortocircuito bifásico, la corriente de cortocircuito simétrica inicial es:

$$I''_{k2} = \frac{c \cdot U_n}{|Z_{(1)} + Z_{(2)}|} = \frac{c \cdot U_n}{2 \cdot |Z_{(1)}|} = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I''_{k3}$$

Durante la fase inicial del cortocircuito, la impedancia de secuencia inversa es aproximadamente igual a la impedancia de secuencia directa, independientemente de si el cortocircuito se produce en un punto próximo o alejado de un alternador. Por lo tanto, en la ecuación anterior es posible introducir $Z_{(2)} = Z_{(1)}$.

CORTOCIRCUITO BIFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.3)

La ecuación que conduce al cálculo de la corriente de cortocircuito simétrica inicial en el caso de un cortocircuito bifásico a tierra es:

$$I_{kE2E}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{|Z_{(1)} + 2 \cdot Z_{(0)}|}$$

CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO A TIERRA (UNE-EN 60909-0, APARTADO 4.2.4)

La corriente inicial del cortocircuito monofásico a tierra I_{k1}'' , para un cortocircuito alejado de un alternador con $Z_{(2)} = Z_{(1)}$, se calcula mediante la expresión:

$$I_{k1}'' = \frac{\sqrt{3} \cdot c \cdot U_n}{|2 \cdot Z_{(1)} + Z_{(0)}|}$$

Para que la línea quede protegida a cortocircuito, el poder de corte de la protección debe ser mayor al valor de la intensidad máxima de cortocircuito:

$$I_{cu} > I_{ccm\acute{a}x}$$

$$I_{cs} > I_{ccm\acute{a}x}$$

Donde:

$I_{ccm\acute{a}x}$;	Máxima intensidad de cortocircuito prevista (kA)
I_{cu} ;	Poder de corte último (kA)
I_{cs} ;	Poder de corte de servicio (kA)

Además, la protección debe ser capaz de disparar en un tiempo menor al tiempo que tardan los aislamientos del conductor en dañarse por la elevación de la temperatura. Esto debe suceder tanto en el caso del cortocircuito máximo, como en el caso del cortocircuito mínimo:

$$t_{cc} < t_{cable}$$

Para cortocircuitos de duración hasta 5 s, el tiempo t , en el cual una determinada intensidad de cortocircuito incrementará la temperatura del aislamiento de los conductores desde la máxima temperatura permisible en funcionamiento normal hasta la temperatura límite puede, como aproximación, calcularse desde la fórmula:

$$t = \left(k \cdot \frac{S}{I_{cc}} \right)^2$$

Donde:

- I_{cc} ; Intensidad de cortocircuito (A).
- t_{cc} ; Tiempo de duración del cortocircuito (s).
- S; Sección del conductor (mm^2).
- k; Factor que tiene en cuenta la resistividad, el coeficiente de temperatura y la capacidad calorífica del material del conductor, y las oportunas temperaturas iniciales y finales. Para aislamientos de conductor de uso corriente, los valores de k para conductores de línea se muestran en la tabla 43A de la tabla UNE-HD 60364-4-43.
- t_{cable} ; Tiempo que tarda el conductor en alcanzar su temperatura límite admisible (s)

Para tiempos de trabajo de los dispositivos de protección $< 0,10$ segundos, donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de intensidad, $k^2 \cdot S^2$ debe ser más grande que el valor de la energía que se deja pasar ($I^2 \cdot t$) indicado por el fabricante del dispositivo de protección.

Donde:

- $I^2 \cdot t$; Energía específica pasante del dispositivo de protección.
- S; Sección del conductor (mm^2).

Los resultados de los cálculos de las corrientes de cortocircuito y la verificación de las protecciones frente al cortocircuito de la instalación se muestran en las tablas de cálculo adjuntas al presente anejo.

4.4.7. Resultado del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente alterna

Adjuntos se presentan los resultados del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente alterna que conectan cada uno de los inversores con el cuadro modular de baja tensión CT (Combiner box) correspondiente.

A modo de resumen, y como norma general en la presente instalación, se indica que el conductor empleado en el tramo inversor-combiner box será:

Tipo	XZ1 (S)
Sección	3x(1x240) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Cubierta exterior	Mezcla especial libre de halógenos
Intensidad máxima (aire/enterrado/tubo)	390 A / 340 A / 305 A
Tensión nominal en AC	0,6/1 kV
Tensión máxima en AC	3500 V
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 11. Conductor empleado en los tramos inversor-combiner box

De igual forma, adjuntos se presentan los resultados del dimensionado de los conductores de baja tensión en corriente alterna que conectan cada uno cuadros modulares de baja tensión CT (Combiner box) con los bornes del transformador correspondiente.

A modo de resumen, y como norma general en la presente instalación, se indica que el conductor empleado en el tramo combiner-transformador box será:

Tipo	XZ1 (S)
Sección	3x(4x240) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado
Cubierta exterior	Mezcla especial libre de halógenos
Intensidad máxima (aire/enterrado/tubo)	390 A / 340 A / 305 A
Tensión nominal en AC	0,6/1 kV
Tensión máxima en AC	3500 V
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 12. Conductor empleado en los tramos combiner box-transformador

4.4.8. Cálculo de las protecciones para los conductores de baja tensión en corriente alterna

Cada uno de los circuitos de corriente alterna de salida del inversor estará protegido contra sobrecorrientes y cortocircuitos mediante fusibles en cada una de las entradas al cuadro modular de baja tensión CT (Combiner box), de forma que se provoque la apertura del circuito en caso de producirse una corriente superior a la admisible por los equipos o conductores de la instalación. Cada una de las fases poseerá un fusible de idénticas características eléctricas.

Los fusibles de baja tensión en DC (gPV) deberán cumplir las siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I'_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I'_z$$

siendo:

$I_b = I'_{INV}$	Intensidad de diseño del circuito de inversor (A).
I_n	Intensidad nominal del fusible (A).
I'_z	Intensidad admisible de los conductores corregida (A).
I_2	Intensidad convencional de fusión del fusible (A).

Teniendo en cuenta la corriente de I'_{INV} para cada uno de los strings será 166,89 A (caso más desfavorable) se instalarán fusibles de cuchilla de intensidad nominal 200 A, curva gPV de 1500 V_{DC} y 30 kA de capacidad de ruptura, normalizados según EN 60269, cumpliendo los criterios indicados anteriormente, tal y como se puede verificar en las tablas de cálculo adjuntas al presente documento.

Tipo	Fusible gPV
Tensión nominal	1500 V
Intensidad nominal	200 A
Poder de corte	30 kA
Clase de corriente	CA

Tabla 13. Protección en los tramos string-inversor

4.5. DIMENSIONADO DE LA PUESTA A TIERRA DE BAJA TENSIÓN

La resistencia del electrodo de tierra depende de su dimensión, su forma y la resistividad del terreno en el cual está embebido. Esta resistividad es a menudo variable de un lugar a otro, y varía con la profundidad.

La resistividad de un terreno se expresa en W·m: numéricamente es la resistencia en Ω de un cilindro de 1 m² de sección transversal y con 1 m de longitud.

La resistividad del terreno depende de su humedad y de su temperatura. La humedad misma está influenciada por la granulación del terreno y su porosidad. En la práctica aumenta la resistividad del terreno cuando la humedad decrece.

Los terrenos helados a muy bajas temperaturas incrementan su resistividad, que puede alcanzar varios miles de $W \cdot m$ en las capas heladas. El espesor de esta capa helada puede ser de hasta 1 m en algunas zonas.

La sequedad también aumenta la resistividad del terreno. Los efectos de la sequía pueden alcanzar en algunas zonas más de 2 m de profundidad. Los valores alcanzados por la resistividad pueden ser del mismo orden que los alcanzados en las capas heladas.

La longitud de las varillas debería incrementarse en 1 m o 2 m donde exista riesgo de helada o sequedad.

Se considera una resistividad del terreno de: $150,00 W \cdot m$ (margas y arcillas compactas).

Las características principales de los componentes de la red de tierras en cada bloque de generación serán:

- Conductor de cobre desnudo de 35 mm^2 enterrado en zanja, en unos tramos junto a los conductores de baja tensión de corriente continua y corriente alterna, y en otros tramos de forma independiente, formado una red de tierra mallada que unirá todas las masas metálicas entre sí.
- Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm^2 por poste hincado de la estructura del seguidor conectada mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm^2 a la propia estructura o a la red de tierra mallada.
- Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm^2 por inversor mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm^2 a la propia estructura del seguidor o a la red de tierra mallada.
- Conductor aislado RZ1-K, de 10 mm^2 de sección, en las canalizaciones aéreas sobre bandeja, que unirá las masas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de seguimiento y la red de tierra mallada entre sí.

En zanjas horizontales se considerará una profundidad entre 0,70 y 1,10 m en función del tipo de zanja donde se aloje el conductor principal de tierra, tal y como se muestra en los detalles de la planimetría adjunta.

Los electrodos de la instalación de puesta a tierra son:

	Tipo de electrodo	Dimensión	Longitud (m)	Resistencia (Ω)
PAT Bloque generación 01	Conductor enterrado horizontal	Conductor desnudo de 35 mm ²	671,37	0,45 Ω
PAT Bloque generación 02	Conductor enterrado horizontal	Conductor desnudo de 35 mm ²	705,38	0,43 Ω
PAT Bloque generación 03	Conductor enterrado horizontal	Conductor desnudo de 35 mm ²	952,30	0,32 Ω
PAT Bloque generación 04	Conductor enterrado horizontal	Conductor desnudo de 35 mm ²	856,45	0,35 Ω

Tabla 14. Electrodo de puesta a tierra en baja tensión

Para el caso de un conductor enterrado horizontal, la resistencia de tierra, en función de la resistividad del terreno, es:

$$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$$

siendo:

- ρ ; Resistividad del terreno ($\Omega \cdot m$).
 L ; Longitud total del conductor (m).

La resistencia conseguida para el conjunto de electrodos de la instalación de puesta a tierra se calcula de la forma siguiente:

$$\frac{1}{R} = \sum \frac{1}{R_e}$$

Para el cálculo de la resistencia de puesta a tierra en baja tensión de cada único de los bloques de generación, se ha considerado únicamente el conductor de cobre enterrado a lo largo de la zanja perimetral de cada una de las zonas. Considerando el mallado interior y las picas de puesta a tierra, la resistencia sería considerablemente más baja.

No obstante, los valores expuestos se deberán verificar in situ con las correspondientes mediciones de resistividad del terreno y de resistencia de puesta a tierra una vez ejecutada ésta, debiéndose ajustar según las necesidades.

5. CÁLCULO INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

5.1. OBJETO

Es objeto del presente apartado del anejo de cálculos eléctricos es la definición de las condiciones y criterios para el dimensionamiento de los cables y aparallaje de alta tensión que se requieren para el proyecto de la central fotovoltaica objeto del presente proyecto.

La intensidad de corriente admisible de los cables de Alta Tensión se calcula de acuerdo a los datos técnicos del fabricante de cables, la norma UNE 211435, u otras normas equivalentes. De igual forma, se dimensionará las respectivas protecciones para la instalación eléctrica de Alta Tensión.

5.2. NORMATIVA

El dimensionado de la instalación eléctrica en alta tensión se realizará atendiendo a la siguiente normativa básica

- 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.
- 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.
- 211435 Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- Proyectos tipo y especificaciones particulares de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica.

5.3. DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTORES DE ALTA TENSIÓN

5.3.1. Características de los conductores

Las líneas de que conectan los bornes del transformador en alta tensión (10 kV) situados en los centros de transformación se conectarán con las celdas de protección y maniobra de éstos mediante los correspondientes puentes de unión en alta tensión.

Cada circuito discurre desde los bornes del transformador hasta los bornes de la celda de protección de éste situada en el mismo en el mismo bastidor según se puede observar en los detalles incluidos en la planimetría. Para la elección del cableado, se seguirán las normativas de referencia UNE 211435 y RAT.

Las celdas de maniobra de los centros de transformación se unirán entre sí formando un único circuito de alta tensión (10 kV) que permitirá agrupar toda la energía para su evacuación de la central fotovoltaica hasta el punto de conexión con la infraestructura de evacuación.

Cada circuito discurre interconectando los centros de transformación, CT01 con CT02, CT02 con CT03, CT03 con CT04 según el trazado indicado en la planimetría. Para la elección del cableado, se seguirán las normativas de referencia UNE 211435 y RAT.

A través de una línea subterránea de alta tensión (10 kV) de 0,300 km, objeto de Proyecto específico se prevé evacuar la energía hasta el punto de conexión con la infraestructura de distribución de energía eléctrica, que será la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía.

Para todos los circuitos de alta tensión del presente proyecto se escogerá un conductor tipo RH5Z1 de aluminio, clase 2 (rígido) según UNE-EN 60228, con tensión nominal 12/20 kV. Conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de Poliolefina termoplástica de altas prestaciones de tipo Vermex. Temperatura máxima del conductor de 90°C. Libre de halógenos, no propagación de llama y baja emisión de humos. Resistente a grasas y aceites, rayos ultravioletas y presencia de agua. Resistentes a la intemperie: rayos UV, ozono, absorción de agua. Condiciones de instalación al aire y enterrado.

El conexionado entre los bornes de los transformadores y las celdas de protección de éstos en el centro de transformación correspondiente se realizará con conductores aislados de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 12/20 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

El conexionado entre las celdas de línea de los centros de transformación según la secuencia indicada anteriormente se realizará con conductores aislados de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado XLPE y tensión asignada 12/20 kV, con la sección indicada en las tablas de cálculos y planimetría correspondiente.

Al emplearse conductores con aislamiento termoestable, la temperatura máxima admisible del conductor en servicio continuo será de 90 °C.

5.3.2. Criterios de dimensionado de los conductores

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisfaga simultáneamente las tres condiciones siguientes:

- *Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento.*
- *Criterio de la intensidad de cortocircuito.*
- *Criterio de caída de tensión.*

5.3.3. Fórmulas utilizadas para el cálculo

La intensidad de corriente será calculada en función de la potencia que deberá transportar cada circuito y se debe considerar lo siguiente para los circuitos trifásicos de corriente alterna en baja tensión:

$$S_{3AC} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L$$

$$P_{3AC} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi$$

$$Q_{3AC} = \sqrt{3} \cdot U_L \cdot I_L \cdot \text{sen}\varphi$$

siendo:

S_{3AC}	Potencia aparente en AC (VA).
P_{3AC}	Potencia activa en AC (W).
Q_{3AC}	Potencia reactiva en AC (VAr).
U_L	Tensión de línea en AC (V).
I_L	Intensidad de corriente de línea en AC (A).
$\cos \varphi$	Factor de potencia

5.3.4. Intensidad de corriente admisible por los conductores

Las secciones de los cables en alta tensión se dimensionarán de forma que se garantice una vida útil satisfactoria del cable y el aislamiento expuestos al flujo de corriente que circulará por el circuito durante largos periodos de tiempo en condiciones normales de funcionamiento. La máxima intensidad de corriente en un cable durante largos periodos de tiempo, se calcula de tal forma que, la temperatura máxima de funcionamiento no debe superar el valor máximo para cada tipo de aislamiento.

Siendo la temperatura máxima de operación para el aislamiento termoplástico PVC de 70 °C, mientras que la temperatura máxima de operación para el aislamiento polietileno reticulado XLPE es de 90 °C.

Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador, intensidad máxima del generador (inversor), según lo especificado en la ITC-BT-40.

La intensidad máxima de cálculo en el tramo entre los bornes del transformador y los bornes de la celda de protección de éste vendrá dada por la expresión:

$$I_b = I'_{CBT_AT} = 1,25 \cdot I_{CBT_AT}$$

siendo:

$I_b = I'_{TR}$	Intensidad de diseño de los puentes del transformador lado AT (A).
I_{TR}	Intensidad máxima obtenida en función de los inversores conectados al CT (A)

La intensidad máxima de cálculo en la línea subterránea de alta tensión vendrá dada por la expresión:

$$I_b = I'_{LSMT} = 1,25 \cdot I_{LSMT}$$

siendo:

$I_b = I'_{LSMT}$ Intensidad de diseño de la línea subterránea de alta tensión corregida (A).
 I_{LSMT} Intensidad de diseño de la línea subterránea de alta tensión (A).

La intensidad de diseño de la línea subterránea en cada uno de los tramos se calculará en función del sumatorio de potencias máximas de los inversores que agrupan.

Se debe comprobar que la intensidad de cálculo es menor que la intensidad máxima admitida por el conductor, según el tipo de instalación, con los factores de corrección correspondientes, factor de corrección por temperatura ambiente o del terreno, factor de corrección por resistividad térmica del terreno, factor de corrección por profundidad de soterramiento y factor de corrección por agrupamiento de circuitos, los cuales se detallan a continuación:

$$K_{tot} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4$$

siendo:

K_{tot} ; Factor de corrección global.
 K_1 ; Factor de corrección en función de la temperatura ambiente.
 K_2 ; Factor de corrección en función de la resistividad térmica del terreno.
 K_3 ; Factor de corrección en función de la profundidad de soterramiento.
 K_4 ; Factor de corrección en función de la agrupación de circuitos.

Por lo tanto, la sección de los conductores se diseñará con el fin de que:

$$I'_z = I_z \cdot K_{tot}$$

$$I_b < I_z$$

siendo:

I_z ; Intensidad admisible de los conductores (A).
 I'_z ; Intensidad admisible de los conductores corregida (A).
 K_{tot} ; Factor de corrección global.
 $I_b = I'_{TR}$ Intensidad de diseño de los puentes del transformador lado AT (A).
 I_{LSMT} Intensidad de diseño de la línea subterránea de alta tensión (A).

Según el método de instalación elegido en cada uno de los circuitos eléctricos, el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión establece el tipo de referencia a considerar para el cálculo de los circuitos eléctricos, y con éste, la intensidad admisible de partida a considerar para los conductores.

Así, en función de la forma de instalación elegida de los conductores, según la ITC-LAT 06 se tendrán los siguientes tipos de instalación y condicionantes para los circuitos de alta tensión (10 kV) de la instalación:

- Circuitos al aire (combiner box a transformador).
 - Temperatura ambiente 40 °C.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.
- Circuitos enterrados directamente en suelo.
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 1,00 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.
- Circuitos enterrados en suelo bajo tubo.
 - Temperatura del terreno 25 °C.
 - Resistividad el terreno 1,5 K·m/W.
 - Profundidad 1,00 m.
 - Agrupamiento en función del número de circuitos particular.

A efectos de cálculo se ha considerado el más desfavorable.

5.3.5. Caídas de tensión y pérdidas en los conductores

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable y una caída de tensión entre las tensiones entre el origen y extremo del conductor.

En condiciones óptimas de funcionamiento, los inversores trabajan en el punto de máxima potencia, lo cual desde el punto de vista del cálculo de la sección supone el caso más desfavorable.

Conocidas las ubicaciones de los transformadores, sus respectivas celdas de protección, y las interconexiones entre cada CT se emplean las longitudes del cableado para la verificación del cumplimiento de la máxima caída de tensión admisible.

Todo el cableado de la instalación de media tensión se diseña para que pueda soportar la Intensidad del punto de trabajo y la caída de tensión no supere el 0,5% en los circuitos de media tensión.

La caída de tensión se calculará según la ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot \left(\frac{\rho \cdot L \cdot \cos \varphi}{S \cdot n} + \frac{X_u \cdot L \cdot \sen \varphi}{1000 \cdot n} \right)$$

Donde:

- ΔU ; Caída de tensión compuesta (V).
- I; Intensidad de línea (A).
- S; Sección del conductor (mm²).
- n; Número de conductores por fase.

- X; Reactancia por fase ($m\Omega /km$).
- φ ; Ángulo de desfase ($^\circ$).
- ρ ; Resistividad del conductor en función de la temperatura del conductor prevista, la cual vendrá determinada por la expresión:

$$\rho = \rho_{20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot (T - 20))$$

siendo:

- $\rho_{20^\circ C}$; Resistividad del conductor a $20^\circ C$.
- α ; Coeficiente de variación de la resistencia específica del conductor en función de la temperatura ($^\circ C^{-1}$), que serán de 0,00392 para Cu y 0,00403 para Al.
- T_0 ; Temperatura real estimada en el conductor ($^\circ C$), aproximadamente $40^\circ C$.

La caída de tensión en valor porcentual se calculará según la expresión

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{U_N}$$

siendo:

- $\Delta U(\%)$; Caída de tensión en valor porcentual (%).
- $\Delta U(V)$; Caída de tensión (V).
- U_N ; Tensión nominal de la línea de alta tensión (V).

Tal y como se ha comentado, en los tramos de líneas de media tensión la caída de tensión será como máximo:

$$\Delta U(\%) \leq 0,5\%$$

Las pérdidas de potencia en los conductores vendrán determinadas por la expresión:

$$Pérdidas_{AC} = 3 \cdot \left(\frac{\rho \cdot L \cdot \cos \varphi}{S \cdot n} + \frac{X_u \cdot L \cdot \sin \varphi}{1000 \cdot n} \right) \cdot I^2$$

siendo:

- $Pérdidas_{AC}$; Pérdidas de potencia en los conductores debido al efecto Joule (W).
- I; Intensidad de línea (A).
- S; Sección del conductor (mm^2).
- n; Número de conductores por fase.
- X; Reactancia por fase ($m\Omega /km$).
- φ ; Ángulo de desfase ($^\circ$).
- ρ ; Resistividad del conductor en función de la temperatura del conductor prevista.

5.3.6. Intensidad de corriente de cortocircuito

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito, se supone como dato de partida la potencia de cortocircuito en la red de media tensión, suministrado por la compañía distribuidora, siendo ésta de 433 MVA. La intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión en el supuesto más desfavorable será:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{433}{\sqrt{3} \cdot 10} = 25kA$$

Donde:

- I_{ccp} ; Intensidad de cortocircuito trifásico en el primario (kA).
 U; Tensión en el primario (V).
 S_{cc} ; Potencia de cortocircuito de la red (MVA).

El valor de la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la LSMT será de 25 kA, dado que se conectará directamente a la subestación Jaca Sur 10 kV, según lo indicado en las especificaciones particulares de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., "Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Generadores en Alta y Media Tensión".

La temperatura que puede alcanzar el conductor del cable, como consecuencia de un cortocircuito o sobreintensidad de corta duración, no debe sobrepasar la temperatura máxima admisible de corta duración (para menos de un tiempo t) asignada a los materiales utilizados para el aislamiento del cable.

A estos efectos, se considera el proceso adiabático, es decir que el calor desprendido durante el proceso es absorbido por los conductores.

Se tiene que cumplir que el valor de la integral de Joule durante el cortocircuito tiene que ser menor al valor máximo de la integral de Joule admisible en el conductor.

$$I_{cc3}^2 \cdot t_{cc} \leq I_{cc3Adm}^2 \cdot t_{cc} = (K \cdot S)^2$$

Con esta fórmula se calcula la intensidad de cortocircuito trifásico admisible del conductor.

$$I_{cc3Adm} = K \cdot \frac{S}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- I_{cc3Adm} ; Intensidad de cortocircuito trifásico calculada con hipótesis adiabática en el conductor, en amperios
 S; Sección del conductor, en mm²
 K; Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y del tipo de aislamiento. Representa la densidad de corriente admisible para un cortocircuito de 1 segundo y para el caso del conductor de Al con aislamiento XLPE. $K = 94 \text{ A/mm}^2$ suponiendo

temperatura inicial antes del cortocircuito de 90°C y máxima durante el cortocircuito de 250°C.

t_{cc} ; Duración del cortocircuito, en segundos.

Teniendo en cuenta los conductores preseleccionado en la tabla de cálculos adjunta al presente anejo, y considerando que se realizará una regulación de las protecciones en el interruptor de cabecera situado en el centro de seccionamiento, protección y medida, garantizando que la duración del cortocircuito nunca supere el valor de 0,3 segundos:

$$\text{Tramo C01-C02} \quad I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{150}{\sqrt{0,3}} = 25,7kA$$

$$\text{Tramo C01-C02} \quad I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{150}{\sqrt{0,3}} = 25,7kA$$

$$\text{Tramo C03-C04} \quad I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{240}{\sqrt{0,3}} = 41,2kA$$

$$\text{Tramo C04-CSECC} \quad I_{cc3Adm} = 94 \cdot \frac{400}{\sqrt{0,3}} = 68,6kA$$

Con las prescripciones indicadas anteriormente, se verifica que la intensidad de cortocircuito para el cálculo de la red (25 kA) será inferior a la intensidad de cortocircuito admisible para la sección prevista según la duración del mismo.

5.3.7. Resultado del dimensionado de los conductores de alta tensión

Adjuntos se presentan los resultados del dimensionado de los conductores de alta tensión que conectan cada uno de los centros de transformación, así como los conductores relativos a los puentes de los transformadores y las celdas de protección en el lado de alta tensión.

Teniendo en cuenta los tres criterios de dimensionado (intensidad máxima admisible por calentamiento, caída de tensión e intensidad de cortocircuito), se selecciona el conductor AL RH5Z1 12/20 kV, de tipo aislado, en instalación subterránea entubado sobre lecho de arena de río en el interior de las parcelas, y bajo prisma de hormigón en calzadas y cruzamientos de éstas, tal y como se muestra en los detalles de la planimetría.

Se considerarán las prescripciones establecidas en el proyecto tipo DYZ10000 "Líneas Subterráneas Media Tensión" elaborado por Endesa y aprobado por la administración, cuanto a características, materiales, procedimientos de ejecución, etc.

Las principales características de los conductores de la línea de media tensión (10 kV) son:

Tipo	AL RH5Z1
Sección	3x(1x150), 3x(1x240), 3x(1x400) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Polioléfina termoplástica, DMZ1.
Tensión nominal en AC	12/20 kV
Tensión máxima en AC	42 kV
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 15. Conductor red de alta tensión (10 kV)

Las secciones de los conductores empleadas en cada uno de los tramos de la red de media tensión serán:

Tramo CT01 a CT02	Al RH5Z1, 1x(3x150) mm ²
Tramo CT02 a CT03	Al RH5Z1, 1x(3x150) mm ²
Tramo CT03 a CT04	Al RH5Z1, 1x(3x240) mm ²
Tramo CT04 a Csecc	Al RH5Z1, 1x(3x400) mm ²

Tabla 16. Secciones conductores red de alta tensión (10 kV)

A modo de resumen, y como norma general en la presente instalación, se indica que el conductor empleado en los puentes entre el transformador y la celda de protección será:

Tipo	AL RH5Z1
Sección	3x(1x95) mm ²
Material del conductor	Aluminio
Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE)
Cubierta exterior	Polioléfina termoplástica, DMZ1.
Tensión nominal en AC	12/20 kV
Tensión máxima en AC	42 kV
Temp. máxima adm. en servicio permanente	90 °C
Temp. máxima adm. en cortocircuito	250 °C

Tabla 17. Conductor empleado en los puentes centros de transformación lado alta tensión

5.4. ELEMENTOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN DE LOS CIRCUITOS DE MEDIA TENSÓN

Todos los centros de transformación dispondrán de celdas de maniobra y protección de alta tensión, del tipo compacto y aisladas en SF6. El número y el tipo de celdas que conforman el centro de transformación dependen de la ubicación del mismo en el circuito de media tensión, pudiendo existir celdas de línea (entrada/salida), celdas de protección del transformador y celdas de medida.

5.4.1. Celda de entrada de línea (entrada/salida) centros de transformación

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y un seccionador de puesta a tierra, ambos con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra. Asimismo, dispondrá de pasatapas y de detectores de tensión que sirvan para comprobar la correspondencia entre fases y la presencia de tensión. La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.

Las principales características de la celda son:

- Aislamiento en SF6.
- Tensión más elevada para el material U_m (kV): 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial U_f (kV ef): 50 kV
- Tensión soportada con onda de choque tipo rayo U_1 (kV cresta): 125 kV
- Corriente nominal barras: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1 segundo: 16/20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40/50 kA
- Frecuencia asignada: 50 Hz

5.4.2. Celda de protección del transformador centros de transformación

Estará provista de un interruptor-seccionador de corte en carga y dos seccionadores de puesta a tierra con dispositivos de señalización de posición que garanticen la ejecución de la maniobra, bases para los fusibles limitadores, pasatapas y detectores de tensión para comprobar la presencia de tensión.

La fusión de cualquiera de los fusibles provocará la apertura del interruptor-seccionador.

Las principales características de la celda son:

- Aislamiento en SF6.
- Tensión más elevada para el material U_m (kV): 24 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial U_f (kV ef): 50 kV
- Tensión soportada con onda de choque tipo rayo U_1 (kV cresta): 125 kV
- Corriente nominal barras: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1 segundo: 16/20 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40/50 kA
- Frecuencia asignada: 50 Hz

5.4.3. Celda de entrada de línea (entrada/salida) centro de seccionamiento

Celda de línea 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. La celda estará motorizada, de modo que posteriormente sea posible instalar el sistema de telemando con tensión de servicio y sin modificar la posición abierto/cerrado del interruptor.

Las principales características de la celda son:

- Aislamiento en SF6.
- Tensión más elevada para el material U_m (kV): 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial U_f (kV ef): 70 kV
- Tensión soportada con onda de choque tipo rayo U_l (kV cresta): 125 kV
- Corriente nominal barras: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1 segundo: 21 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 52,5 kA
- Frecuencia asignada: 50 Hz

5.4.4. Celda de protección centro de seccionamiento

- Celda cgm.3-v de protección. Celda de protección constituida por un módulo metálico que incorpora un interruptor automático en vacío conectado en serie con un seccionador de tres posiciones, que permite el corte y la puesta a tierra de la línea. El interruptor está compuesto por tres polos montados en una estructura de acero y conectados a un eje común, que está conectado a la unidad de control.

5.4.5. Celda de medida centro de seccionamiento

Estará constituida por un módulo 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.

Las principales características de la celda son:

- Tensión más elevada para el material U_m (kV): 36 kV
- Transformadores de medida: 3TT y 3 TI de aislamiento seco y construidos atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características:
 - Potencia: 50 VA.
 - Clase de precisión: 0,50

5.5. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA

La ventilación de los centros de transformación y del centro de seccionamiento, protección y medida se realizará de un modo natural mediante las rejillas de entrada y salida de aire dispuestas a tal efecto, siendo la superficie mínima de la reja de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0,24 \cdot k \cdot \sqrt{h \cdot \Delta t^3}}$$

Donde:

- S_r ; Superficie mínima de la reja de entrada de aire de ventilación del transformador.
- W_{cu} ; Pérdidas en cortocircuito del transformador (kW).
- W_{fe} ; Pérdidas en vacío del transformador (kW).
- h ; Distancia vertical entre centros de rejillas (m).
- Δt ; Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, considerándose en este caso un valor de 15 °C.
- K ; Coeficiente en función del tipo de reja de entrada de aire (entre 0,35 y 0,40).

Las rejillas de ventilación de los edificios prefabricados están diseñadas y dispuestas de manera que la circulación del aire, provocada por tiro natural, ventile eficazmente la sala de transformadores.

Todas las rejillas de ventilación van provistas de una tela metálica mosquitera

5.6. DIMENSIONADO DE LOS POZOS APAGAFUEGO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

El foso de recogida de aceite refrigerante de los centros de transformación tiene que ser capaz de alojar la totalidad del volumen de agente refrigerante que contiene el transformador en caso de su vaciamiento total.

5.7. DIMENSIONADO DE LA PUESTA A TIERRA DE MEDIA TENSIÓN

5.7.1. Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 1500 A no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno dónde se instalarán los centros de transformación y el centro de seccionamiento, protección y medida, se determina una resistividad media superficial igual 150,00 W·m (margas y arcillas compactas).

5.7.2. Determinación de la intensidad de defecto a tierra y del tiempo máximo de eliminación del defecto

5.7.2.1. Resistencia de puesta a tierra

La resistencia de puesta a tierra del electrodo seleccionado será:

$$R_t = K_r \cdot I_d$$

- R_t ; Resistencia de puesta a tierra (10,80 Ω).
 K_r ; Factor unitario de la resistencia de puesta a tierra (0,072 $\Omega/\Omega \cdot m$).
 ρ ; Resistividad del terreno (150,0 $\Omega \cdot m$).

El electrodo seleccionado para las tierras de protección de los centros de transformación y del centro de seccionamiento, protección y medida estará constituida por un electrodo principal del cable de Cu desnudo 50 mm² de sección y 8 picas de acero cobreado de $\varnothing 14$ mm. y 2 m. de longitud en forma de rectángulo de dimensiones aproximadas al edificio, 6x4 m., situado bajo el centro de transformación a una profundidad de 0,5 m.

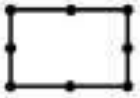
Configuración	Profundidad	Número de picas	Resistencia K_r	Tensión de paso K_p	Tensión de contacto K_c	Código de la configuración
	0.5 m	8	0.072 W / (W·m)	0.0154 V / (W·m)·(A)	0.0321 V / (W·m)·(A)	6.0-4.0/0.5/82

Tabla 18. Configuración electrodos centros de transformación

5.7.2.2. Intensidad de defecto y parámetros de red

Teniendo en cuenta que el sistema de instalación de la puesta a tierra del neutro de la red es "aislado", la intensidad de defecto a tierra será la capacitiva de la red respecto a tierra, y dependerá de la longitud y características de las líneas de media tensión de la subestación que alimenta el CT.

Para el cálculo de la corriente máxima de defecto a tierra en una red con neutro aislado, se aplicará la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{c \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot w \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)}{\sqrt{1 + [w \cdot (C_a \cdot L_a + C_c \cdot L_c)]^2 \cdot (3 \cdot R_t)^2}}$$

Donde:

- I_d ; Intensidad de defecto a tierra del CT (534,58 A).
 c ; factor de tensión indicado en la norma UNE-EN 60909, de valor 1,1.
 U ; Tensión compuesta de servicio de la red (10000,00 V)
 w ; Pulsación de la corriente, de valor $2 \cdot \pi \cdot f$ (314,16)
 L_a ; Longitud total de las líneas aéreas de alta tensión subsidiarias (0,01 Km)

- C_a ; Capacidad homopolar de la línea aérea (0,01 F/Km)
 L_c ; Longitud total de los cables subterráneos de alta tensión subsidiarios (1,50 Km)
 C_c ; Capacidad homopolar de los cables subterráneos (0,25 F/Km)
 R_t ; Resistencia de puesta a tierra (10,80 Ω).

5.7.2.3. Tensiones máximas admisibles por el cuerpo humano

En la tabla 1 del apartado 1.1 de la ITC-RAT 12 se establece que la tensión máxima admisible aplicable al cuerpo humano, entre manos y pies, es la siguiente:

Duración del fallo, t_f	Tensión máxima admisible por el cuerpo humano, V_{ca}
0,05	735
0,10	633
0,20	528
0,30	420
0,40	310
0,50	204
0,60	185
0,70	165
0,80	146
0,90	126
1,00	107
2,00	90
5,00	81
10,00	80
> 10,00	50

Tabla 19. Tensión admisible por el cuerpo humano entre manos y pies

Donde:

- t_f ; Tiempo de duración del fallo (0,30 s). Se ha tomado el valor más desfavorable de los centros de transformación.
 V_{ca} ; Tensión de contacto aplicada (420 V).

5.7.2.4. Cálculo de las tensiones de paso y contacto

Con objeto de evitar el riesgo por tensión contacto en el exterior, se emplazará en la superficie, una acera perimetral de hormigón a 1,2 m de las paredes del Centro de Transformación. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallazo se conectará a un punto a la puesta a tierra de protección del Centro de Transformación.

Con objeto de evitar el riesgo por tensión de paso y contacto en el interior, en el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm, formado una retícula no superior a 0,30 x 0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos, preferentemente opuestos, a la puesta a tierra de protección del centro. Con esta disposición se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm de espesor como mínimo.

Tensiones de paso

En el caso de que la resistividad superficial del terreno sea distinta para cada pie (por ejemplo, en el acceso al centro de transformación, donde se produce un cambio de pavimento), las tensiones de paso en cada una de las zonas y en el acceso (un pie en cada zona):

$$V_{p(ext)} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 6 \cdot \rho_s}{1000} \right)$$

$$V_{p(int)} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho'_s}{1000} \right)$$

$$V_{p(acc)} = 10 \cdot V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{a1} + 3 \cdot \rho_s + 3 \cdot \rho'_s}{1000} \right)$$

Donde:

$V_{p(ext)}$;	Tensión de paso máxima admisible en el exterior (24780,00 V)
$V_{p(int)}$;	Tensión de paso máxima admisible en el interior (96600,00 V)
$V_{p(acc)}$;	Tensión de paso máxima admisible en el acceso (60690,00 V)
V_{ca} ;	Tensión de contacto aplicada (420 V)
R_{a1} ;	Resistencia equivalente del calzado de un pie (2000 Ω)
ρ_s ;	Resistencia superficial del terreno exterior (150,00 $\Omega \cdot m$)
ρ'_s ;	Resistencia superficial del terreno interior (3000 $\Omega \cdot m$)

$$V'_{p(ext)} = K_p \cdot \rho'_s \cdot I_d$$

$$V'_{p(int)} = K_p \cdot \rho_s \cdot I_d$$

$$V'_{p(acc)} = K_{p(acc)} \cdot (\rho_s + \rho'_s) \cdot I_d$$

$V'_{p(ext)}$;	Tensión de paso en el exterior (1234,89 V)
$V'_{p(int)}$;	Tensión de paso en el interior (24697,76 V)
$V'_{p(acc)}$;	Tensión de paso en el acceso (54054,42 V)

K_p ;	Tensión de paso máxima ($0,0154 V/(\Omega \cdot m) \cdot (A)$)
$K_{p(acc)}$;	Tensión de paso máxima en el acceso ($0,0321 V/(\Omega \cdot m) \cdot (A)$)
ρ_s ;	Resistencia superficial del terreno exterior ($150,00 \Omega \cdot m$)
ρ'_s ;	Resistencia superficial del terreno interior ($3000 \Omega \cdot m$)
I_d ;	Intensidad máxima de defecto a tierra ($534,58 A$)

$$V'_{p(ext)} (1234.89 V) \leq V_{p(ext)} (24780.00 V) \checkmark$$

$$V'_{p(int)} (24697.76 V) \leq V_{p(int)} (96600.00 V) \checkmark$$

$$V'_{p(acc)} (54054.42 V) \leq V_{p(acc)} (60690.00 V) \checkmark$$

Tensiones de contacto

$$V_c = V_{ca} \cdot \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 \cdot \rho_s}{1000} \right)$$

Donde:

V_c ;	Tensión de contacto máxima ($2730,00 V$)
V_{ca} ;	Tensión de contacto aplicada ($420 V$)
R_{a1} ;	Resistencia equivalente del calzado de un pie (2000Ω)
ρ_s ;	Resistencia superficial del terreno exterior (acera perimetral) ($3000,00 \Omega \cdot m$)

$$V'_c = Kc \cdot \rho_s \cdot I_d$$

V'_c ;	Tensión de contacto ($2574,02 V$)
ρ_s ;	Resistencia superficial del terreno exterior ($150,00 \Omega \cdot m$)
K_c ;	Tensión de contacto exterior máxima ($0,3 V/(\Omega \cdot m) \cdot (A)$)
I_d ;	Intensidad máxima de defecto a tierra ($534,58 A$)
R_{a1} ;	Resistencia equivalente del calzado de un pie (2000Ω)

$$V'_c (2574.02 V) \leq V_c (2730.00 V) \checkmark$$

Para el caso de electrodos longitudinales con picas exteriores, no se indica el valor de tensión de contacto exterior, ya que depende de la posición en que se ubique el electrodo con respecto al centro de transformación. En general, si las picas se colocan frente a los accesos al centro de transformación, paralelas a la fachada, no debe considerarse la tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior).

Por el contrario, si las picas se ubican lejos de los accesos al centro de transformación, deberá considerarse como tensión de paso de acceso (tensión de contacto exterior), la tensión de defecto.

5.7.2.5. Distancia mínima entre el sistema de puesta a tierra de las masas (protección) y de los sistemas auxiliares (servicio)

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión de los servicios auxiliares y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm² aislado hasta lograr la separación mínima con la tierra de protección, y con cable de Cu desnudo 50 mm² de sección y 6 picas de acero cobreado de Ø14 mm. y 2 m. de longitud en hilera a una profundidad de 0,5 m. La separación entre cada pica y la siguiente será de 3,00 m, de modo que, con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 15 m., dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi}$$

Donde:

- D; Distancia mínima (12,76 m).
 ρ; Resistividad del terreno (150 Ω·m).
 I_d; Intensidad máxima de defecto a tierra (534,58 A).

La separación mínima entre ambas redes de tierra (protección y servicios auxiliares) será de 15 m, superior a los 12,76 m obtenidos en los cálculos.

Jaca, enero de 2021
 EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes Bargues
 Colegiado nº 4.717. COIICV

CT01	Línea	Inicio	Fin	Módulos	Longitud (m)	Longitud +10% (m)	U ₀ =U _{dc} (V)	I _{mpc} =I _{strine} (A)	I _{sc} (A)	k _{gen}	I' _{sc} (%)	Cable	V _{aisl.} (V)	Verfic. V _{aisl.} > V _{strine}	Tipo	Sección mm ²	n	R ohm/m	I _z (A)	Sistema	Sistema	T ^o terr. (°C)	Profundidad (m)	Resistividad térmica (K-m/W)	Nº circuitos	MÉTODO DE INSTALACIÓN																	
																										T ^o amb. (°C)	k1	k2	k3	k4	I' _z	I' _z > I' _{sc}	Fus. (A)	Verfic. I' _z > I _z > I' _{sc}	Verfic. I _z > 1,45·I' _z	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU _{adm} (%)	Verfic. ΔU(%)<ΔU _{adm} (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Perd. _{adm} (%)	Verfic. Perd.(%)<Perd. _{adm} (%)
CT01INV01501	S01	INV01	1x30	79,98	87,98	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	5,68	0,56	1,00	SI	98,61	0,56	1,00	SI
CT01INV01502	S02	INV01	1x30	43,57	47,92	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	6	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,60	44,99	SI	25	SI	SI	3,09	0,31	1,00	SI	53,72	0,31	1,00	SI
CT01INV01503	S03	INV01	1x30	88,91	97,80	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	6	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,60	44,99	SI	25	SI	SI	6,31	0,62	1,00	SI	109,63	0,62	1,00	SI
CT01INV01504	S04	INV01	1x30	72,28	79,51	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	5,13	0,51	1,00	SI	89,12	0,51	1,00	SI
CT01INV01505	S05	INV01	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	2	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,85	63,73	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI
CT01INV01506	S06	INV01	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	2	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,85	63,73	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI
CT01INV01507	S07	INV01	1x30	46,60	51,26	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	3,31	0,33	1,00	SI	57,45	0,33	1,00	SI
CT01INV01508	S08	INV01	1x30	69,11	76,02	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	6	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,60	44,99	SI	25	SI	SI	4,91	0,49	1,00	SI	85,21	0,49	1,00	SI
CT01INV01509	S09	INV01	1x30	43,57	47,92	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	6	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,60	44,99	SI	25	SI	SI	3,09	0,31	1,00	SI	53,72	0,31	1,00	SI
CT01INV01510	S10	INV01	1x30	69,11	76,02	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	6	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,60	44,99	SI	25	SI	SI	4,91	0,49	1,00	SI	85,21	0,49	1,00	SI
CT01INV01511	S11	INV01	1x30	68,86	75,75	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	6	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,60	44,99	SI	25	SI	SI	4,89	0,48	1,00	SI	84,91	0,48	1,00	SI

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCAACION VALENCIA

Nº COLEGIADO: **4717** DANIEL FUENTES BARGUES

FECHA: **19/02/2021** Nº VISADO: **2021/704**

VISADO

CT02	Línea	Inicio	Fin	Módulos	Longitud (m)	Longitud +10% (m)	V _{serie} (V)	I _{mpc=I_{stirne}} (A)	I _{sc} (A)	k _{sen}	I _{sc} (A)	Cable	V _{inst.} (V)	Verfic. V _{inst.} > V _{serie}	Tipo	Sección mm ²	n	R ohm/m	I ₂ (A)	Sistema	Sistema	Tª terr. (°C)	Profundidad (m)	Resistividad térmica (K-m/W)	MÉTODO DE INSTALACIÓN										Verfic. Perd.(%)<Perd. _{adm} (%)								
																									Tª amb. (°C)	Nº circuitos	Distancia	k1	k2	k3	k4	I ₂	I ₂ > I _{sc}	Fus. (A)		Verfic. I ₂ > I _{sc}	Verfic. I ₂ > 1,45·I ₂	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU _{adm} (%)	Verfic. ΔU(%)<ΔU _{adm} (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
CT02INV01501	S01	INV01	1x30	48,62	53,49	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,45	0,34	1,00	SI	59,95	0,34	1,00	SI

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser manifestados al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

														MÉTODO DE INSTALACIÓN																															
														Tª terr.				Tª amb.				Verfic.			Verfic.				Verfic.			Verfic.													
CT03	Inicio	Fin	Módulos	Longitud (m)	Longitud +10% (m)	V _{strine} (V)	I _{mpo=I_{strine}} (A)	I _{sc} (A)	k _{gen}	I' _{sc} (A)	Cable	V _{aisl.} (V)	Verfic.	V _{aisl.} > V _{strine}	Tipo	Sección mm ²	n	R ohm/m	I ₂ (A)	Sistema	Sistema	(°C)	(m)	térmica (K-m/W)	Nº circuitos	Distancia	(°C)	k1	k2	k3	k4	I' ₂	I' ₂ > I' _{sc}	(A)	I' ₂ > I' _{sc}	I' ₂ > 1,45 · I' ₂	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU _{adm}	Verfic.	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Perd. _{adm} (%)	Verfic.	Perd.(%)<Perd. _{adm} (%)
CT03INV01501	S01	INV01	1x30	58,13	63,95	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	4,13	0,41	1,00	SI	71,68	0,41	1,00	SI		
CT03INV01502	S02	INV01	1x30	57,37	63,10	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	4,07	0,40	1,00	SI	70,73	0,40	1,00	SI		
CT03INV01503	S03	INV01	1x30	48,57	53,43	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,45	0,34	1,00	SI	59,88	0,34	1,00	SI		
CT03INV01504	S04	INV01	1x30	58,13	63,95	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	4,13	0,41	1,00	SI	71,68	0,41	1,00	SI		
CT03INV01505	S05	INV01	1x30	48,57	53,43	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,45	0,34	1,00	SI	59,88	0,34	1,00	SI		
CT03INV01506	S06	INV01	1x30	57,37	63,10	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	4,07	0,40	1,00	SI	70,73	0,40	1,00	SI		
CT03INV01507	S07	INV01	1x30	48,44	53,28	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,44	0,34	1,00	SI	59,73	0,34	1,00	SI		
CT03INV01508	S08	INV01	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI		
CT03INV01509	S09	INV01	1x30	48,44	53,28	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,44	0,34	1,00	SI	59,73	0,34	1,00	SI		
CT03INV01510	S10	INV01	1x30	88,03	96,83	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	6,25	0,62	1,00	SI	108,54	0,62	1,00	SI		
CT03INV01511	S11	INV01	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI		
CT03INV02501	S01	INV02	1x30	44,63	49,09	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	3,17	0,31	1,00	SI	55,03	0,31	1,00	SI		
CT03INV02502	S02	INV02	1x30	53,34	58,67	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,79	0,37	1,00	SI	65,77	0,37	1,00	SI		
CT03INV02503	S03	INV02	1x30	44,63	49,09	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	3,17	0,31	1,00	SI	55,03	0,31	1,00	SI		
CT03INV02504	S04	INV02	1x30	73,09	80,40	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	5,19	0,51	1,00	SI	90,12	0,51	1,00	SI		
CT03INV02505	S05	INV02	1x30	80,33	88,36	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	5,71	0,56	1,00	SI	99,04	0,56	1,00	SI		
CT03INV02506	S06	INV02	1x30	86,53	95,19	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	6,15	0,61	1,00	SI	106,69	0,61	1,00	SI		
CT03INV02507	S07	INV02	1x30	47,00	51,70	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,34	0,33	1,00	SI	57,95	0,33	1,00	SI		
CT03INV02508	S08	INV02	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI		
CT03INV02509	S09	INV02	1x30	47,00	51,70	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,34	0,33	1,00	SI	57,95	0,33	1,00	SI		
CT03INV02510	S10	INV02	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	3	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,75	56,23	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI		
CT03INV02511	S11	INV02	1x30	92,93	102,22	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	6,60	0,65	1,00	SI	114,58	0,65	1,00	SI		
CT03INV02512	S12	INV02	1x30	73,34	80,68	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	5,21	0,52	1,00	SI	90,43	0,52	1,00	SI		
CT03INV03501	S01	INV03	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI		
CT03INV03502	S02	INV03	1x30	84,61	93,07	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	6,01	0,59	1,00	SI	104,32	0,59	1,00	SI		
CT03INV03503	S03	INV03	1x30	45,02	49,52	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	3,20	0,32	1,00	SI	55,51	0,32	1,00	SI		
CT03INV03504	S04	INV03	1x30	64,82	71,30	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	4,60	0,46	1,00	SI	79,92	0,46	1,00	SI		
CT03INV03505	S05	INV03	1x30	71,01	78,11	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	5,04	0,50	1,00	SI	87,55	0,50	1,00	SI		
CT03INV03506	S06	INV03	1x30	71,26	78,39	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI		Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	5,06	0,50	1,00	SI	87,86	0,50	1,00	SI		
CT03INV03507	S07	INV03	1x30	46,97	51,67	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F 1800	SI																																	

CT04	Línea	Inicio	Fin	Módulos	Longitud (m)	Longitud +10% (m)	V _{estrine} (V)	I _{mpo} =I _{estrine} (A)	I _{sc} (A)	k _{gen}	I _{sc} (A)	Cable	V _{aisl.} (V)	Verfic. V _{aisl.} > V _{estrine}	Tipo	Sección mm ²	n	R ohm/m	I ₁ (A)	Sistema	Sistema	T ^o terr. (°C)	Profundidad (m)	Resistividad térmica (K·m/W)	MÉTODO DE INSTALACIÓN										Verfic.	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Perd. _{adm} (%)	Verfic. Perd.(%)<Perd. _{adm} (%)				
																									T ^o amb.	(°C)	k1	k2	k3	k4	I ₁	I ₁ > I _{sc}	(A)	I ₁ > I _{sc}						I ₂ > 1,45·I ₁	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU _{adm} (%)
CT04INV01501	S01	INV01	1x30	68,41	75,25	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	4,86	0,48	1,00	SI	84,35	0,48	1,00	SI
CT04INV01502	S02	INV01	1x30	50,62	55,68	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	3,59	0,36	1,00	SI	62,41	0,36	1,00	SI
CT04INV01503	S03	INV01	1x30	73,39	80,73	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	2	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,85	63,73	SI	25	SI	SI	5,21	0,52	1,00	SI	90,49	0,52	1,00	SI
CT04INV01504	S04	INV01	1x30	61,76	67,93	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	4,39	0,43	1,00	SI	76,14	0,43	1,00	SI
CT04INV01505	S05	INV01	1x30	85,72	94,29	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	6,09	0,60	1,00	SI	105,69	0,60	1,00	SI
CT04INV01506	S06	INV01	1x30	75,73	83,30	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	4	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,70	52,48	SI	25	SI	SI	5,38	0,53	1,00	SI	93,37	0,53	1,00	SI
CT04INV01507	S07	INV01	1x30	51,69	56,86	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	3,67	0,36	1,00	SI	63,73	0,36	1,00	SI
CT04INV01508	S08	INV01	1x30	62,39	68,63	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	4,43	0,44	1,00	SI	76,93	0,44	1,00	SI
CT04INV01509	S09	INV01	1x30	40,55	44,61	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	2	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,85	63,73	SI	25	SI	SI	2,88	0,28	1,00	SI	50,00	0,28	1,00	SI
CT04INV01510	S10	INV01	1x30	62,39	68,63	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	4,43	0,44	1,00	SI	76,93	0,44	1,00	SI
CT04INV01511	S11	INV01	1x30	51,69	56,86	1011,00	17,36	18,32	1,25	22,90	PV1-F	1800	SI	Cobre estañado	10,00	1,00	0,0018597	71,00	Enterrado	Tubo	25,00	0,70	1,50	5	En contacto	40	0,96	1,10	1,00	0,65	48,73	SI	25	SI	SI	3,67	0,36	1,00	SI	63,73	0,36	1,00	SI

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la integridad y integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Línea	Inicio	Fin	Longitud (m)	Longitud +10% (m)	P _{INV} (kW)	U _{INV} (V)	cos φ	sen φ	I _{INV} (A)	k _{geom.}	I _{INV} (A)	Cable	V _{inst.} (V)	Verfic. V _{inst.} > V _{norme}	Tipo	Sección mm ²	n	R ohm/m	X ohm/km	I _t (A)	Sistema	Sistema	T ^o terr. (°C)	Profundidad (m)	Resistividad térmica (K-m/W)	Nº circuitos	MÉTODO DE INSTALACIÓN										Verfic. Perd.(%)<Perd _{adm} (%)										
																											Tª amb. (°C)	k1	k2	k3	k4	I _t	I _t > I _{INV}	Fus. (A)	I _t > I _t	I _t > 1,45*I _{t2}		AU (V)	AU (%)	AU _{adm} (%)	Verfic. AU(%)<AU _{adm} (%)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Perd _{adm} (%)			
CT01INV01	INV01	CT01	155,95	171,55	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	5,01	0,63	1,00	SI	1157,84	0,63	1,00	SI
CT01INV02	INV02	CT01	134,43	147,88	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	4,32	0,54	1,00	SI	998,09	0,54	1,00	SI
CT01INV03	INV03	CT01	94,09	103,50	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	3,02	0,38	1,00	SI	698,56	0,38	1,00	SI
CT01INV04	INV04	CT01	83,37	91,71	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	2,68	0,33	1,00	SI	619,00	0,33	1,00	SI
CT01INV05	INV05	CT01	46,60	51,26	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,50	0,19	1,00	SI	345,96	0,19	1,00	SI
CT02INV01	INV01	CT02	46,01	50,61	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,48	0,18	1,00	SI	341,59	0,18	1,00	SI
CT02INV02	INV02	CT02	55,37	60,91	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,78	0,22	1,00	SI	411,13	0,22	1,00	SI
CT02INV03	INV03	CT02	60,85	66,93	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,95	0,24	1,00	SI	451,74	0,24	1,00	SI
CT02INV04	INV04	CT02	77,23	84,95	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	2,48	0,31	1,00	SI	573,40	0,31	1,00	SI
CT02INV05	INV05	CT02	106,63	117,30	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	3,42	0,43	1,00	SI	791,69	0,43	1,00	SI
CT02INV06	INV06	CT02	138,27	152,10	116,00	800,00	1,00	0,00	83,72	1,25	104,64	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	2,78	0,35	1,00	SI	403,62	0,35	1,00	SI
CT03INV01	INV01	CT03	216,70	238,37	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	6,96	0,87	1,00	SI	1608,90	0,87	1,00	SI
CT03INV02	INV02	CT03	168,68	185,54	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	5,42	0,68	1,00	SI	1252,32	0,68	1,00	SI
CT03INV03	INV03	CT03	155,04	170,54	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	4,98	0,62	1,00	SI	1151,08	0,62	1,00	SI
CT03INV04	INV04	CT03	144,70	159,17	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	4,65	0,58	1,00	SI	1074,33	0,58	1,00	SI
CT03INV05	INV05	CT03	108,17	118,99	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	3,47	0,43	1,00	SI	803,13	0,43	1,00	SI
CT03INV06	INV06	CT03	53,31	58,64	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	6	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,67	227,80	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,71	0,21	1,00	SI	395,78	0,21	1,00	SI
CT03INV07	INV07	CT03	82,26	90,48	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	1	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	1,00	340,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	2,64	0,33	1,00	SI	610,70	0,33	1,00	SI
CT04INV01	INV01	CT04	92,23	101,46	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	3	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,79	268,60	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	2,96	0,37	1,00	SI	684,78	0,37	1,00	SI
CT04INV02	INV02	CT04	136,64	150,31	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	3	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,79	268,60	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	4,39	0,55	1,00	SI	1014,49	0,55	1,00	SI
CT04INV03	INV03	CT04	176,61	194,27	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	3	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,79	268,60	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	5,67	0,71	1,00	SI	1311,26	0,71	1,00	SI
CT04INV04	INV04	CT04	35,23	38,75	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,13	0,14	1,00	SI	261,57	0,14	1,00	SI
CT04INV05	INV05	CT04	51,40	56,54	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	1,65	0,21	1,00	SI	381,61	0,21	1,00	SI
CT04INV06	INV06	CT04	96,07	105,68	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	3,08	0,39	1,00	SI	713,27	0,39	1,00	SI
CT04INV07	INV07	CT04	118,91	130,80	185,00	800,00	1,00	0,00	133,51	1,25	166,89	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	3,82	0,48	1,00	SI	882,85	0,48	1,00	SI
CT04INV08	INV08	CT04	153,73	169,11	116,00	800,00	1,00	0,00	83,72	1,25	104,64	XZ1 (S)	1000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,00012621	0,08	340,00	Enterrado	Directo	25,00	0,70	1,50	5	200 mm	40	1,00	1,00	1,00	0,70	238,00	SI	I _t > I _{INV}	200	SI	SI	SI	3,09	0,39	1,00	SI	448,75	0,39	1,00	SI
CT01-puente BT	CBT01	TF01	5,00																																												

Esquemas	Polaridad	Protecciones	I _{cu} (kA)	I _{cs} (kA)	I _{cc} máx mín (kA)	T _{Cable} CC _{máx} CC _{mín} (s)	T _p CC _{máx} CC _{mín} (s)
INV01-CT01	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 1.97	1.18 131.73	<0.10 0.53
INV02-CT01	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 2.27	1.18 98.66	<0.10 0.34
INV03-CT01	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 3.18	1.18 50.41	<0.10 0.12
INV04-CT01	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 3.54	1.18 40.51	<0.10 <0.10
INV05-CT01	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 5.75	1.18 15.39	<0.10 <0.10
INV01-CT02	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 5.81	1.18 15.09	<0.10 <0.10
INV02-CT02	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 5.02	1.18 20.18	<0.10 <0.10
INV03-CT02	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 4.65	1.18 23.54	<0.10 <0.10
INV04-CT02	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 3.79	1.18 35.38	<0.10 <0.10
INV05-CT02	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 2.83	1.18 63.53	<0.10 0.18
INV06-CT02	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	20.76 2.21	1.18 104.17	<0.10 0.37
INV01-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 1.44	0.68 244.64	<0.10 2.20
INV02-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 1.86	0.68 146.61	<0.10 0.67
INV03-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 2.03	0.68 123.65	<0.10 0.48
INV04-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 2.17	0.68 107.65	<0.10 0.39
INV05-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 2.90	0.68 60.63	<0.10 0.16
INV06-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 5.55	0.68 16.53	<0.10 <0.10
INV07-CT03	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.41 3.76	0.68 35.97	<0.10 <0.10
INV01-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 3.38	0.67 44.62	<0.10 0.10
INV02-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 2.30	0.67 95.99	<0.10 0.33
INV03-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 1.78	0.67 160.91	<0.10 0.81
INV04-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 7.75	0.67 8.47	<0.10 <0.10
INV05-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 5.73	0.67 15.53	<0.10 <0.10
INV06-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 2.64	0.67 72.91	<0.10 0.12
INV07-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 2.64	0.67 72.91	<0.10 0.22
INV08-CT04	3F	Fusible, Tipo gL/gG; In: 200 A; Icu: 50 kA	50.00	-	27.51 2.05	0.67 121.54	<0.10 0.46

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
REPARTICIÓN VALENCIA

Nº COLEGIADO: 4717 **DANIEL FUENTES BARGUES**

FECHA: 19/02/2021 **Nº VISADO: 2021/704**

VISADO

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

LSMT	Línea	Inicio	Fin	Longitud (m)	Longitud + 10% (m)	ΣP _{inv} (kW)	U _{li} (V)	cos φ	sen φ	I _{LSMT} (A)	K _{son.}	I' _{LSMT} (A)	Cable	V _{ad.} (V)	Verfic. V _{ad.} > V _{ad(imp)}	Tipo	Sección		R		X	I ₂ (A)	Sistema	Sistema	Tª terr. (°C)	Profundidad (m)	Resistividad térmica (K·m/W)	MÉTODO DE INSTALACIÓN				Tª amb. (°C)	Verfic. I ₂ > I' _{LSMT}	ΔU (V)	ΔU (%)	ΔU _{adm} (%)	Verfic. ΔU(<ΔU _{adm})	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)	Perd. _{adm} (%)	Verfic. Perd.(%)<Perd. _{adm} (%)	
																	mm ²	n	ohm/m	ohm/km								Nº circuitos	Distancia	k1	k2											k3
CT01	CT01	CT02	427,98	470,78	925,00	10000,00	1,00	0,00	53,40	1,25	66,76	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	150,00	1,00	0,000201942	0,08	245,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	245,00	SI	8,79	0,09	1,00	SI	813,44	0,09	0,50	SI
CT02	CT02	CT03	135,42	148,96	1966,00	10000,00	1,00	0,00	113,51	1,25	141,88	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	150,00	1,00	0,000201942	0,08	245,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	245,00	SI	5,91	0,06	1,00	SI	1162,72	0,06	0,50	SI
CT03	CT03	CT04	396,54	436,19	3261,00	10000,00	1,00	0,00	188,27	1,25	235,34	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	240,00	1,00	0,000126214	0,08	320,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	320,00	SI	17,95	0,18	1,00	SI	5854,44	0,18	0,50	SI
CT04	CT04	CSECC	197,46	217,21	4672,00	10000,00	1,00	0,00	269,74	1,25	337,17	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	400,00	1,00	7,57283E-05	0,08	415,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	415,00	SI	7,68	0,08	1,00	SI	3590,42	0,08	0,50	SI
CT01-puente AT	TF01	CP01	5,00	5,50	925,00	10000,00	1,00	0,00	53,40	1,25	66,76	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	95,00	1,00	0,000318856	0,08	190,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	190,00	SI	0,16	0,00	1,00	SI	15,01	0,00	0,50	SI
CT02-puente AT	TF02	CP02	5,00	5,50	1041,00	10000,00	1,00	0,00	60,10	1,25	75,13	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	95,00	1,00	0,000318856	0,08	190,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	190,00	SI	0,18	0,00	1,00	SI	19,00	0,00	0,50	SI
CT03-puente AT	TF03	CP03	5,00	5,50	1295,00	10000,00	1,00	0,00	74,77	1,25	93,46	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	95,00	1,00	0,000318856	0,08	190,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	190,00	SI	0,23	0,00	1,00	SI	29,41	0,00	0,50	SI
CT04-puente AT	TF04	CP04	5,00	5,50	1411,00	10000,00	1,00	0,00	81,46	1,25	101,83	RHSZ1	20000	SI	Aluminio	95,00	1,00	0,000318856	0,08	190,00	Enterrado	Tubo	25,00	1,00	1,50	1	En contacto	40	1,00	1,00	1,00	1,00	190,00	SI	0,25	0,00	1,00	SI	34,91	0,00	0,50	SI



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO E.- CÁLCULOS ENERGÉTICOS

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. DATOS GEOGRÁFICOS.....	3
3. DATOS CLIMÁTICOS	4
4. INCLINACIÓN ÓPTIMA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	4
5. ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS	4
6. DISTANCIA ENTRE FÍLAS DE MÓDULOS.....	5
7. CÁLCULO DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS	5
7.1. PÉRDIDAS POR TEMPERATURA	5
7.2. PÉRDIDAS POR CONEXIONADO	6
7.3. PÉRDIDAS POR SOMBREADO ENTRE MÓDULOS	6
7.4. PÉRDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD.....	6
7.5. PÉRDIDAS ESPECTRALES	6
7.6. PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DEL INVERSOR	7
7.7. PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA.....	7
7.8. PÉRDIDAS POR EFECTO JOULE EN LOS CONDUCTORES.....	7
8. PARÁMETROS DE SIMULACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	8
9. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....	8
10. INFORME DE SIMULACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA	10

1. OBJETO

El objeto del presente estudio de generación es la definición y justificación de los parámetros tenidos en cuenta a la hora de calcular la producción energética estimada de la planta fotovoltaica "Llano de Aín", así como los aspectos de diseño que optimicen ésta.

2. DATOS GEOGRÁFICOS

La planta fotovoltaica objeto del presente proyecto se ubicará en el municipio de Jaca, provincia de Huesca, en la Comunidad Autónoma de Aragón, España.

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
Municipio	Jaca
Provincia	Huesca (Aragón)
País	España
Coordenadas U.T.M. (USO 30-ETRS89)	$X_{UTM} = 700.537$ $Y_{UTM} = 4.714.525$
Latitud	42° 33' 25" N
Longitud	0° 33' 26" O
Altitud	821 m.s.n.m.

Tabla 1. Emplazamiento planta fotovoltaica "Llano de Aín"

En la siguiente ilustración se observa la ubicación prevista de la planta fotovoltaica:



Ilustración 1. Parcelas previstas para la ubicación de la planta fotovoltaica

La planta fotovoltaica se ubicará en se ubicará en parte de las parcelas de la finca "LLANO DE AÍN", parcela 3 del polígono 54, parcelas 16, 37 (recintos 3 y 5), 42 (recinto 1) y 49, del polígono 55 del municipio de Jaca (Huesca), parcelas bajo contrato de arrendamiento u opción de compra. La situación de la instalación y superficies ocupadas queda reflejada en la planimetría adjunta al presente documento.

3. DATOS CLIMÁTICOS

El análisis del recurso solar tiene como objetivo analizar la radiación y datos de temperatura de las fuentes meteorológicas disponibles.

El análisis consiste en generar un conjunto representativo de valores medios de la radiación solar y la temperatura para un período de un año, llamado Año Meteorológico Típico (TMY).

La fuente analizada para generar el TMY es PVGIS, Meteonorm, o cualquier base de datos meteorológica de reconocido prestigio, tanto para calcular el valor de la irradiación mensual del TMY, como para el cálculo de la temperatura media mensual del TMY.

Los datos meteorológicos para la localización prevista han sido obtenidos desde la base de datos Meteonorm 7.2 (1995-2010), Sat=100%. En la siguiente tabla se observan los datos de radiación global horizontal, radiación difusa horizontal y la temperatura del ambiente:

RECURSO SOLAR			
Mes	Radiación global horizontal [kWh/m ²]	Radiación difusa horizontal [kWh/m ²]	Temperatura ambiente [kWh/m ²]
Enero	64,00	21,80	5,06
Febrero	77,30	30,20	6,10
Marzo	128,70	45,50	9,47
Abril	161,20	58,10	11,06
Mayo	194,80	69,40	15,30
Junio	217,20	72,30	19,65
Julio	238,10	59,50	20,99
Agosto	198,60	55,70	20,94
Septiembre	150,20	46,00	17,77
Octubre	101,90	39,80	14,31
Noviembre	71,90	23,20	8,45
Diciembre	55,00	21,20	5,29
TOTAL	1658,90	542,70	12,87

Tabla 2. Radiación horizontal global, difusa y temperatura del TMY. Fuente: Meteonorm 7.2

4. INCLINACIÓN ÓPTIMA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Los seguidores a un eje empleados en el proyecto poseen un sistema de "backtracking" o seguimiento solar por lo que se ajustarán su inclinación a lo largo del día, optimizando en todo momento la producción de energía.

5. ORIENTACIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Todos los módulos se encuentran fijados horizontalmente en filas orientadas 0° respecto al SUR, por lo que para evaluar la distancia entre filas se debe tener en cuenta la proyección este-oeste, de acuerdo con el movimiento del seguidor solar de la estructura. Por tanto, las distancias de separación entre filas (dirección norte-sur) se han calculado bajo el criterio de minimizar el sombreado de los módulos.

6. DISTANCIA ENTRE FÍLAS DE MÓDULOS

Para minimizar las pérdidas debidas al sombreado entre módulos fotovoltaicos se debe determinar una distancia mínima entre las filas o pitch. El cálculo de esta distancia se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios de diseño:

- Indicaciones del Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C-REV julio 2011 elaborado por el Departamento de Energía Solar del IDEA y CENSOLAR.
- Optimización de las pérdidas energéticas debidas al cableado.
- Optimización del espacio disponible para la instalación de módulos fotovoltaicos.

Teniendo en cuenta los criterios de diseño anteriores, la distancia entre filas de módulos o pitch considerado en la presente planta fotovoltaica será de 5,75 m.

7. CÁLCULO DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS

La energía producida por una instalación fotovoltaica depende de los siguientes factores principalmente:

- La irradiancia solar recibida sobre el plano del generador fotovoltaico.
- La potencia pico instalada.
- Rendimiento de la instalación, en el que se reflejan las pérdidas asociadas a la instalación fotovoltaica (generador fotovoltaico + sistema de acondicionamientos de potencia).
- Las pérdidas que sufre la transformación de la energía solar por un parque fotovoltaico se pueden agrupar en los siguientes conceptos:

7.1. PÉRDIDAS POR TEMPERATURA

En un módulo fotovoltaico se producen unas pérdidas de potencia del orden de entre un 4 y un 5 % por cada diez grados de aumento de su temperatura de operación. Esta temperatura depende tanto de los factores ambientales (irradiación, temperatura ambiente y velocidad del viento) como de otros factores relativos a su ubicación (posición de módulos o condiciones de aireación). Por tanto, si se comparan dos ubicaciones en las que las condiciones de irradiación solar incidente sean iguales, en aquella en la que el clima sea más frío, para un mismo sistema fotovoltaico, se producirá más energía.

De cara a minimizar estas pérdidas se ha intentado, por un lado, seleccionar equipos con bajos coeficientes de pérdidas por temperatura y, por otro lado, seleccionar la ubicación más idónea para facilitar la refrigeración del panel.

En los sistemas con seguimiento solar estas pérdidas son mayores porque el panel recibe más irradiancia que en un sistema fijo y alcanza una temperatura mayor de operación.

7.2. PÉRDIDAS POR CONEXIONADO

Los paneles fotovoltaicos de una misma serie pueden presentar valores de potencia ligeramente distintos. Las pérdidas por conexionado son pérdidas energéticas causadas al realizar la conexión entre módulos con distinto valor de potencia.

Cuando se conectan un conjunto de módulos en serie, se va a producir una limitación sobre la corriente de la serie, ya que el panel que disponga de menor potencia de todos los conectados no va a permitir que circulen más amperios que los máximos que él pueda dar.

Análogamente, cuando se realice la conexión en paralelo de distintos módulos, el módulo de menor potencia limitará la tensión máxima del conjunto. Hay que destacar que, aunque sean módulos de igual potencia (en realidad, aunque sean los mismos módulos tienen ligeras diferencias de potencia), si un módulo o hilera de módulos tiene más caída de tensión que otro, este será igualmente limitante de los demás. Estas pérdidas se pueden reducir mediante una instalación ordenada en potencias de los módulos. Dichas pérdidas suelen estar en el rango del 1% al 2,5%.

7.3. PÉRDIDAS POR SOMBREADO ENTRE MÓDULOS

Los sistemas fotovoltaicos se diseñan de tal forma que se produzcan el menor número de pérdidas por sombreado posibles. Tal y como se ha comentado, los seguidores a un eje empleados en el proyecto poseen un sistema de "backtracking" por el cual se minimizan las sombras en las primeras y últimas horas del día donde la posición del sol es más crítica a la hora de generar sombreado entre paneles.

7.4. PÉRDIDAS POR POLVO Y SUCIEDAD

Una vez instalado el módulo fotovoltaico, en la intemperie, será inevitable que se vaya depositando el polvo y la suciedad sobre la superficie de este. Suponiendo que esta deposición de polvo y suciedad fuese uniforme sobre la superficie del panel, dará lugar a una disminución en la corriente y tensión producida por el panel. Las pérdidas por polvo y suciedad dependen del lugar de la instalación y de la frecuencia de lluvias, aunque valores típicos anuales son inferiores al 2,8% para superficies con un grado de suciedad alto.

7.5. PÉRDIDAS ESPECTRALES

Las condiciones estándar en las que se analiza por parte del fabricante el valor de la potencia del módulo asumen que el espectro es estándar AM 1.5G. Sin embargo, durante la operación del módulo fotovoltaico el espectro no es estándar durante todo el tiempo de exposición.

La célula fotovoltaica es espectralmente selectiva. Esto quiere decir que la corriente generada es distinta para cada longitud de onda del espectro solar de la radiación incidente. La variación del espectro solar en cada momento respecto del espectro normalizado puede afectar a la respuesta de las células dando lugar a ganancias o pérdidas energéticas. El efecto espectral puede hacer variar la potencia en un margen del 1%.

7.6. PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DEL INVERSOR

El funcionamiento de los inversores fotovoltaicos se define mediante una curva de rendimiento en función de cuál sea la potencia de operación. Es importante en la fase de diseño del generador fotovoltaico seleccionar un inversor de alto rendimiento en condiciones nominales de operación, hecho que va a ir ligado a una selección adecuada de la potencia del inversor en función de la potencia del generador.

Esto se debe a que la utilización de un inversor de una potencia excesiva en función de la potencia del generador fotovoltaico dará lugar a que el sistema opera una gran parte del tiempo en valores de rendimiento muy bajos, con las consecuentes pérdidas de generación.

Por tanto, el rendimiento del inversor es, sin duda alguna, el parámetro más representativo de los inversores. Además de su diseño interno y características constructivas, el rendimiento del inversor viene determinado por la utilización o no en el equipo de un transformador de aislamiento galvánico.

7.7. PÉRDIDAS POR RENDIMIENTO DE SEGUIMIENTO DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA

El inversor trabaja conectado directamente al generador fotovoltaico, con un dispositivo electrónico de seguimiento del punto de máxima potencia del generador. Este punto de máxima potencia cambia con las condiciones ambientales (irradiación y temperatura). En condiciones normales de operación se van a producir interferencias sobre la potencia producida por el generador. La presencia de sombras o la aparición de suciedades van a provocar escalones en la curva I-V de la célula y por ello, el inversor va a pasar a operar en un punto que no es el de máxima potencia.

7.8. PÉRDIDAS POR EFECTO JOULE EN LOS CONDUCTORES

Tanto en la zona de corriente continua como en la parte de corriente alterna (desde la salida de los inversores hasta la conexión a red, incluyendo las pérdidas del circuito de AT y las propias del centro de transformación) de la instalación se producen unas pérdidas energéticas originadas por las caídas de tensión cuando una determinada corriente circula por un conductor de un material y sección determinados. Estas pérdidas se van a reducir durante la fase de diseño mediante un correcto dimensionado, considerando que la sección de los conductores sea suficiente en función de la corriente que circula por ellos.

Conocidas las pérdidas de una instalación y la energía teórica se puede estimar la energía entregada por el parque fotovoltaico.

Por tanto, la estimación de energía entregada a la red será la energía ideal reducida por los factores de pérdidas. Se denomina ratio de producción PR (Performance Rating) al cociente entre la energía realmente producida por la instalación y la energía teórica máxima que puede generar la instalación. Mientras mayor sea el ratio de producción, menos pérdidas se producen en la misma.

Para estimar la energía entregada a la red que producirá la instalación, E_{real} , se procede de la siguiente forma: Conocida la potencia pico del generador y la radiación solar incidente sobre el mismo se estima la energía máxima teórica que puede producir, E_{ideal} , la cual se obtiene como el producto de la irradiación solar, por la superficie del generador fotovoltaico, y por el rendimiento del módulo fotovoltaico. El rendimiento medio de un módulo varía entre un 18% y un 20% en función de la tecnología.

La energía ideal se reduce debido a las pérdidas comentadas anteriormente.

8. PARÁMETROS DE SIMULACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Para la estimación de la producción de la energía eléctrica de la planta fotovoltaica se han utilizado los siguientes parámetros característicos de los equipos utilizados en su diseño:

- Módulo fotovoltaico: CS7L-585 MS de Canadian Solar
 - Número de módulos fotovoltaicos: 8544 ud
 - Potencia pico módulo FV: 585 Wp
- Inversores: SUN2000-185KTL-H1 (185 kW)
SUN2000-105KTL-H1 (116 kW)
 - Número de inversores: 26 ud
- Potencia instalada: 4,998 MWp
- Potencia nominal: 4,672 MWp
- Configuración DC:
 - SUN2000-185KTL-H1; 8 ud.; 12 strings/inversor; 30 módulos/string
 - SUN2000-185KTL-H1; 16 ud.; 11 strings/inversor; 30 módulos/string
 - SUN2000-185KTL-H1; 2 ud.; 6 strings/inversor; 32 módulos/string
- Configuración de la estructura:
 - Seguidor horizontal a un eje.
 - Disposición de módulos 1V.
 - Azimud 0°.
 - Pitch: 5,75 m.

9. ESTIMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Mediante el software de simulación PVsyst se introducen los parámetros característicos de la instalación tales como:

- Datos de irradiancia global horizontal y temperatura estimados para la zona.
- Tipología de seguidor, así como parámetros que definen su implantación y comportamiento.

- Marca y modelo de módulo fotovoltaico, así como sus principales características de comportamiento.
- Marca y modelo del inversor fotovoltaico.
- Configuración de módulos por strings y agrupaciones de strings del campo fotovoltaico.
- Introducción de las pérdidas estimadas según la distribución de la instalación y características constructivas.

Una vez introducidos estos parámetros, el software estima un conjunto de pérdidas globales en las condiciones de funcionamiento de la instalación fotovoltaica durante un año tipo. Los datos obtenidos son de una simulación por ordenador que se trata de ajustar al máximo a la realidad, no obstante, la múltiple influencia de variables no controlables o no ajustadas a la realidad, puede conllevar que los resultados alcanzados en la realidad difieran en cierta medida de los obtenidos en la simulación.

En la siguiente tabla se observa la producción de energía eléctrica entregada a la red en el año 0:

	Producción total (MWh)	PR
TOTAL	9694 MWh	85,87%

Tabla 3. Producción de energía eléctrica año 0

La producción específica de energía eléctrica entregada a la red en el año 0 será de 1939 kWh/kWp.

Jaca, enero de 2021
EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes Bargues
Colegiado nº 4.717. COIICV

10. INFORME DE SIMULACIÓN DE LA PRODUCCIÓN ENERGÉTICA



Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : "Llano de Ain" - Jaca (Spain)

Geographical Site Jaca (Llano de Ain) Country Spain

Situation Latitude 42.56° N Longitude -0.56° W
 Time defined as Legal Time Time zone UT+1 Altitude 821 m
 Albedo 0.20

Meteo data: Jaca (Llano de Ain) Meteonorm 7.2 (1995-2010), Sat=100% - Synthetic

Simulation variant : "Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Simulation date 05/02/21 12h38

Simulation parameters System type **Trackers single array, avec backtracking**

Tracking plane, tilted Axis Axis Tilt 0° Axis Azimuth 0°
 Rotation Limitations Minimum Phi -55° Maximum Phi 55°
 Tracking algorithm Astronomic calculation

Backtracking strategy Nb. of trackers 112 Single array
 Tracker Spacing 5.75 m Collector width 2.19 m
 Backtracking limit angle Phi limits +/- 67.4° Ground cov. Ratio (GCR) 38.1 %

Models used Transposition Perez Diffuse Perez, Meteonorm

Horizon Average Height 5.0°

Near Shadings According to strings Electrical effect 100 %

User's needs : Unlimited load (grid)

PV Arrays Characteristics (3 kinds of array defined)

PV module Si-mono Model **CS7L-585MS 1500V**
 Custom parameters definition Manufacturer Canadian Solar Inc.

Sub-array "Sub-array #1"

Number of PV modules	In series	30 modules	In parallel	96 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	2880	Unit Nom. Power	585 Wp
Array global power	Nominal (STC)	1685 kWp	At operating cond.	1537 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	913 V	I mpp	1683 A

Sub-array "Sub-array #2"

Number of PV modules	In series	30 modules	In parallel	176 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	5280	Unit Nom. Power	585 Wp
Array global power	Nominal (STC)	3089 kWp	At operating cond.	2818 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	913 V	I mpp	3086 A

Sub-array "Sub-array #3"

Number of PV modules	In series	32 modules	In parallel	12 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	384	Unit Nom. Power	585 Wp
Array global power	Nominal (STC)	225 kWp	At operating cond.	205 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	974 V	I mpp	210 A

Total Arrays global power Nominal (STC) **4998 kWp** Total 8544 modules
 Module area **24229 m²**

Sub-array "Sub-array #1" : Inverter Model **SUN2000-185KTL-H1 @40C**
 Custom parameters definition Manufacturer Huawei Technologies

Characteristics Operating Voltage 500-1500 V Unit Nom. Power 175 kWac
 Max. power (=>30°C) 185 kWac

Inverter pack Nb. of inverters 8 units Total Power 1400 kWac
 Pnom ratio 1.20

Documento visado electrónicamente con número 2021-7704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "Sub-array #2" : Inverter

Custom parameters definition	Model	SUN2000-185KTL-H1 @40C		
Characteristics	Manufacturer	Huawei Technologies		
	Operating Voltage	500-1500 V	Unit Nom. Power	175 kWac
			Max. power (=>30°C)	185 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	16 units	Total Power	2800 kWac
			Pnom ratio	1.10

Sub-array "Sub-array #3" : Inverter

Custom parameters definition	Model	SUN2000-105KTL-H1		
Characteristics	Manufacturer	Huawei Technologies		
	Operating Voltage	600-1500 V	Unit Nom. Power	105 kWac
			Max. power (=>25°C)	116 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	2 units	Total Power	210 kWac
			Pnom ratio	1.07

Total	Nb. of inverters	26	Total Power	4410 kWac
--------------	------------------	----	-------------	-----------

PV Array loss factors

Array Soiling Losses		Loss Fraction	2.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const) 29.0 W/m ² K	Uv (wind)	0.0 W/m ² K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1 9.3 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2 5.1 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3 79 mOhm	Loss Fraction	1.6 % at STC
	Global	Loss Fraction	1.5 % at STC
LID - Light Induced Degradation		Loss Fraction	1.3 %
Module Quality Loss		Loss Fraction	-0.5 %
Module Mismatch Losses		Loss Fraction	0.9 % at MPP

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System loss factors

AC wire loss inverter to transfo	Inverter voltage	800 Vac tri		
	Wires: 3x30000.0 mm ²	58 m	Loss Fraction	0.0 % at STC
External transformer	Iron loss (Night disconnect)	4912 W	Loss Fraction	0.1 % at STC
	Resistive/Inductive losses	1.30 mOhm	Loss Fraction	1.0 % at STC
Auxiliaries loss	constant (fans)	10.00 kW	... from Power thresh.	0.0 kW
	Night auxiliaries consumption	5.00 kW		



Grid-Connected System: Horizon definition

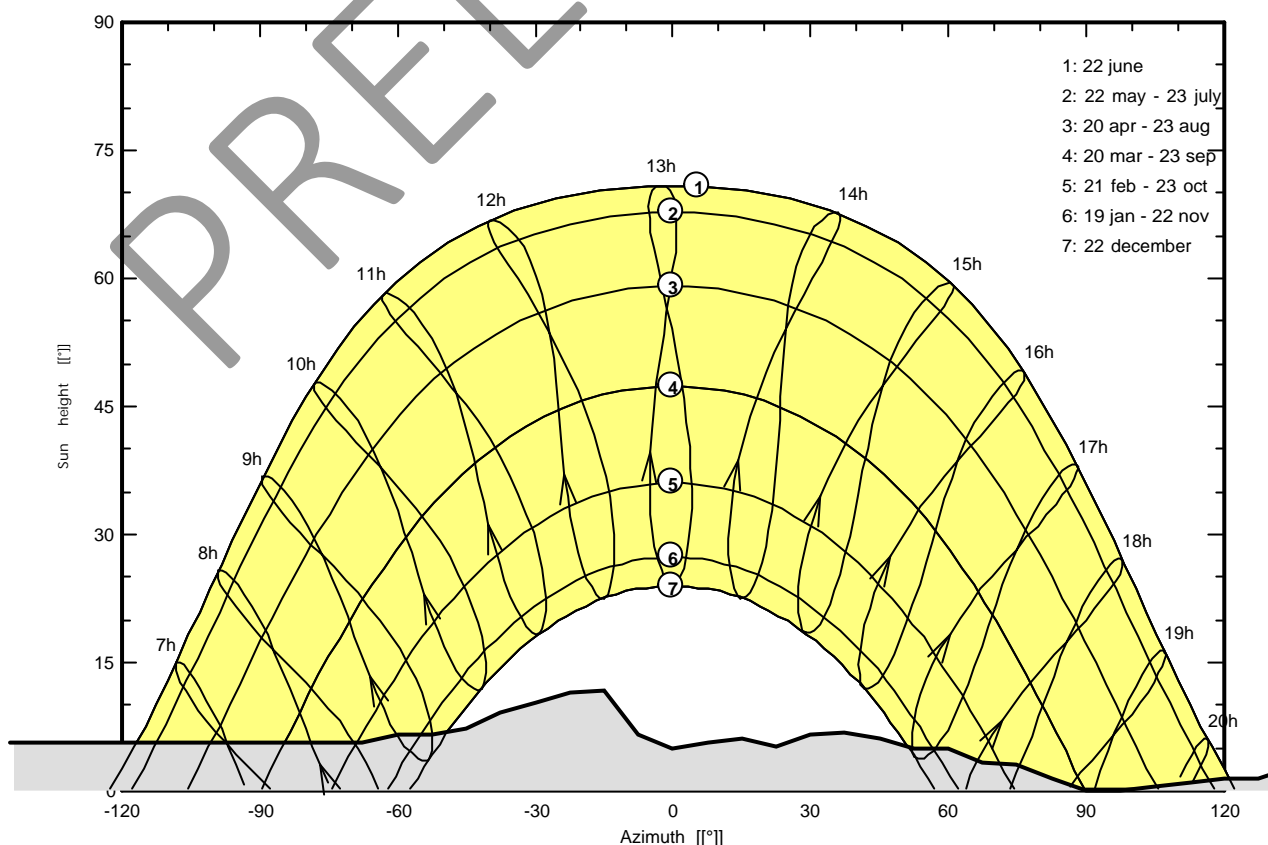
Project : "Llano de Ain" - Jaca (Spain)
Simulation variant : "Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Main system parameters	System type	Trackers single array, avec backtracking	
Horizon	Average Height	5.0°	
Near Shadings	According to strings	Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	Axis Azimuth	0°
PV modules	Model	CS7L-585MS 1500V	Pnom 585 Wp
PV Array	Nb. of modules	8544	Pnom total 4998 kWp
Inverter	Model	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom 175 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-105KTL-H1	Pnom 105 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	26.0	Pnom total 4410 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Horizon	Average Height	5.0°	Diffuse Factor	0.97
	Albedo Factor	100 %	Albedo Fraction	0.87

Height [°]	4.6	3.8	4.2	6.1	5.3	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90
Height [°]	5.7	5.7	5.7	6.5	6.5	7.3	9.2	10.3	11.5	11.8	6.5	5.0	5.7
Azimuth [°]	-83	-75	-68	-60	-53	-45	-38	-30	-23	-15	-8	0	8
Height [°]	6.1	5.3	6.5	6.9	6.1	5.0	5.0	3.4	3.1	1.5	0.0	0.0	0.4
Azimuth [°]	15	23	30	38	45	53	60	68	75	83	90	98	105
Height [°]	1.1	1.5	1.5	2.7	2.7	2.7	3.1	5.0	5.3	4.6			
Azimuth [°]	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180			

Horizon from PVGIS website API



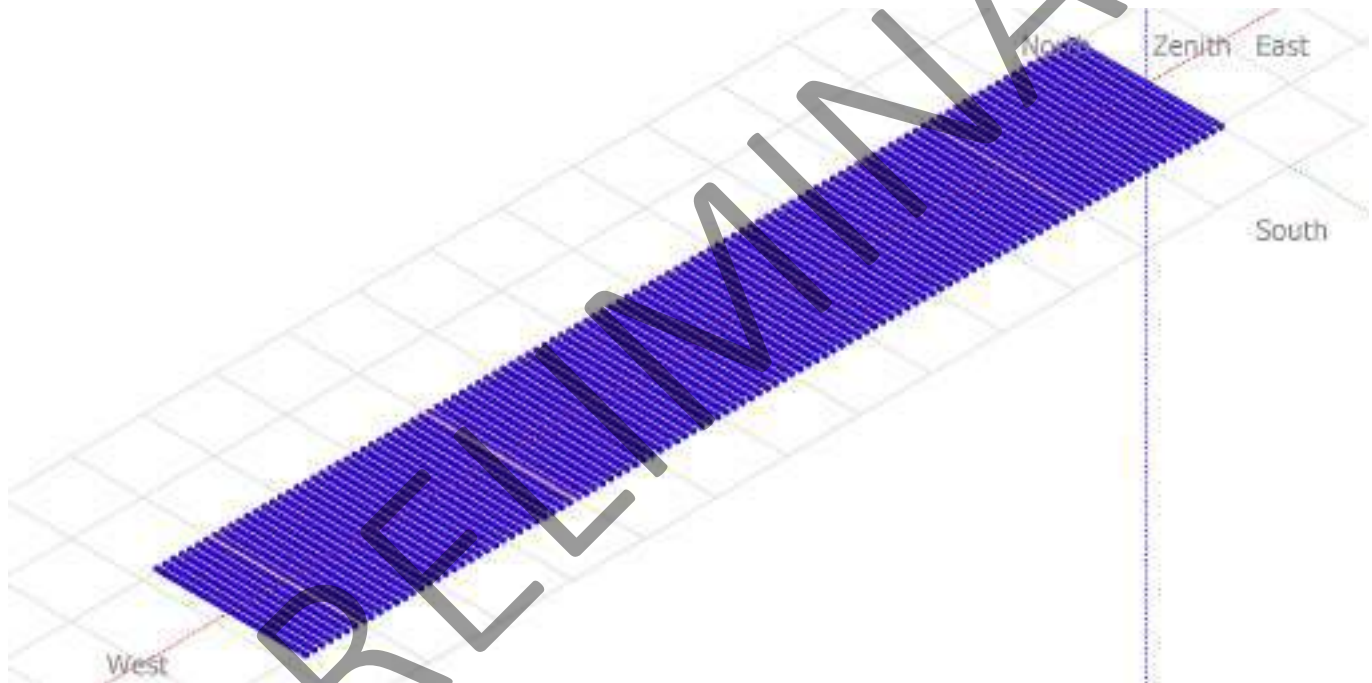
Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Grid-Connected System: Near shading definition

Project : "Llano de Ain" - Jaca (Spain)
Simulation variant : "Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Main system parameters	System type	Trackers single array, avec backtracking	
Horizon	Average Height	5.0°	
Near Shadings	According to strings	Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	Axis Azimuth	0°
PV modules	Model	CS7L-585MS 1500V	Pnom 585 Wp
PV Array	Nb. of modules	8544	Pnom total 4998 kWp
Inverter	Model	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom 175 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-105KTL-H1	Pnom 105 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	26.0	Pnom total 4410 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

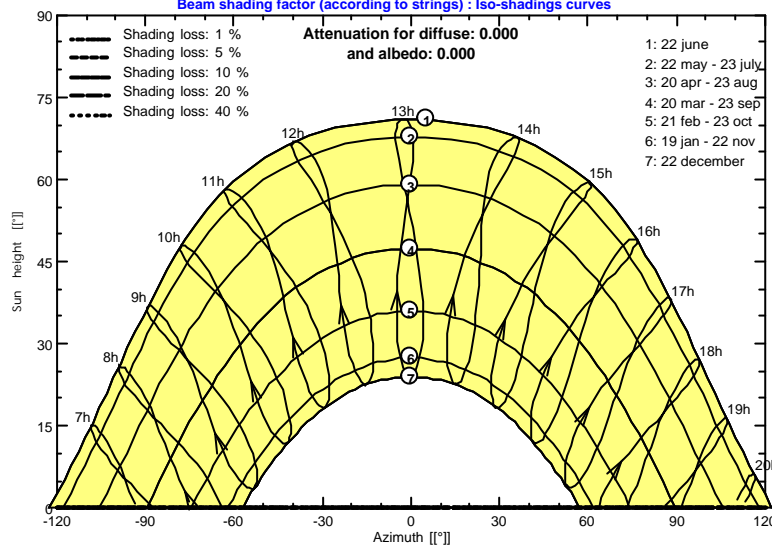
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram

"Llano de Ain" - Jaca (Spain)

Beam shading factor (according to strings) : Iso-shadings curves



Grid-Connected System: Main results

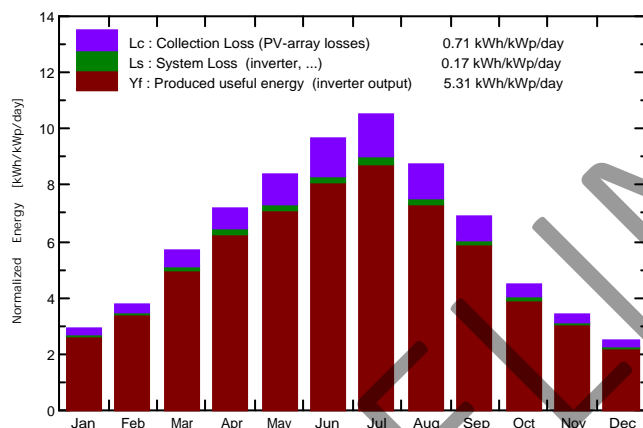
Project : "Llano de Ain" - Jaca (Spain)
Simulation variant : "Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Main system parameters	System type	Trackers single array, avec backtracking
Horizon	Average Height	5.0°
Near Shadings	According to strings	Electrical effect 100 %
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	0°
PV modules	Model	CS7L-585MS 1500V Pnom 585 Wp
PV Array	Nb. of modules	8544 Pnom total 4998 kWp
Inverter	Model	SUN2000-185KTL-H1@40C Pnom 175 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-105KTL-H1 Pnom 105 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	26.0 Pnom total 4410 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)	

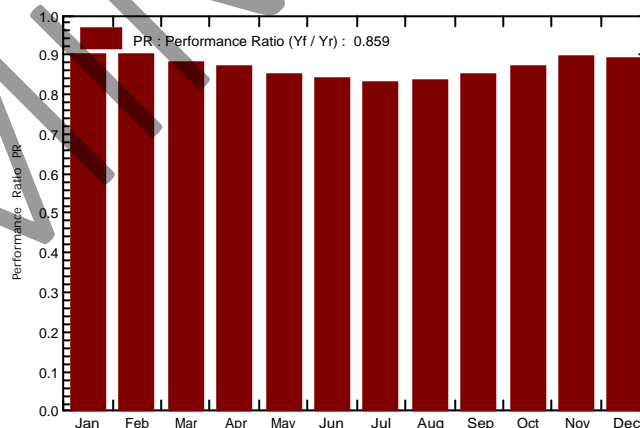
Main simulation results

System Production	Produced Energy	9694 MWh/year	Specific prod.	1939 kWh/kWp/year
	Performance Ratio PR	85.87 %		

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 4998 kWp



Performance Ratio PR



"Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	64.0	21.81	5.06	91.1	84.8	423	410	0.901
February	77.3	30.25	6.10	105.3	99.0	490	475	0.902
March	128.7	45.49	9.47	175.7	165.9	800	776	0.884
April	161.2	58.09	11.06	215.4	203.4	966	937	0.871
May	194.8	69.42	15.30	258.9	244.3	1135	1101	0.851
June	217.2	72.29	19.65	288.9	273.5	1249	1212	0.839
July	238.1	59.51	20.99	325.6	309.3	1397	1355	0.832
August	198.6	55.68	20.94	271.0	257.5	1171	1135	0.838
September	150.2	46.00	17.77	207.4	196.0	908	881	0.849
October	101.9	39.83	14.31	138.7	130.5	624	606	0.874
November	71.9	23.23	8.45	102.9	96.5	475	460	0.895
December	55.0	21.24	5.29	77.7	71.5	357	345	0.890
Year	1658.9	542.86	12.91	2258.7	2132.3	9995	9694	0.859

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation
 T_Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 PR Performance Ratio

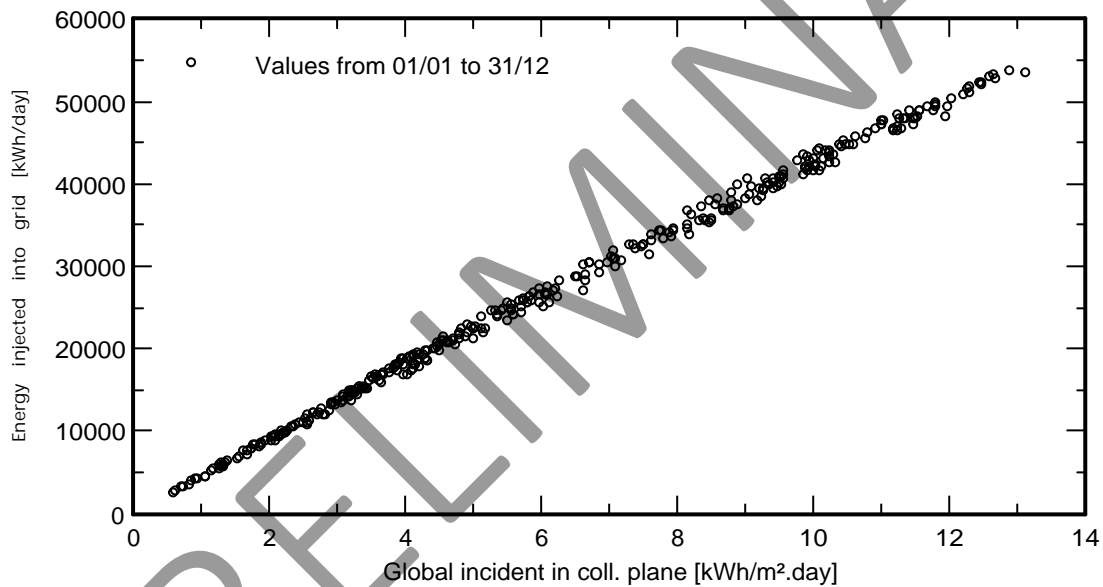


Grid-Connected System: Special graphs

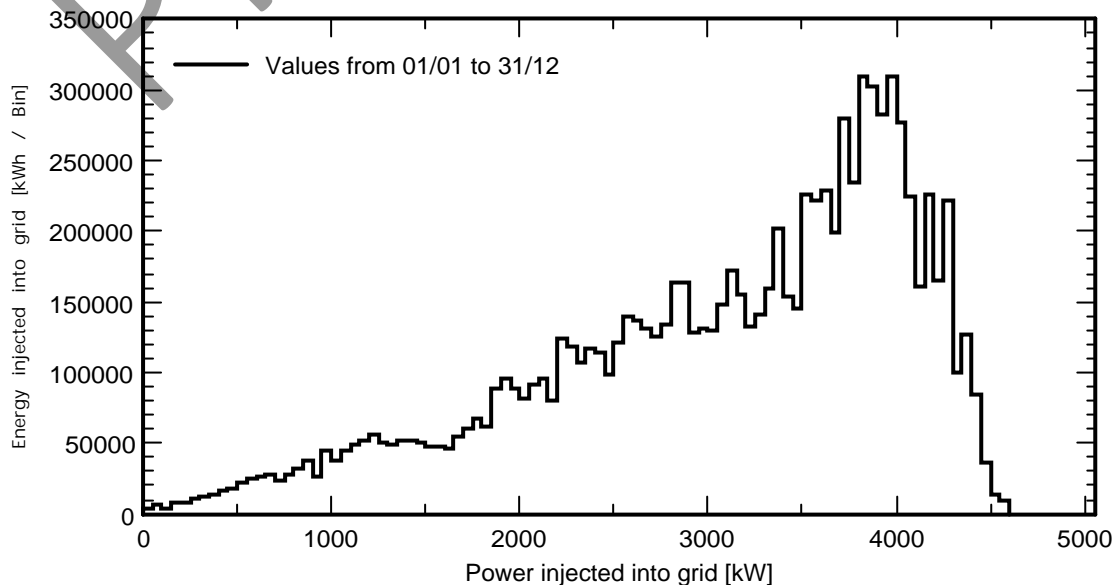
Project : "Llano de Ain" - Jaca (Spain)
Simulation variant : "Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Main system parameters	System type	Trackers single array, avec backtracking	
Horizon	Average Height	5.0°	
Near Shadings	According to strings	Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	Axis Azimuth	0°
PV modules	Model	CS7L-585MS 1500V	Pnom 585 Wp
PV Array	Nb. of modules	8544	Pnom total 4998 kWp
Inverter	Model	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom 175 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-105KTL-H1	Pnom 105 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	26.0	Pnom total 4410 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Daily Input/Output diagram



System Output Power Distribution



Documento visado electrónicamente con número 2021-7704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

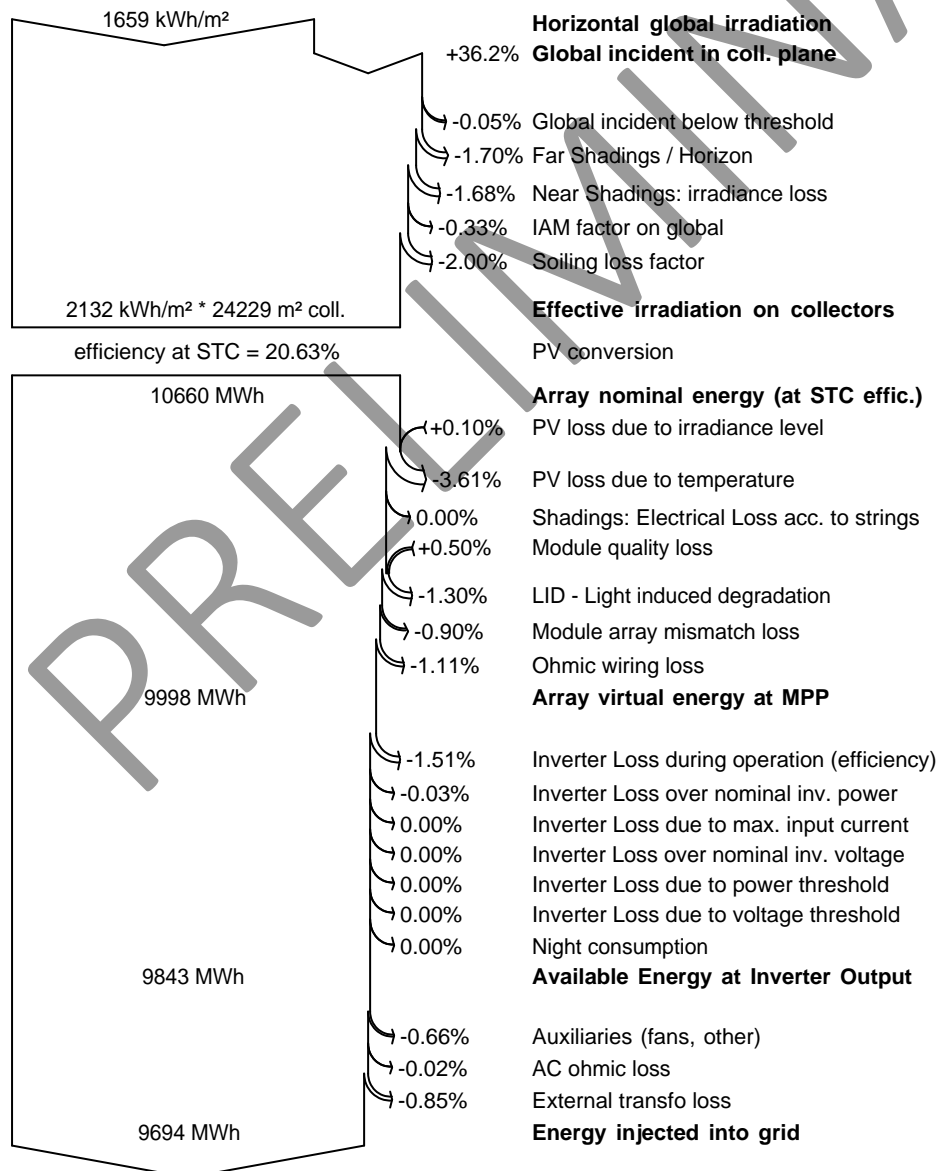


Grid-Connected System: Loss diagram

Project : "Llano de Ain" - Jaca (Spain)
Simulation variant : "Llano de Ain"_Single Axis Row Tracker 1V_5.75m pitch 5.0MWp CS585Wp_grid

Main system parameters	System type	Trackers single array, avec backtracking	
Horizon	Average Height	5.0°	
Near Shadings	According to strings	Electrical effect	100 %
PV Field Orientation	tracking, tilted axis, Axis Tilt	Axis Azimuth	0°
PV modules	Model	CS7L-585MS 1500V	Pnom 585 Wp
PV Array	Nb. of modules	8544	Pnom total 4998 kWp
Inverter	Model	SUN2000-185KTL-H1@40C	Pnom 175 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-105KTL-H1	Pnom 105 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	26.0	Pnom total 4410 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Loss diagram over the whole year



Documento visado electrónicamente con número 2021-7704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

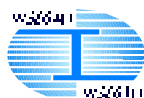
ANEJO F.- REQUISITOS INSTALACIONES PRIVADAS CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN.
GENERADORES EN MEDIA TENSIÓN - EDE

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

ÍNDICE

1. OBJETO.....	3
2. INTRODUCCIÓN	3
3. CONDICIONES PARA LA CONEXIÓN.....	3
3.1. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN	3
3.1.1. Nivel de tensión	3
3.1.2. Aparamenta	4
3.1.2.1. Niveles de aislamiento	4
3.1.2.2. Corrientes de cortocircuito	4
3.1.3. Sistema de protección en MT	4
3.1.3.1. Protección contra sobretensiones	5
3.1.3.2. Transformadores de intensidad y tensión para protección	5
3.1.3.3. Condiciones generales protecciones en MT.....	5
4. TELEDISPARO Y TELEBLOQUEO.....	9
5. CONTROL DE TENSIÓN DE RETORNO	9
6. TELECONTROL.....	10
7. PUNTOS Y CONDICIONES DE MEDIDA EN AT Y MT	10
8. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	11
9. PUESTA EN SERVICIO	11
10. CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS.....	13
10.1. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS	13
10.2. NIVEL DE RUIDO	14
10.3. PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL	14
10.4. CALIDAD DE ONDA	14
10.5. INVERSORES ELECTRÓNICOS	15

1. OBJETO

El objeto de la presente especificación es establecer las principales características que deberán cumplir los elementos indicados en la ITC-RAT 19 de las Instalaciones privadas de generación que se conecten a las redes de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U. (Endesa Distribución Eléctrica - EDE). Todo ello con la finalidad de conseguir una mayor estandarización en las redes, una mayor uniformidad de las prácticas de su explotación, así como la debida coordinación de aislamiento y protecciones y facilitar el control y vigilancia de dichas instalaciones.

El contenido del presente documento está extraído de las especificaciones particulares de EDE, concreto del documento "NRZ104 *Especificaciones Particulares de las Instalaciones Privadas conectadas a la Red de Distribución. Generadores en Alta y Media Tensión*", aprobadas por la administración competente, y que será el documento a considerar como válido para establecer las prescripciones de conexión.

2. INTRODUCCIÓN

En el apartado 3 de la ITC-RAT-19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, se establece que "con el fin de lograr una mayor estandarización en las redes, las entidades de transporte y distribución de energía eléctrica deberán proponer especificaciones particulares y proyectos tipo uniformes para todas las instalaciones privadas que se conecten a las redes ubicadas en el territorio en que desarrollen su actividad".

3. CONDICIONES PARA LA CONEXIÓN

3.1. INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

3.1.1. Nivel de tensión

Los actuales niveles de tensión MT en la zona de Aragón en EDE son los siguientes:

TENSIÓN	Aragón (**)	Baleares	Canarias	Cataluña (**)	Andalucía/Extremadura (**)
6	✓				
10	✓				
11	✓				
13.2	✓				
15 (*)	✓	✓			✓
20 (*)	✓		✓		✓
25 (*)	✓			✓	✓
30	✓				

Tabla 1. Niveles de tensión MT. Fuente: EDE

El nivel de tensión al que se conectará el generador vendrá dado por EDE, quien determinará, en función de los criterios técnicos para la asignación de puntos de conexión, qué tensiones serán las más adecuadas, así como los refuerzos y las instalaciones de nueva extensión de red necesarias de acuerdo a la legislación vigente. Del mismo modo, se recomendará el rango de regulación necesario de los transformadores para garantizar la calidad de servicio.

En zonas donde EDE tenga previsto un cambio de tensión de la red de distribución, EDE informará al generador de esta situación, y podrá requerirle que construya sus instalaciones aptas para el cambio de tensión nominal previsto.

En todos los casos la frecuencia de la red será de 50Hz.

3.1.2. Aparamenta

3.1.2.1. *Niveles de aislamiento*

Los niveles de aislamiento en función del nivel de tensión de red serán los indicados en la siguiente tabla:

TENSIÓN NOMINAL U_n (kV)	NIVELES DE AISLAMIENTO		
	Tensión más elevada para el material U_m (kV)	Tensión soportada a frecuencia industrial U_f (kV ef)	Tensión soportada con onda de choque tipo rayo U_I (kV cresta)
6	24	50	125
10	24	50	125
11	24	50	125
13.2	24	50	125
15	24	50	125
20	24	50	125
25	36	70	170
30	36	70	170

Tabla 2. Niveles de tensión MT. Fuente: EDE

3.1.2.2. *Corrientes de cortocircuito*

Se establecerán los siguientes valores de corrientes de cortocircuito trifásico según los niveles de tensión:

TENSIÓN NOMINAL U_n (kV)	I_{cc} 1 seg (kA) (*)	I_{cc} valor cresta (kA)
6	16/20	40/50
10	16/20	40/50
11	16/20	40/50
13.2	16/20	40/50
15	16/20	40/50
20	16/20	40/50
25	16/20	40/50
30	16/20	40/50

Tabla 3. Corrientes de cortocircuito trifásico MT. Fuente: EDE

Las instalaciones se diseñarán para soportar las máximas corrientes de cortocircuito esperadas, en las condiciones más desfavorables de explotación y teniendo en cuenta la red existente y el desarrollo previsto

3.1.3. Sistema de protección en MT

Conforme al artículo 110 del RD 1955/2000 las protecciones de las instalaciones privadas deben estar coordinadas con las de la empresa distribuidora "en base a las instrucciones técnicas complementarias que se dicten por el Ministerio de Economía, previo informe de la Comisión Nacional de Energía". Hasta que se publique la correspondiente instrucción técnica en base al

apartado 3 de la ITC RAT 19 que determina que las EP tienen entre sus fines “la debida coordinación de aislamiento y protecciones”, a continuación, se proponen las directrices básicas de las protecciones a instalar para asegurar una correcta coordinación.

3.1.3.1. Protección contra sobretensiones

Cuando el valor de las sobretensiones y su frecuencia aconsejen la protección de los transformadores contra sobretensiones de origen atmosférico, se instalarán pararrayos de óxidos metálicos según la norma UNE-EN 60099-4.

Los pararrayos se instalarán lo más cerca posible del elemento a proteger, sin intercalar ningún elemento de seccionamiento.

Se colocará un juego de pararrayos de óxidos metálicos en el punto de transición de línea aérea a subterránea. La conexión de la línea al pararrayos se hará mediante conductor de las mismas características que el de la línea. Dicha conexión será lo más corta posible.

No se prevé la instalación de pararrayos dado que toda la infraestructura eléctrica de media tensión es subterránea, sin existir transiciones aéreo-subterráneas en la planta fotovoltaica.

3.1.3.2. Transformadores de intensidad y tensión para protección

Para la medida de las variables de tensión e intensidad se emplearán, preferentemente, transformadores de tensión y de intensidad con las características que se indican a continuación. Se analizará en cada caso la posibilidad de instalar otro tipo de dispositivos o sensores que aseguren la misma funcionalidad y seguridad que los transformadores de tensión e intensidad.

Los Transformadores de intensidad y Transformadores de tensión serán conformes a las normas UNE-EN 61869-1, UNE-EN 61869-2 y UNE-EN 61869-3 y sus características serán las detalladas en el documento “NRZ102 Especificaciones Particulares de las Instalaciones Privadas conectadas a la Red de Distribución. Consumidores en AT y MT”.

3.1.3.3. Condiciones generales protecciones en MT

La instalación generadora dispondrá del sistema de protección que el titular considere más adecuado cumpliendo con la legislación vigente y debiendo ser selectivo con el sistema de EDE.

EDE podrá solicitar alguna protección adicional en el caso que el punto de conexión tenga cualquier particularidad debidamente justificada y reglamentariamente establecida.

De acuerdo al RD 337/2014 (ITC-09), RD 1699/2011, RD 413/2014 y a los criterios de EDE, las protecciones a instalar y sus correspondientes ajustes se detallan a continuación. Las protecciones actuarán siempre sobre el interruptor automático de protección y en los casos que proceda sobre el interruptor automático del generador.

Protección contra sobreintensidades (50/51, 50N/51N, 67N)

Las protecciones a instalar por el generador deberán proteger la instalación contra sobreintensidades, tanto de fase como de neutro. A su vez, deberán ser selectivas con las protecciones de cabecera de línea situadas en la subestación de alimentación, de forma que un defecto en la instalación del generador haga disparar su protección sin que dispare el interruptor automático de cabecera y no se afecte, por tanto, a los clientes y/o generadores conectados a la misma línea de MT.

En sistemas con neutro puesto a tierra, la protección será 50-51 para la sobreintensidad de fases y 50N-51N para el neutro. En sistemas con neutro aislado la protección a utilizar será 50-51 para la sobreintensidad de fases y 67N para el neutro. Para realizar correctamente esas funciones de protección, en el caso de neutro a tierra, se dispondrá de transformadores de intensidad en cada fase. Para sistemas de neutro aislado, además de los transformadores de intensidad anteriores, se instalará un transformador toroidal para detección de intensidad homopolar y 3 transformadores de tensión con sus devanados conectados en triángulo abierto. La instalación de estos 3 transformadores de tensión podrá evitarse si los transformadores de tensión instalados en la celda de medida cuentan con un devanado secundario exclusivo y de las características adecuadas.

En el caso de que no sea posible cumplir las características de medida y protección con un único juego de transformadores de medida (tensión/intensidad) se instalarán juegos de transformadores independientes.

Protección de mínima tensión (27)

La protección de mínima tensión se conectará entre fases. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable. Los valores de ajuste se adaptarán a los de la red de EDE a los que se conecte.

En las instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento frente a huecos de tensión según P.O. 12.3 el tiempo de actuación será acorde a las curvas tensión – tiempo indicadas en dicho procedimiento operativo.

Para el resto de generadores, el ajuste se realizará en un único escalón:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Um: -15%	Máx. 0.8 seg.

Tabla 4. Ajuste protección de mínima tensión. Fuente: EDE

Protección de máxima tensión (59)

La protección de máxima tensión se conectará entre fases para detectar el funcionamiento en red separada. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable. El ajuste se realizará en dos escalones:

En las instalaciones con obligación de cumplir requisitos de comportamiento frente a huecos de tensión según P.O. 12.3 el tiempo de actuación será acorde a las curvas tensión – tiempo indicadas en dicho procedimiento operativo.

Para el resto de generadores, el ajuste se realizará en un único escalón:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Un: +10%	Máx. 0,8 seg.
Un: +15%	Máx. 0,2 seg.

Tabla 5. Ajuste protección de máxima tensión. Fuente: EDE

Protección de máxima tensión homopolar (59N)

Protección de máxima tensión homopolar para detectar faltas a tierra de la red. El ajuste se determinará según la siguiente tabla:

Configuración neutro	Tiempo de actuación/sobretensión
Neutro a tierra	3 seg. 10V (*)
Neutro aislado	3seg. 40V (*)

* Sobretensión referida a la tensión medida en el secundario de los transformadores de protección

Tabla 6. Tiempo de actuación protección de máxima tensión homopolar. Fuente: EDE

Los requerimientos de transformadores de medida para la tensión homopolar serán los mismos que los indicados en el apartado “Protección contra sobreintensidades (50/51 50N/51N 67N)”.

Protección de mínima y máxima frecuencia (81m-M)

La protección de mínima y máxima frecuencia podrá detectar el funcionamiento en red aislada. Dispondrá de desconexión temporizada en tiempo fijo y regulable. Los valores serán los siguientes:

Umbral de protección	Tiempo de actuación
Máx. Frec: 51 Hz	Máx. 0,2 seg.
Min. Frec: 48 Hz (Península) Min. Frec: 47,5 Hz (Sist. Insulares)	Min. 3 seg.

Tabla 7. Tiempo de actuación protección de mínima y máxima frecuencia. Fuente: EDE

En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

Protección sincronismo (25)

Si el generador es síncrono, deberá instalarse un sistema de comprobación de sincronismo y energización. Este sistema actuará sobre el interruptor automático de protección en aquellas

instalaciones con posibilidad de funcionamiento en isla con su propio consumo. Los valores límite para dicha protección son:

Diferencia frecuencia	Diferencia ángulo	Diferencia tensión
0,5 Hz	20°	10V (*)

* Sobretensión referida a la tensión medida en el secundario de los transformadores de protección

Tabla 8. Tiempo de actuación protección de máxima tensión homopolar. Fuente: EDE

Si el generador es asíncrono con baterías de condensadores para la autoexcitación, éstas se desconectarán automáticamente en caso de disparo del interruptor.

Protección anti isla

Con el fin de evitar el funcionamiento en isla, se deberá instalar un sistema que actúe en caso de desconexión de la red.

Podrá estar basado en un sistema de teledisparo desde EDE o cualquier otro que garantice que la instalación no se pueda quedar conectada en isla alimentando a otros clientes de la red de distribución.

Preferentemente el sistema elegido será el teledisparo. En el contrato técnico de acceso se fijará la responsabilidad del generador ante posibles daños, originados por un funcionamiento en isla, en sus instalaciones, en la red de distribución o en las instalaciones de terceros.

Reposición automática

Como opción, el interruptor automático de protección podrá estar dotado de un automatismo que permitirá su reposición de forma automática si su apertura se ha producido por actuación de las protecciones voltimétricas (27, 59, 59N, 81m/M).

El automatismo permitirá el cierre si se cumplen las siguientes condiciones:

- Presencia de tensión de red, estable como mínimo durante 3 minutos.
- No existe actuación de las protecciones de sobreintensidad 50/51 ni de las de generación por faltas internas.
- No existe una orden enviada por los sistemas de protección y control de la red de EDE para el bloqueo en posición abierta del interruptor automático de protección. Esta orden existirá en el caso de que se instale el sistema de Teledisparo y Telebloqueo.
- En caso de actuación de la protección de máxima frecuencia, la reconexión sólo se realizará cuando la frecuencia alcance un valor menor o igual a 50 Hz.

El automatismo bloqueará el cierre por actuación de las protecciones de sobreintensidad (50/51) o las de generación y solo se podrá desbloquear en local, después de identificar el origen de la actuación de esta protección y la eliminación de la causa del disparo. Si la apertura del interruptor

automático de protección se produce manualmente por personal de la instalación generadora, el automatismo quedará deshabilitado.

Vigilancia de tensión de alimentación del sistema de protecciones

Las instalaciones de generación dispondrán de un sistema de vigilancia para evitar que las protecciones queden inoperativas por falta de tensión auxiliar de alimentación (pre-alarma y disparo).

Enclavamientos

Con el fin de garantizar la seguridad de las personas y equipos, se deberán prever los enclavamientos oportunos que eviten los errores de operación.

Se enclavará el cierre del interruptor automático de protección hasta que las protecciones de máxima/mínima tensión y máxima/mínima frecuencia, hayan detectado las condiciones de normalidad de la tensión y la frecuencia durante tres minutos consecutivos.

4. TELEDISPARO Y TELEBLOQUEO

En el caso de instalar este sistema como protección anti isla el generador deberá solicitar a EDE la especificación técnica de detalle del sistema de teledisparo y telebloqueo.

Esta situación estará reflejada en el acuerdo firmado entre EDE y el generador, aludiendo además a la necesidad de coordinar los dispositivos de reenganche automático de la red en la zona.

La orden de teledisparo partirá siempre desde la subestación de EDE, y actuará sobre el interruptor automático de protección para evitar que el generador pueda quedar funcionando en isla alimentando a otras cargas ajenas al mismo.

Para aquellos generadores que dispongan de un automatismo local de reconexión de la instalación generadora, se instalará y mantendrá un sistema que permita bloquear a distancia desde el centro de control de EDE esta reconexión según la ITC-09 Apartado 4.7.4 "Reposición Automática". El sistema estará integrado dentro del teledisparo.

5. CONTROL DE TENSIÓN DE RETORNO

Para garantizar la seguridad de las instalaciones de los clientes conectados a la red de distribución y las del propio generador, EDE podrá solicitar la instalación de un sistema de control de tensión de retorno en el interruptor de la posición de la subestación de la línea que alimenta al generador.

Tras la apertura del interruptor de la red de EDE esta protección bloquea su cierre al detectar presencia de tensión en la línea, debido al funcionamiento en isla de la instalación de generación con la red de distribución ante un eventual fallo de su sistema de protección anti-isla.

Para determinar la necesidad de este elemento de protección se analizarán las características del generador y de la red de distribución a la que se conecta.

6. TELECONTROL

En cumplimiento del art. 4.7.3 de la ITC-RAT-09, todas las instalaciones de generación conectadas a la red de distribución de EDE deberán estar dotadas de un sistema de teledesconexión que actúe sobre el elemento de conexión de la red de distribución con el generador y que permita su desconexión remota.

En base a estos requerimientos reglamentarios, a criterios de fiabilidad y calidad del servicio y para una gestión óptima de la red, estarán telecontrolados todos los interruptores seccionadores de EDE que realizan la función de conexión con la instalación del generador y, además, en el caso de CT de interior, todas las celdas de línea (entrada y salida) del centro de seccionamiento de la red de distribución de EDE.

7. PUNTOS Y CONDICIONES DE MEDIDA EN AT Y MT

Los puntos de conexión de las instalaciones generadoras con la red de distribución de EDE se consideran, excepto para las instalaciones de autoconsumo y cogeneraciones con consumo de electricidad asociado, puntos frontera del sistema eléctrico, por lo que deberán cumplir con lo dispuesto en el RD 1110/2007 "Reglamento unificado de puntos de medida" y con sus ITC correspondientes.

En referencia a los consumos asociados a una instalación de generación, excepto para las instalaciones de autoconsumo y cogeneraciones con consumo de electricidad asociado, sólo podrán conectarse en el mismo circuito que la instalación de generación los consumos propios de la misma. En caso de que existan otros consumos eléctricos en el mismo emplazamiento, pero ajenos a dicha instalación, se situarán en circuitos independientes de los circuitos eléctricos de la instalación y de sus equipos de medida. En general, en las instalaciones generadoras solo se podrán conectar los SSAA propios de ella, cuyo consumo será registrado por el contador de generación. En las instalaciones de autoconsumo, además se podrán conectar elementos de acumulación.

Para instalaciones de generación con conexión directa a la red de distribución (sin autoconsumo), el módulo de medida se instalará a la salida de la instalación generadora, lo más cerca posible de la acometida y con acceso libre, directo y permanente para EDE y se encontrará debidamente identificado.

Para el resto de condiciones de medida se atenderá a lo dispuesto en los apartados 6 y 7 del documento "NRZ102 Especificaciones Particulares de las Instalaciones Privadas conectadas a la Red de Distribución. Consumidores en AT y MT".

8. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Para las características, requisitos y configuración de los centros de transformación, se seguirá lo indicado en el documento "NRZ102 Especificaciones Particulares de las Instalaciones Privadas conectadas a la Red de Distribución. Consumidores en AT y MT", con las siguientes modificaciones:

- En los centros de transformación de tipo interior sólo se podrá instalar como elemento de protección general un interruptor automático, nunca una protección basada en fusibles. De esta forma el generador podrá implementar las protecciones de generación requeridas. Además, todas las celdas del centro de seccionamiento de EDE estarán telemandadas.
- En los centros de transformación tipo intemperie, y en los de interior con acometida única y línea del generador, para cumplir con el requerimiento del art. 4.7.3 de la ITC-RAT-09 descrito en apartados anteriores, debe instalarse un dispositivo que permita su teledesconexión. Para ello se instalará en el apoyo de entronque un interruptor seccionador tripolar telemandado propiedad de EDE. En estos casos el límite de propiedad de las instalaciones quedará asociado a la borna de salida de este dispositivo.

9. PUESTA EN SERVICIO

El titular de la instalación generadora una vez finalizada su instalación, acordará con el Centro de Control de EDE, el calendario de fechas previstas de pruebas y conexión a la red de acuerdo a la legislación vigente.

Para la puesta en servicio de la instalación de generación será necesario que el titular justifique que se han realizado:

- Comprobación satisfactoria por EDE de las instalaciones y/o equipos de medida, incluida la programación y precintado, si procede.
- Suscripción con EDE del correspondiente contrato técnico de acceso a la red de distribución.
- Firma de un protocolo de Operación con el Centro de control de EDE para los casos en los que sea requerido.

Con el fin de asegurar que EDE puede realizar la puesta en servicio, el titular aportará evidencias de los siguientes documentos:

- En caso de que sea necesaria, autorización administrativa de construcción y de explotación de las instalaciones de conexión a la red de distribución.
- Certificado de instalación eléctrica diligenciado por el órgano de la Administración competente, cuando la instalación no esté sometida a autorización administrativa, incluyendo la instalación de conexión.
- Certificado de cumplimiento de los niveles de emisión e inmunidad electromagnética aplicables.
- Para instalaciones con inversores, certificado de conformidad de los mismos, emitido por una Entidad Certificadora acreditada, de acuerdo a lo indicado en el informe UNE 206007-

1 IN y, si procede, certificado de los ajustes de las protecciones del inversor de acuerdo a la legislación y normativa vigentes.

- Las protecciones mencionadas en el punto 5.2.3. deberán quedar precintadas por EDE. Si las protecciones estuviesen integradas en el propio equipo de generación o en el inversor no serán precintables por EDE, y los precintos serán sustituidos por un certificado de conformidad del inversor según lo indicado anteriormente.
- Para los casos en los que las protecciones no van integradas en el inversor, ajustes de las protecciones validados por EDE y certificado por la empresa instaladora incluyendo los ajustes implementados y los ensayos realizados, así como las pruebas de funcionalidad requeridas a las protecciones, los sistemas de telecontrol, teledisparo, telebloqueo, reposición automática y enclavamientos, según proceda. Estas pruebas de funcionalidad también se requerirán en el caso de integración de las protecciones en el propio equipo de generación o en el inversor. Cualquier modificación en los ajustes deberá ser aprobada por EDE e igualmente certificada.
- Para instalaciones de autoconsumo con dispositivos que eviten el vertido de energía a la red de distribución, certificado, emitido por una Entidad Certificadora acreditada, que cumpla con lo indicado en el informe UNE 217001 IN.
- Contrato de mantenimiento para las instalaciones de conexión, con una empresa capacitada a criterio de la Administración competente.

Adicionalmente para la parte de la instalación que deba ser cedida a EDE se cumplirán los siguientes requisitos:

- Previos a la ejecución de la misma:
 - Antes de iniciar la tramitación, el promotor enviará el proyecto, cuyo titular será el solicitante, para que EDE verifique: aspectos relativos al punto de conexión, el cumplimiento de las condiciones técnicas emitidas y el cumplimiento de la reglamentación y especificaciones particulares de EDE aprobadas.
 - En el caso de que se hayan tenido que realizar modificaciones al proyecto original, el solicitante deberá presentar a EDE el proyecto corregido para su revisión final.
 - Una vez que el proyecto ha sido informado favorablemente por EDE, el solicitante podrá iniciar las gestiones para la consecución de las autorizaciones oficiales, de organismos afectados y permisos particulares.
- Una vez ejecutada la instalación, y de forma previa a la puesta en servicio:
 - Para la correcta supervisión y verificación de los trabajos ejecutados, el Director de obra deberá avisar a EDE de la finalización de las instalaciones con la antelación suficiente para asegurar el cumplimiento de la fecha prevista de puesta en servicio.
 - EDE solicitará copia del acta de las verificaciones o inspecciones reglamentarias detalladas en la ITC-RAT 23, así como evidencias de la comprobación de que la instalación está realizada conforme a las

especificaciones de EDE aprobadas por la administración y vigentes en el momento de la cesión.

- Si el resultado de la verificación no es favorable, EDE extenderá un acta con el resultado de las comprobaciones que deberá ser firmada por el director de obra y el propietario de la instalación, dándose por enterados.
- Una vez revisada la instalación con resultado correcto se realizará un convenio de cesión de titularidad de la instalación, proyecto y permisos a favor de EDE quién la aceptará por escrito.
- El promotor de la instalación solicitará a la Administración la autorización de puesta en servicio a nombre de EDE aportando el convenio de cesión suscrito.

A partir de la puesta en servicio comenzará un periodo de Garantía de las instalaciones cedidas que quedará regulado en el correspondiente convenio de cesión.

En cualquier caso, el titular de la instalación deberá responsabilizarse de mantener y revisar las instalaciones de su propiedad de acuerdo a la legislación vigente y a las directrices que determinen las Administraciones competentes.

Además, EDE podrá revisar la regulación, ajustes y mantenimiento en los sistemas de protección, control y conexión de la instalación con su red.

10. CONSIDERACIONES COMPLEMENTARIAS

A continuación, se indican ciertos criterios que deberán cumplir los propietarios de las instalaciones de conexión, siempre y cuando la Administración competente se lo requiera, e independientemente de los requerimientos de EDE.

10.1. CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

En el diseño de las instalaciones de alta tensión se adoptarán las medidas adecuadas para minimizar, en el exterior de dichas instalaciones, los campos magnéticos creados por la circulación de corriente de 50Hz en los diferentes elementos de las instalaciones. Se tendrá especial cuidado cuando dichas instalaciones estén ubicadas en el interior de edificios.

En el diseño de las instalaciones de interior, como es el caso de los centros de transformación, se tendrán en cuenta las limitaciones establecidas en el Reglamento de Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión, ITC-RAT 14, punto 4.7, referente a los campos magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión.

Para ello será necesario comprobar que no se supere el valor establecido en el RD 1066/2001, de 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 sanitarias frente a emisiones radioeléctricas. La comprobación de que no se supera el valor establecido se realizará mediante cálculos para el diseño correspondiente.

Adicionalmente, cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables o anexos a los mismos, se tendrán en cuenta las siguientes condiciones de diseño:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de estos locales.

10.2. NIVEL DE RUIDO

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, según la ITC-RAT 14, apartado 4.8, dichas instalaciones se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el RD 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de septiembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas, así como a la legislación Local o Autonómica que en cada caso pudiera afectarle.

10.3. PROTECCIÓN MEDIOAMBIENTAL

La Ley 24/2013 del Sector Eléctrico y el RD1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas aéreas de alta tensión, establecen que la seguridad de las instalaciones industriales o eléctricas tiene que garantizar no solo la protección contra accidentes que puedan producir daños a las personas, sino también a la flora, a la fauna y, en general, al medio ambiente. Por ello será necesaria la adopción de una serie de medidas y su justificación, en el caso de que la Administración competente así lo solicitará, que eviten cualquier daño para el entorno.

10.4. CALIDAD DE ONDA

En cumplimiento del RD 1955/2000, art.110, los usuarios de la red deberán adoptar las medidas necesarias para que las perturbaciones emitidas por sus instalaciones estén dentro de los límites establecidos en el art. 104 del citado Real Decreto. Así mismo, en el artículo 102, se indica que para la determinación de los aspectos de la calidad del producto se seguirán los criterios establecidos en la norma UNE-EN 50160.

En general, las instalaciones estarán obligadas a cumplir con el RD 186/2016, que transpone al derecho nacional español la Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética 2014/30/UE.

Por otra parte, en cumplimiento del artículo 16 del RD 1699/2011, aplicable a instalaciones de producción de pequeña potencia, el productor deberá acompañar su solicitud de los certificados de cumplimiento de los límites de emisión e inmunidad referentes a armónicos y compatibilidad

electromagnética (CEM). En este sentido, y de modo no exhaustivo, se indica la normativa básica de referencia donde se establecen estos límites (referencias a Compatibilidad electromagnética y Calidad de Producto):

- EN 50549-2: Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 2: Connection to a MV distribution network.

Adicionalmente, EDE podrá realizar un análisis de la calidad de onda de tensión en el punto de conexión, a fin de verificar que se respetan las características de tensión reglamentarias y asegurar que la nueva instalación conectada no afecta al resto de clientes y/o generadores de la empresa distribuidora por encima de los límites establecidos.

Con el objetivo de realizar las pruebas y un eventual registro de la calidad de la onda de tensión en el punto de conexión, EDE podrá instalar un analizador de red debidamente calibrado. En caso de incumplimiento de los límites anteriormente establecidos, se deberá desconectar la instalación generadora y realizar las modificaciones oportunas en la misma, para que se cumplan los reglamentos y normas en vigor.

10.5. INVERSORES ELECTRÓNICOS

Los generadores conectados a la red mediante inversores electrónicos cumplirán con lo indicado en el informe UNE 206007-1.

Jaca, enero de 2021
EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes Bargues
Colegiado nº 4.717. COIICV

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION VALENCIA	
Nº COLEGIADO: 4717	DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021	Nº VISADO: 2021/704
VISADO	



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO G.- INFORME DE DESMANTELAMIENTO DE LA PLANTA

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Técnico Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. OBJETO.....	3
3. CRITERIOS GENERALES.....	3
4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA	3
5. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO	6
5.1. DESCONEXIÓN DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	6
5.2. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	7
5.3. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS INVERSORES Y CABLEADO DE STRINGS	7
5.4. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS SEGUIDORES	7
5.5. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y ELEMENTOS AUXILIARES .	8
5.6. DESMOLICIÓN DE CIMENTACIONES Y RESTAURACIÓN DE LA ZONA.....	8
5.7. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS ENTERRADOS.....	8
5.8. DESMANTELAMIENTO DE VALLADOS Y ELEMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL.	9
5.9. DESMANTELAMIENTO DE VIALES.	9
6. GESTIÓN DE RESIDUOS	9
7. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA	10
7.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA.....	10
7.2. RESTAURACIÓN VEGETAL	10
8. PLAZOS.....	11
9. PLANIFICACIÓN.....	11
10. PRESUPUESTO	11
11. CONCLUSIÓN	13

1. INTRODUCCIÓN

Una vez finalizada la vida útil de la planta fotovoltaica, que se estima en 30-35 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 y residuos del desmantelamiento de la planta se realizará conforme a la legislación vigente en materia de residuos.

2. OBJETO

El objeto de este documento es la descripción y justificación económica del desmantelamiento de la central fotovoltaica, así como de la restauración final del área afectada.

3. CRITERIOS GENERALES

El Plan de Desmantelamiento se ha redactado conforme a los siguientes criterios:

- Se procederá a la restitución de los terrenos a su estado inicial, a efectos de restituir la capa vegetal.
- Se restaurarán paisajísticamente las zonas de movimiento de tierras correspondientes a los centros de transformación y zanjas de media tensión. Consistirá básicamente en la descompactación del terreno y la restitución de la capa de tierra vegetal original.
- Los excedentes de tierras y demoliciones derivados de estos trabajos serán retirados y destinados a un vertedero autorizado acorde a su naturaleza.
- Las estructuras, una vez desmanteladas, serán retiradas a vertedero autorizado.
- Se eliminarán las cimentaciones hasta una cota de un metro por debajo del terreno original.

4. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

La planta de generación de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica “Llano de Aín”, está diseñada para una potencia total instalada total de 4,998 MWp, resultando una potencia nominal de 4,672 MWn.

La planta fotovoltaica se compone de dos sistemas fundamentales:

1. Los módulos fotovoltaicos reciben y transforman la energía de la radiación solar en energía eléctrica con corriente continua. Los cables de éstos se agrupan en ramas que se conectan a los inversores.
Los módulos fotovoltaicos previstos serán de tecnología monocristalina. Esta tecnología podrá cambiar a lo largo del desarrollo por motivos de disponibilidad u obsolescencia del producto.

Los módulos fotovoltaicos se montarán en seguidor a un eje Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas de acero galvanizado y piezas de aluminio, formando una estructura fijada al suelo. Los seguidores a un eje N-S están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre la radiación solar y el plano fotovoltaico. El sistema de seguimiento consiste en el seguimiento del ángulo solar de este a oeste.

2. Los inversores transforman esta energía en corriente alterna y los centros de transformación elevan su voltaje para su inyección a la red.
Se instalarán inversores tipo string que garantizará el máximo rendimiento de la instalación y permitirá la monitorización de cada una de las zonas de la planta fotovoltaica. De igual forma, se minimizará el impacto visual dado su reducido tamaño, y se reducirán las probabilidades de paradas por averías de partes importantes de la planta.

Las principales características de la planta fotovoltaica son:

- Potencia instalada: 4,998 MWp
- Potencia nominal: 4,672 MWp
- Número de módulos fotovoltaicos: 8544 ud
 - Potencia pico módulo FV: 585 Wp
- Número de inversores: 26 ud
 - Potencia máxima INV tipo 1: 185 kW
 - Potencia máxima INV tipo 2: 116 kW.
- Número de centros de transformación: 4 ud
 - Potencia del transformador tipo 1: 1110 kVA
 - Potencia del transformador tipo 2: 1480 kVA

La planta fotovoltaica estará formada por 8544 módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino de 585 Wp modelo CS7L-585 MS de Canadian Solar. Los módulos fotovoltaicos que conforman la planta se asocian en serie formando "strings" hasta alcanzar la tensión de generación deseada. En la planta fotovoltaica existirán dos tipos de string, uno de ellos formado por 30 módulos fotovoltaicos conectados en serie, y otro formado por 32 módulos conectados en serie. En cualquier caso, cabe indicar que todos los módulos fotovoltaicos serán de la misma marca y modelo.

Cada uno de los circuitos de string se conectará a una entrada en DC del inversor. En la planta fotovoltaica existirán dos tipos de inversores, uno de ellos de 185 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-185KTL-H1, y otro de 116 kW de potencia máxima, Huawei SUN2000-105KTL-H1.

La configuración prevista para cada uno de los tipos de inversores según el tipo de strings y el número de éstos que se conectan en paralelo al mismo, será:

Huawei SUN2000-185KTL-H1	8 inversores	12 strings/inversor	30 módulos/string
Huawei SUN2000-185KTL-H1	16 inversores	11 strings/inversor	30 módulos/string
Huawei SUN2000-105KTL-H1	2 inversores	6 strings/inversor	32 módulos/string

Tabla 1. Configuración inversores

Mediante los inversores fotovoltaicos, se acondiciona la energía obtenida en el campo de módulos fotovoltaico (corriente continua) de tal manera que tras el inversor se dispone de dicha energía en un sistema trifásico en corriente alterna. Las características básicas del sistema trifásico empleado son:

- Sistema trifásico equilibrado.
- Frecuencia de trabajo de 50 Hz.
- Tensión de salida V_{AC} : 800 V.
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD% < 3%.

Las líneas de salida en AC de los inversores se agruparán entre sí en las "Combiner box" o Cuadros modulares de Baja Tensión situados en los centros de transformación. En éstos, un transformador permitirá elevar la tensión de salida de los inversores, 800 V, a la tensión de evacuación de la energía, 10 kV, una aparatada de media tensión permitirá la conexión y protección de cada uno de los bloques de generación, así como los cuadros para los servicios auxiliares, equipos de comunicación, etc.

El conjunto compuesto por módulos fotovoltaicos, inversores y centro de transformación formará un bloque de generación de energía. En la planta fotovoltaica existirán cuatro de bloques de generación:

BLOQUE GENERACIÓN 1	5xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 2	5xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
	1xSUN2000-105KTL-H1	6 strings/inversor	32 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 3	1xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
	6xSUN2000-185KTL-H1	12 strings/inversor	30 módulos/string
BLOQUE GENERACIÓN 4	5xSUN2000-185KTL-H1	11 strings/inversor	30 módulos/string
	2xSUN2000-185KTL-H1	12 strings/inversor	30 módulos/string
	1xSUN2000-105KTL-H1	6 strings/inversor	32 módulos/string

Tabla 2. Configuración bloques de generación

La potencia de cada uno de los bloques de generación será:

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1000 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1000 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1600 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1600 kVA

Tabla 3. Potencia bloques de generación

Los bloques de generación se agruparán entre sí en un único circuito de 10 kV que los unirá y permitirá mediante una red subterránea de 10 kV evacuar la energía hasta la subestación Jaca Sur 10 kV (existente), propiedad de EDISTRIBUCIÓN Redes Digitales, S.L.U., punto de entrega final de la energía.

5. OBRAS DE DESMANTELAMIENTO

El desmantelamiento de la central fotovoltaica "Llano de Aín" comprende las siguientes obras:

- Desconexión de la red de energía eléctrica.
- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de los inversores y cableado de strings.
- Desmontaje y retirada de los seguidores.
- Desmontaje y retirada de los centros de transformación y elementos auxiliares.
- Demolición de cimentaciones y restauración de la zona.
- Desmontaje y retirada de los circuitos eléctricos enterrados.
- Desmantelamiento de vallados y postes de iluminación o iluminación + videocámaras.
- Desmantelamiento de viales de circulación interior.

Las obras se ejecutarán en el orden establecido, siendo prioritario y esencial la completa desconexión de la planta de la red de energía eléctrica previo inicio de cualquier trabajo.

5.1. DESCONEXIÓN DE LA RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Finalizada la vida útil de la central fotovoltaica y antes del desmantelamiento de las instalaciones, se procederá a la desconexión de la planta de la red eléctrica.

La desconexión se realizará en tres fases:

1. Desconexión de la red eléctrica de la compañía distribuidora: se realizará a nivel del centro de seccionamiento / subestación del parque, mediante interruptores en la apartamenta de alta tensión y según el procedimiento operativo vigente en el momento de su realización.

2. Desconexión de la red interna de alta tensión: se desconectará el anillo de conexión entre los centros de transformación y la subestación.
3. Desconexión de la red de baja tensión:
 - Desconexión de los inversores mediante interruptor seccionador.
 - Desconexión de los strings mediante fusibles de protección.
 - Desconexión del cableado de los módulos en serie.

Una vez desconectada la central fotovoltaica de la red eléctrica, se iniciará el proceso de desmontaje.

5.2. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El proceso comenzará desmontando los módulos fotovoltaicos de las estructuras soporte a las que están sujetos. Éstos están unidos mediante tornillos y por pinzas de sujeción al marco de aluminio, por lo que, una vez desatornillados o cortados los tornillos, se abrirán las sujeciones y se extraerá el módulo.

Una vez desmontados, se trasladarán a planta de reciclaje para su adecuada gestión por gestor de residuos autorizado. El desmantelamiento se realizará desde los caminos de acceso, evitando la creación de zonas para tal fin y el paso de maquinaria por fuera de los mismos.

5.3. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS INVERSORES Y CABLEADO DE STRINGS

Los inversores estarán unidos a las estructuras de los seguidores mediante tornillería, por lo que, una vez desatornillados o cortados los tornillos, se abrirán las sujeciones y se extraerán los inversores. De igual forma, se retirará el cableado de strings fijado a las estructuras de seguidores, dejando estos libres de cualquier elemento.

Una vez desmontados, se trasladarán a planta de reciclaje para su adecuada gestión por gestor de residuos autorizado. El desmantelamiento se realizará desde los caminos de acceso, evitando la creación de zonas para tal fin y el paso de maquinaria por fuera de los mismos.

5.4. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS SEGUIDORES

Los seguidores fotovoltaicos están montados a base de tornillería y cordones de soldadura, por lo que el proceso de retirada será sencillo.

En primer lugar, se desmontará la parrilla de aluminio galvanizado que soporta a los paneles para su posterior desarmado. Tras esto, se extraerá el pivote de acero galvanizado mediante medios mecánicos.

Estos elementos se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora o un camión grúa para ser trasladados a la empresa gestora de residuos metálicos más próxima.

5.5. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y ELEMENTOS AUXILIARES

Los centros de transformación y los elementos que los componen (cuadro de servicios auxiliares, cuadro de comunicación, cuadro de seguridad e intrusión y transformadores de potencia) se desmontarán y se evacuarán de la planta para su reciclaje por gestor autorizado.

5.6. DESMOLICIÓN DE CIMENTACIONES Y RESTAURACIÓN DE LA ZONA.

El proceso será el siguiente:

- Retirada y acopio de la tierra vegetal en toda la zona a excavar.
- Excavación del terreno alrededor de la zona a demoler, dejando un sobrecancho de 2 m, hasta una profundidad de 1,5 m.
- Demolición del cimiento o el fuste hasta una profundidad de 1 m bajo el terreno natural.
- Segregación de productos procedentes de la demolición.
- Carga y transporte de escombros a vertedero autorizado.
- Carga y transporte de materiales reciclables a gestor autorizado.
- Relleno y compactación ligera del cajeadado con el material procedente de la propia excavación, complementado con material procedente de préstamos.
- Recubrimiento de la zona afectada con tierra vegetal.

5.7. DESMONTAJE Y RETIRADA DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS ENTERRADOS

Las zanjas que conforman la red subterránea contienen:

- Conductores de corriente continua de conexión de strings con inversor.
- Conductores de corriente alterna desde inversores hasta cuadros modulares de BT.
- Conductores de alta tensión de interconexión entre centros de transformación.
- Conductores de cobre para la red de tierras.
- Conductores de fibra óptica para comunicaciones.

Tras la desconexión eléctrica y la realización de las etapas de desmantelamiento previas, se procederá a la retirada de los circuitos eléctricos enterrados. El procedimiento será el siguiente:

- Retirada de los tramos de cables entubados a través desde las arquetas de conexión.
- Demolición y transporte a vertedero autorizado de las arquetas de conexión.
- Excavación y acopio para su posterior reutilización de las capas de firme.
- Excavación con medios mecánicos de las zanjas de conductores.
- Extracción de cableado y tubos de PVC.
- Demolición de los dados de hormigón existentes en los cruces bajo caminos.
- Carga y transporte a vertedero autorizado de los residuos generados.
- Relleno de la zanja con los productos de excavación y material procedente de préstamos.
- Extensión y compactación de las capas de firme.

5.8. DESMANTELAMIENTO DE VALLADOS Y ELEMENTOS DE VIGILANCIA Y CONTROL.

Los vallados, postes de iluminación, sistemas de vigilancia y control, etc. se desmontarán y los elementos que los componen se evacuarán de la planta para su reciclaje por gestor autorizado.

Las cimentaciones necesarias se desmantelarán según lo establecido en apartados anteriores.

5.9. DESMANTELAMIENTO DE VIALES.

Se procederá al desmantelamiento de aquellos viales que no tengan una utilidad específica una vez abandonada la explotación de la planta. El resto se mantendrá para el uso en labores agrícolas y ganaderas. El desmantelamiento de estos viales se realizará de acuerdo al siguiente procedimiento:

- Extracción y retirada de las capas granulares del firme a vertedero autorizado.
- Escarificado y descompactación de la explanada.
- Restitución del perfil topográfico a su estado original, mediante el movimiento de las tierras propias del camino.
- Extensión de tierra vegetal sobre la superficie resultante.

6. GESTIÓN DE RESIDUOS

Los principales residuos generados en la ejecución de las tareas de desmantelamiento son:

- Aceites y grasas de los transformadores.
- Escombros (hormigón, etc...), provenientes de las cimentaciones, las arquetas de conexión de las líneas subterráneas, los pasos bajo caminos.
- Tierras, procedentes de los viales.
- Plásticos y fibras, procedentes de las zanjas de cables.
- Piezas metálicas de las cimentaciones y transformadores.
- Cables eléctricos y de fibra óptica.

La gestión de estos y otros residuos que se puedan generar se realizará de igual modo que durante la construcción y explotación de la central fotovoltaica. Todo material sobrante e instalaciones propias de la planta será retirado, gestionándose según los criterios establecidos en la normativa vigente.

Los residuos pueden clasificarse por su tipología en:

- Residuos asimilables a urbanos. Son los generados en los domicilios, comercios, oficinas o servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades (papel, plástico, cartón, etc.)
- Residuos inertes. Son los residuos sólidos o pastosos que una vez depositados en un vertedero no experimentan modificaciones físico-químicas o biológicas significativas y no son considerados como tóxicos y peligrosos (restos de obra, escombros, madera, etc.)

- Residuos tóxicos y peligrosos. Todo residuo que contiene en su composición sustancias o materiales en concentraciones tales que representan un riesgo para la salud humana, los recursos naturales y el medio ambiente.

Los residuos asimilables a urbanos serán incorporados al sistema de gestión de RSU municipal, para lo que se realizará una segregación previa que posibilite la recogida selectiva.

Los residuos inertes como los escombros, los plásticos, restos de palas, fibras, composites, y las tierras serán transportados a vertedero de residuos inertes autorizado. Las piezas metálicas se venderán como chatarra y los restos de cables eléctricos y de fibra óptica se entregarán para reciclaje.

La gestión de los residuos tóxicos y peligrosos (todo tipo de aceites, grasas, disolventes, productos de limpieza y materiales impregnados de estas sustancias) se realizará cumpliendo la normativa vigente.

7. CONSIDERACIONES ACERCA DE LA RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA

7.1. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

La zona escogida para la central fotovoltaica está altamente influenciada por la acción humana. Los terrenos tienen una vocación fundamentalmente agrícola, ocupando estos cultivos la mayor parte del área de estudio. Las zonas naturales o seminaturales, improductivas desde el punto de vista agrario, han quedado reducidas a enclaves, los cuales son poco afectados por la instalación de la planta fotovoltaica.

7.2. RESTAURACIÓN VEGETAL

La restauración vegetal se deberá llevar a cabo según los siguientes criterios:

- Restitución del terreno a su estado inicial, a efectos de restituir la capa vegetal.
- Restauración paisajística de las zonas de movimientos de tierras correspondiente a los aerogeneradores y zanjas de líneas de media y baja tensión.
- Eliminación y restauración vegetal de los caminos de acceso creados para el uso exclusivo de la Planta. Esto se hará mediante la siembra o plantación de especies autóctonas locales, de características ecológicas similares a las de su entorno.

Las labores de desmantelamiento se realizarán teniendo en cuenta estos criterios, manteniendo los usos actuales de la zona.

8. PLAZOS

El plazo para la realización de las obras contenidas en el Plan de Desmantelamiento comenzará en el momento en el que, por cualquier circunstancia, se abandone la explotación de la planta fotovoltaica, y siempre bajo autorización del organismo competente. El plazo para la ejecución de las tareas de desmantelamiento de la planta será de seis meses.

9. PLANIFICACIÓN

Desmantelamiento FV "Llano de Aín" - Jaca (Huesca)

	MES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Desconexión de la red de energía eléctrica.	■											
Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.		■										
Desmontaje y retirada de los inversores y cableado de strings.			■									
Desmontaje y retirada de los seguidores.				■								
Desmontaje y retirada de los centros de transformación y elementos auxiliares.					■							
Demolición de cimentaciones y restauración de la zona.						■						
Desmontaje y retirada de los circuitos eléctricos enterrados.							■					
Desmantelamiento de vallados y postes de iluminación o iluminación + videocámaras.								■				
Desmantelamiento de viales.									■			

Tabla 4. Planificación tareas de desmantelamiento

10. PRESUPUESTO

Obra: DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA							% C.I. 1	
Código	Tipo	Ud	Resumen	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)		
Presupuesto								
Capítulo					48.245,28	48.245,28		
DES01	Capítulo		DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT		7.850,33	7.850,33		
DES01.01	Capítulo		DESMONTAJE Y RETIRADA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		6.506,43	6.506,43		
DES01.01.01	Partida	ud	Desmontaje módulo FV de la estructura de soporte	7.347,81	0,45	3.306,51		
DES01.01.02	Partida	ton	Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero.	238,80	6,36	1.518,77		
DES01.01.03	Partida	ton	Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	238,80	7,04	1.681,15		
							6.506,43	6.506,43
DES01.02	Capítulo		DESMONTAJE Y RETIRADA INVERSORES		80,95	80,95		
DES01.02.01	Partida	ud	Desmontaje y retirada inversor de la estructura de soporte	22,36	2,50	55,90		
DES01.02.02	Partida	ton	Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero.	1,87	6,36	11,89		
DES01.02.03	Partida	ton	Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	1,87	7,04	13,16		
							80,95	80,95
DES01.03	Capítulo		DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO DE STRINGS		358,82	358,82		
DES01.03.01	Partida	m	Retirada cableado de strings	30.923,83	0,01	309,24		
DES01.03.02	Partida	ton	Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	3,70	6,36	23,53		
DES01.03.03	Partida	ton	Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	3,70	7,04	26,05		
							358,82	358,82
DES01.04	Capítulo		DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO ENTERRADO DE BT		904,13	904,13		
DES01.04.01	Partida	m	Retirada cableado de enterrado de BT	8.140,80	0,10	814,08		
DES01.04.02	Partida	ton	Transporte a vertedero y tasas de gestión por gestor autorizado	6,72	6,36	42,74		
DES01.04.03	Partida	ton	Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	6,72	7,04	47,31		
							904,13	904,13
							7.850,33	7.850,33

DES02	Capítulo	DESMANTELAMIENTO SEGUIDORES FOTOVOLTAICOS		5.339,14	5.339,14
DES02.01	Capítulo	DESMONTAJE Y RETIRADA DE LAS ESTRUCTURAS SOPORTE HORIZONTALES		3.346,09	3.346,09
DES02.01.01	Partida	ud Desmontaje y retirada de los soportes horizontales de los seguidores (por módulo FV)	488,48	0,15	78,27
DES02.01.02	Partida	ton Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	244,24	6,36	1.553,37
DES02.01.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	244,24	7,04	1.719,45
		DES02.01		3.346,09	3.346,09
DES02.02	Capítulo	DESMONTAJE Y RETIRADA DE LAS ESTRUCTURAS SOPORTE HICADAS		0,00	0,00
		DES02.02		0,00	0,00
DES02.02.01	Partida	ud Desmontaje y retirada de los soportes verticales hincados de los seguidores (por módulo FV)	1.953,92	0,35	683,87
DES02.02.02	Partida	ton Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	97,70	6,36	621,37
DES02.02.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	97,70	7,04	687,81
		DES02		5.339,14	5.339,14
DES03	Capítulo	DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA AT		1.400,68	1.400,68
DES03.01	Capítulo	DESMONTAJE Y RETIRADA DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN		838,54	838,54
DES03.01.01	Partida	ud Desmontaje y retirada de centro de transformación	3,44	150,00	516,00
DES03.01.02	Partida	ton Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	24,07	6,36	153,09
DES03.01.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	24,07	7,04	169,45
		DES03.01		838,54	838,54
DES03.02	Capítulo	DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO ENTERRADO DE AT		562,14	562,14
DES03.02.01	Partida	ud Desmontaje y retirada de cableado de AT	3.341,12	0,15	501,17
DES03.02.02	Partida	ton Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	4,55	6,36	28,94
DES03.02.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	4,55	7,04	32,03
		DES03.02		562,14	562,14
		DES03		1.400,68	1.400,68
DES04	Capítulo	DESMANTELAMIENTO DE VIALES Y VALLADOS		15.371,06	15.371,06
DES04.01	Capítulo	DESMANTELAMIENTO DE VALLADOS Y POSTES DE ILUMINACIÓN/SEGURIDAD		1.015,52	1.015,52
DES04.01.01	Partida	m Desmontaje y retirada de vallados y postes de iluminación/seguridad	2.759,73	0,10	275,97
DES04.01.02	Partida	ton Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	55,19	6,36	351,01
DES04.01.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	55,19	7,04	388,54
		DES04.01		1.015,52	1.015,52
DES04.02	Capítulo	DESMANTELAMIENTO DE VIALES DE CIRCULACIÓN INTERIOR		14.355,54	14.355,54
DES04.02.01	Partida	m3 Extracción y retirada del firme	707,87	0,18	127,42
DES04.02.02	Partida	ton Carga y descarga de camión de transporte 15 ton. Incluso transporte a vertedero	1.061,80	6,36	6.753,05
DES04.02.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	1.061,80	7,04	7.475,07
		DES04.02		14.355,54	14.355,54
		DES04		15.371,06	15.371,06
DES05	Capítulo	RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA		18.284,07	18.284,07
DES05.01	Partida	m² Retirada de los materiales de desbroce y resto de materiales, con medios manuales.	78.949,72	0,05	3.947,49
DES05.02	Partida	ton Transporte a vertedero y tasas de gestión por gestor autorizado	8,03	6,36	51,07
DES05.03	Partida	ton Tasas de gestión de residuos por gestor autorizado	7,94	7,04	55,90
DES05.04	Partida	m² Aporte de tierra vegetal, suministrada a granel y extendida con medios mecánicos, mediante retroexcavadora.	793,62	17,93	14.229,61
		DES05		18.284,07	18.284,07
		INSTALACIÓN FV LLANO DE AÍN_DESMANTELAMIENTO_V01		48.245,28	48.245,28

V Presupuesto: Resumen del presupuesto

1 DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT					
1.1 DESMONTAJE Y RETIRADA DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .					6.506,43
1.2 DESMONTAJE Y RETIRADA INVERSORES .					80,95
1.3 DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO DE STRINGS .					358,82
1.4 DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO ENTERRADO DE BT .					904,13
Total 1 DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA BT					7.850,33
2 DESMANTELAMIENTO SEGUIDORES FOTOVOLTAICOS					
2.1 DESMONTAJE Y RETIRADA DE LAS ESTRUCTURAS SOPORTE HORIZONTALES .					3.346,09
Total 2 DESMANTELAMIENTO SEGUIDORES FOTOVOLTAICOS					5.339,14
3 DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA AT					
3.1 DESMONTAJE Y RETIRADA DE CENTROS DE TRANSFORMACIÓN .					838,54
3.2 DESMONTAJE Y RETIRADA DEL CABLEADO ENTERRADO DE AT .					562,14
Total 3 DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN ELÉCTRICA AT					1.400,68
4 DESMANTELAMIENTO DE VIALES Y VALLADOS					
4.1 DESMANTELAMIENTO DE VALLADOS Y POSTES DE ILUMINACIÓN/SEGURIDAD .					1.015,52
4.2 DESMANTELAMIENTO DE VIALES DE CIRCULACIÓN INTERIOR .					14.355,54
Total 4 DESMANTELAMIENTO DE VIALES Y VALLADOS					15.371,06
5 RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA .					18.284,07
Presupuesto de ejecución material (PEM)					48.245,28

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de CUARENTA Y OCHO MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y CINCO EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS.

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

11. CONCLUSIÓN

El técnico que suscribe considera que, con lo expuesto en el presente documento se considera que quedan suficientemente especificados los extremos necesarios para la realización de las actuaciones de desmantelamiento de la central fotovoltaica "Llano de Aín", no obstante, no obstante, queda a disposición de aclarar o ampliar cuanto, acerca del mismo, se pudiera considerar necesario.

Jaca, enero de 2021
EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes BARGUES
Colegiado nº 4.717. COIICV

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION VALENCIA	
Nº COLEGIADO: 4717	DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021	Nº VISADO: 2021/704
VISADO	

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

ANEJO H.- FICHAS TÉCNICAS EQUIPOS PRINCIPALES

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



HiKu7 Mono

580 W ~ 600 W

CS7L-580 | 585 | 590 | 595 | 600MS

MORE POWER

- Module power up to 600 W
Module efficiency up to 21.2 %
- Lower LCOE & BOS cost,
cost effective product for utility power plant
- Comprehensive LID / LeTID mitigation
technology, up to 50% lower degradation
- Compatible with mainstream trackers
- Better shading tolerance

MORE RELIABLE

- 40 °C lower hot spot temperature,
greatly reduce module failure rate
- Minimizes micro-crack impacts
- Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*

12 Years Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*

25 Years Linear Power Performance Warranty*

**1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.55%**

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

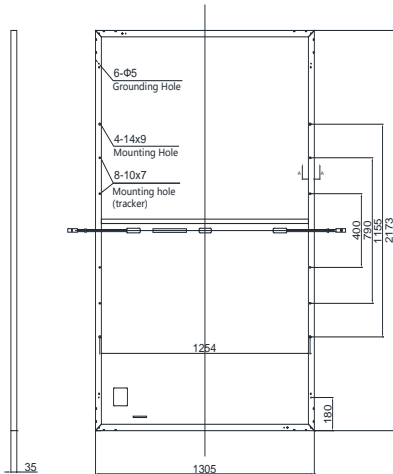
* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Canadian Solar sales representative for the specific certificates applicable to the products in the region in which the products are to be used.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 46 GW deployed around the world since 2001.

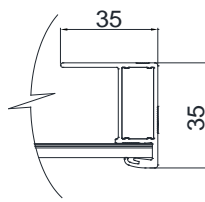
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

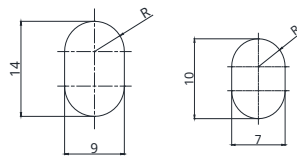
Rear View



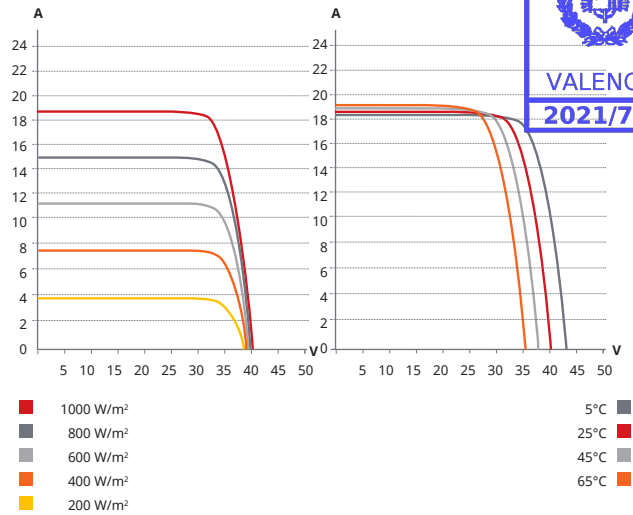
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS7L-590MS / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS7L	580MS	585MS	590MS	595MS	600MS
Nominal Max. Power (Pmax)	580 W	585 W	590 W	595 W	600 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	33.5 V	33.7 V	33.9 V	34.1 V	34.3 V
Opt. Operating Current (Imp)	17.32 A	17.36 A	17.41 A	17.45 A	17.50 A
Open Circuit Voltage (Voc)	40.5 V	40.7 V	40.9 V	41.1 V	41.3 V
Short Circuit Current (Isc)	18.27 A	18.32 A	18.37 A	18.42 A	18.47 A
Module Efficiency	20.5%	20.6%	20.8%	21.0%	21.2%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C				
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)				
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730) or CLASS C (IEC 61730)				
Max. Series Fuse Rating	30 A				
Application Classification	Class A				
Power Tolerance	0 ~ + 10 W				

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS7L	580MS	585MS	590MS	595MS	600MS
Nominal Max. Power (Pmax)	433 W	436 W	440 W	444 W	447 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	31.2 V	31.4 V	31.6 V	31.8 V	32.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	13.88 A	13.90 A	13.93 A	13.97 A	13.99 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.1 V	38.3 V	38.5 V	38.7 V	38.9 V
Short Circuit Current (Isc)	14.75 A	14.78 A	14.82 A	14.87 A	14.90 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m²-spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	120 [2 x (10 x 6)]
Dimensions	2173 x 1305 x 35 mm (85.6 x 51.4 x 1.38 in)
Weight	32.5 kg (71.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	480 pieces

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.35 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.27 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

SUN2000-185KTL-H1 Smart String Inverter



5
MPPT Trackers



99.0%
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



MBUS
Supported



Fuse Free
Design

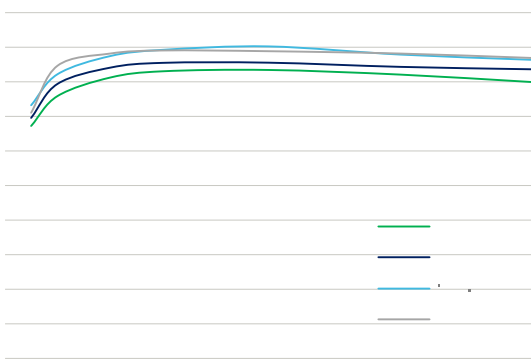


Surge Arrestors
for DC & AC

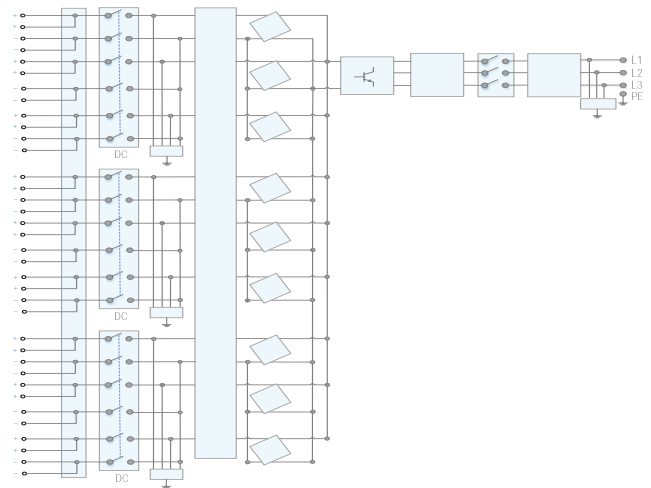


IP66
Protection

Efficiency Curve



Circuit Diagram



Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	95.53%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	350 V
MPPT Operating Voltage Range	350 V - 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPPT Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	165,000 W @25°C, 175,000 W @40°C
Max. AC Apparent Power	165,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	165,000 W
Nominal Output Voltage	350 V, 3W – PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz - 60 Hz
Nominal Output Current	134.5A @25°C, 126.3 A @40°C
Max. Output Current	134.5 A
Adjustable Power Factor Range	0.9 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
FV-string Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
JSE	Yes
RSBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 in.)
Weight (with mounting plate)	34 kg (75.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C - 60°C (-13°F - 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft)
Relative Humidity	0 - 100%
DC Connector	Stäubli MCA EVD2
AC Connector	Waterproof Connector + GFI/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 52105-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62932, EN 50530, IEC 62115, IEC 60368, IEC 61663
Grid Code	IEC 61727, IEC 62970, P.O. 12.3, RD 1599, RD 661, RD 413, RD 1565, RD 1563, JNE 20500-1, UNE 20606

SUN2000-105KTL-H1 Smart String Inverter



8
MPPT Trackers



99.0%
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



Residual Current
Monitoring Integrated



Fuse Free
Design

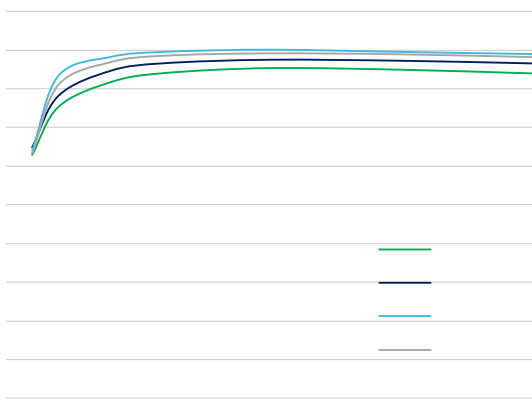


Surge Arresters
for DC & AC

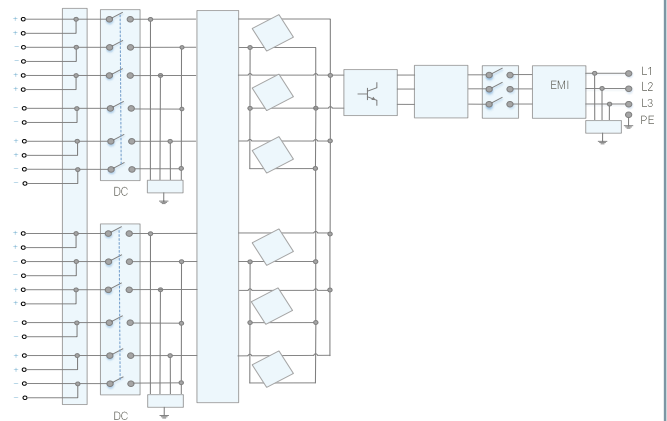


IP65
Protection

Efficiency Curve



Circuit Diagram



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	95.0%
European Efficiency	96.3%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	25 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	50 V - 1,500 V
Rated Input Voltage	1,000 V
Number of Inputs	12
Number of MPPT Trackers	6
Output	
Rated AC Active Power	105,000 W @45°C
Max. AC Apparent Power	116,000 VA @25°C
Max. AC Active Power (cosφ=1)	116,000 W @25°C
Rated Output Voltage	300 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	75.8 A
Max. Output Current	84.6 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG - 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
FV-string Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators + Bluetooth + APP
USB	Yes
RS485	Yes
Power Line Communication (PLC)	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 505 x 310 mm (42.3 x 19.8 x 12.2 in.)
Weight (incl. mounting panel)	75 kg (164.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C - 60°C (-13°F - 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 - 100%
DC Connector	Anderson UT4
AC Connector	Waterproof PG Connector + C-PTD Terminal
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, EN 50530, IEC 60368, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, ITC 015-713-1, RD 413, RD 1579, RD 661, RD 1365, R.O. 12.3, UNE 205307-1/14, UNE 23603E h, G59-3, CE 0-16 VDE417C

NX Horizon

Smart Solar Tracking System

Serving as the backbone on over 35 gigawatts of solar power plants around the world, the NX Horizon™ smart solar tracker system combines best-in-class hardware and software to help EPCs and asset owners maximize performance and minimize operational costs.

Flexible and Resilient by Design

With its self-aligning module rails and vibration-proof fasteners, NX Horizon can be easily and rapidly installed. The self-powered, decentralized architecture allows each row to be commissioned in advance of site power, and is designed to withstand high winds and other adverse weather conditions. On a recent 838 megawatt project in Villanueva, Mexico, these design features allowed for the project to go online nine months ahead of schedule.

TrueCapture and Bifacial Enabled

Incorporating the most promising innovations in utility scale solar, NX Horizon with TrueCapture™ smart control system can add additional energy production by up to six percent. Further unlocking the advantages of independent-row architecture and the data collected from thousands of sensors across its built-in wireless network, the software continuously optimizes the tracking algorithm of each row in response to site terrain and changing weather conditions. NX Horizon can also be paired with bifacial PV module technology, which can provide even more energy harvest and performance. With bifacial technology, NX Horizon outperforms conventional tracking systems with over 1% more annual energy.

Quality and Reliability from Day One

Quality and reliability are designed and tested into every NX Horizon component and system across our supply chain and manufacturing operations. Nextracker is the leader in dynamic wind analysis and safety stowing, delivering major benefits in uptime and long-term durability. NX Horizon is certified to UL 2703 and UL 3703 standards, underscoring Nextracker's commitment to safety, reliability and quality.

Features and Benefits

5 years in a row

Global Market Share Leader (2015-18)

35 GW

Delivered on 5 Continents

Best-in Class

Software Ecosystem and Global Services

Up to 6%

Using TrueCapture Smart Control System



GENERAL AND MECHANICAL	
Tracking type	Horizontal single-axis, independent row.
String voltage	1,500 V _{DC} or 1,000 V _{DC}
Typical row size	78-90 modules, depending on module string length.
Drive type	Non-backdriving, high accuracy slew gear.
Motor type	24 V brushless DC motor
Array height	Rotation axis elevation 1.3 to 1.8 m / 4'3" to 5'10"
Ground coverage ratio (GCR)	Configurable. Typical range 28-50%.
Modules supported	Mounting options available for virtually all utility-scale crystalline modules, First Solar Series 6 and First Solar Series 4.
Bifacial features	High-rise mounting rails, bearing + driveline gaps and round torque tube.
Tracking range of motion	Options for ±60° or ±50°
Operating temperature range	SELF POWERED: -30°C to 55°C (-22°F to 131°F) AC POWERED: -40°C to 55°C (-40°F to 131°F)
Module configuration	1 in portrait. 3 x 1,500 V or 4 x 1,000 V strings per standard tracker. Partial length trackers available.
Module attachment	Self-grounding, electric tool-actuated fasteners.
Materials	Galvanized steel
Allowable wind speed	Configurable up to 225 kph (140 mph) 3-second gust
Wind protection	Intelligent wind stowing with symmetric dampers for maximum array stability in all wind conditions
Foundations	Standard W6 section foundation posts

ELECTRONICS AND CONTROLS	
Solar tracking method	Astronomical algorithm with backtracking. TrueCapture™ upgrades available for terrain adaptive backtracking and diffuse tracking mode
Control electronics	NX tracker controller with inbuilt inclinometer and backup battery
Communications	Zigbee wireless communications to all tracker rows and weather stations via network control units (NCUs)
Nighttime stow	Yes
Power supply	SELF POWERED: NX provided 30 or 60W Smart Panel AC POWERED: Customer-provided 120-240 V _{AC} circuit

INSTALLATION, OPERATIONS AND SERVICE	
PE stamped structural calculations and drawings	Included
Onsite training and system commissioning	Included
Installation requirements	Simple assembly using swaged fasteners and bolted connections. No field cutting, drilling or welding.
Monitoring	NX Data Hub™ centralized data aggregation and monitoring
Module cleaning compatibility	Compatible with NX qualified cleaning systems
Warranty	10-year structural, 5-year drive and control components.
Codes and standards	UL 3703 / UL 2703 / IEC 62817

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la conformidad de los mismos con la normativa aplicable al mismo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV no se responsabiliza de los daños, perjuicios o gastos que su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este documento.



Solar inverter

Medium voltage Compact Skid

PVS-175-MVCS

The FIMER medium voltage compact skid is a plug&play solution designed for large-scale solar power generation using PVS-175 high-power string inverters. It includes the medium voltage transformer, the medium voltage switchgear and all low voltage protections needed to connect the inverters to the transformer.

The PVS-175-MVCS is an integrated product specifically engineered for decentralized solar plants realized with FIMER "PVS-175" string inverters. The solution allows to connect up to 36 inverters for a maximum power of 6.7MVA

The MVCS includes an optimized MV oil-immersed transformer, MV gas-insulated switchgear, all necessary LV protections and connections to attach the solar array and a set of available auxiliary services with independent auxiliary power.

All PVS-175-MVCS components ensure the highest standards of quality, performance and durability.

This medium voltage compact skid is used to connect a PV power plant to a MV electricity grid easily and rapidly. To meet the PV power plant's demanded capacity, several FIMER compact skids can be used and connected in any possible manner thanks to the versatility of the integrated MV switchgear.

The compact skid solution has dimensions suitable for transportation inside a closed 20 feet high cube shipping container. The standardized shipping dimensions ensure cost-effective and safe transportability to the site, even overseas.

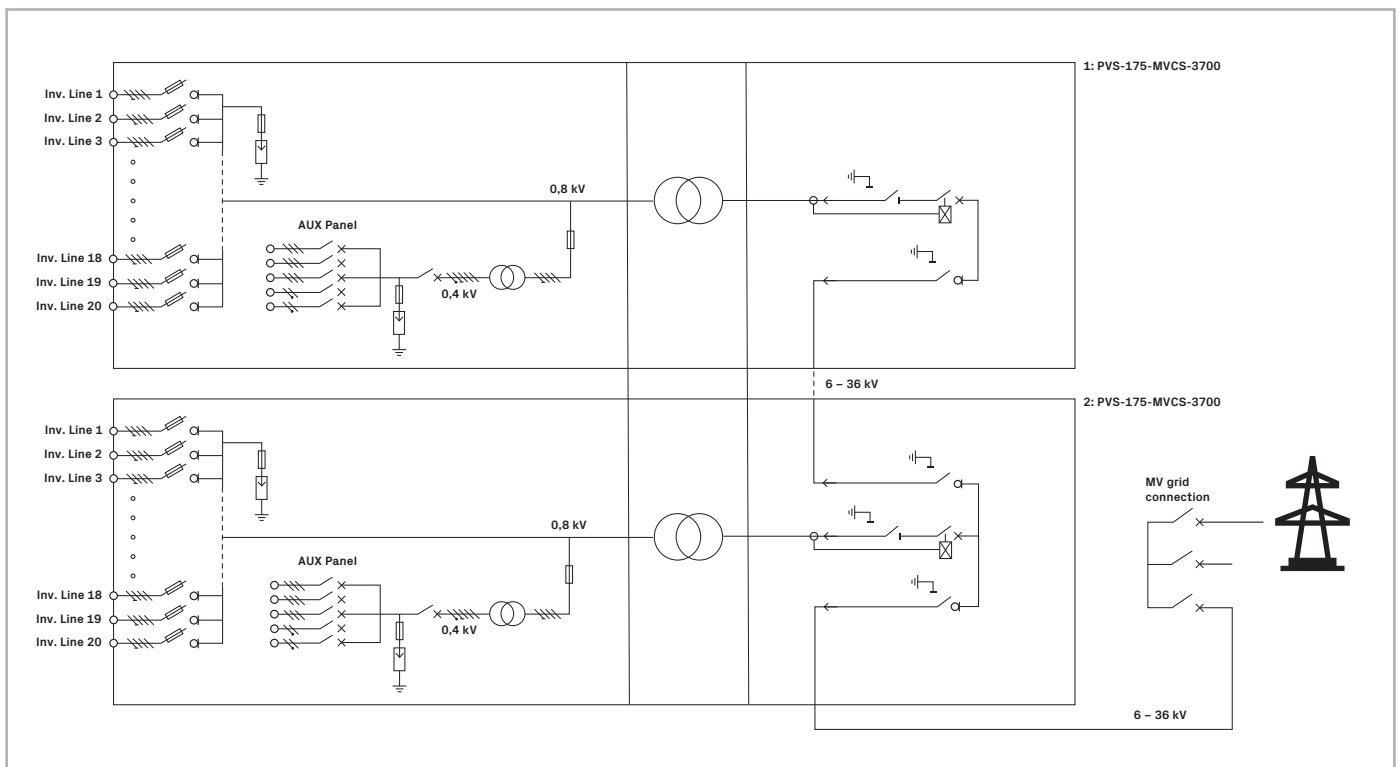
The solution's optimized cooling, filtering and high

environmental protection degree enable installations in a wide span of ambient conditions, from harsh desert temperatures to cold and humid environments. The FIMER medium voltage compact skid is designed for at least 25 years of operation.

Highlights

- Designed for decentralized systems based on the award-winning 1500 Vdc string inverters PVS-175-TL
- Integrated low voltage distribution panel for a simplified and cost optimized Balance of System (BoS) without the need of additional recombiners
- Quick individual isolation of each feeder, even on-load, for easy and cost-effective maintenance, ensuring maximum uptime
- Individually-protected feeders, enabling separate inverters to be serviced without disrupting the rest of the units connected to the same cluster
- Optimized and very compact layout for integration of all components necessary for medium voltage connection
- Standardized shipping dimensions ensure reduced logistic costs
- Made in Europe product, compatible with most of the world-wide structural regulations and standards
- Vertically integrated product from FIMER, guaranteed by FIMER

PVS-175-MVCS block diagram example





Technical data and types

Type code	1850	2200	2590	2960	3330	3700	4070
Inverter	PVS-175-TL						
Number of inverters in parallel	10	12	14	16	18	20	22
Maximum rating in kVA	1850	2200	2590	2960	3300	3700	4070
LV distribution panel							
Number of fused protected feeders	10	12	14	16	18	20	22
Fuse rating of feeders	200 A						
Breakable on load	Yes						
Over voltage protection - replaceable surge arrester	Type 2 (Type 1+2 optional)						
MV transformer							
Transformer type	Oil immersed (ONAN)						
AC Power @ 30° C in kVA	1850	2200	2590	2960	3300	3700	4070
AC Power @ 40° C in kVA	1750	2100	2450	2800	3150	3500	3850
Low voltage level	800 V						
Medium voltage level range	≤ 36kV						
Rated frequency	50 Hz or 60 Hz						
Oil type	Mineral (vegetable optional)						
Tap changer	± 2 x 2.5%						
Winding material (primary / secondary)	Al / Al						
Eco efficiency optional	Yes						
MV switchgear							
Switchgear type	SF ₆ -insulated						
Rated current	630 A						
Configuration	Single (CV) or double feeder (CCV)						
Protection (up to 24 kV / up to 36 kV)	Circuit breaker (16 kA or 20 kA / 20 kA or 25 kA)						
Protection relay type	REJ603 (others on request)						
Motorized optional	Yes						
Auxiliary supply							
Auxiliary transformer power	10 kVA (higher on request)						
Auxiliary transformer voltage	800 / 400-230 V						
Low voltage distribution panel for auxiliary functions	Yes						
Mechanical characteristics							
Dimensions (length x width x height) in mm	5700 x 2150 x 2500						
Weight approx. in ton	9	9	10	10	10	11	11
Environmental							
Operating temperature range	-25° C ... +60° C (with derating above 40° C)						
Operating altitude range	≤ 2000 m						
Relative humidity (non-condensing)	≤ 95%						
Environmental protection rating	IP 54						
Painting corrosion protection	C4 (C5M optional)						
Product compliance							
Conformity	IEC 60364, IEC 61936-1, IEC 60502-1						



Technical data and types

Type code	4440	4810	5180	5550	5920	6290	6660
Inverter	PVS-175-TL						
Number of inverters in parallel	24	26	28	30	32	34	36
Maximum rating in kVA	4440	4810	5810	5550	5920	6290	6660
LV distribution panel							
Number of fused protected feeders	24	26	28	30	32	34	36
Fuse rating of feeders	200 A						
Breakable on load	Yes						
Over voltage protection - replaceable surge arrester	Type 2 (Type 1+2 optional)						
MV transformer							
Transformer type	Oil immersed (ONAN)						
AC Power @ 30° C in kVA	4440	4810	5810	5550	5920	6290	6660
AC Power @ 40° C in kVA	4200	4550	4900	5250	5600	5950	6300
Low voltage level	800 V						
Medium voltage level range	≤ 36kV						
Rated frequency	50 Hz or 60 Hz						
Oil type	Mineral (vegetable optional)						
Tap changer	± 2 x 2.5%						
Winding material (primary / secondary)	Al / Al						
Eco efficiency optional	Yes						
MV switchgear							
Switchgear type	SF ₆ -insulated						
Rated current	630 A						
Configuration	Single (CV) or double feeder (CCV)						
Protection (up to 24 kV / up to 36 kV)	Circuit breaker (16 kA or 20 kA / 20 kA or 25 kA)						
Protection relay type	REJ603 (others on request)						
Motorized optional	Yes						
Auxiliary supply							
Auxiliary transformer power	10 kVA (higher on request)						
Auxiliary transformer voltage	800 / 400-230 V						
Low voltage distribution panel for auxiliary functions	Yes						
Mechanical characteristics							
Dimensions (length x width x height) in mm	5700 x 2150 x 2500						
Weight approx. in ton	12	12	13	13	14	14	15
Environmental							
Operating temperature range	-25° C ... +60° C (with derating above 40° C)						
Operating altitude range	≤ 2000 m						
Relative humidity (non-condensing)	≤ 95%						
Environmental protection rating	IP 54						
Painting corrosion protection	C4 (C5M optional)						
Product compliance							
Conformity	IEC 60364, IEC 61936-1, IEC 60502-1						



For more information
please contact
your local FIMER
representative or visit:

fimer.com

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. FIMER does not accept any responsibility whatsoever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained therein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of FIMER. Copyright© 2020 FIMER. All rights reserved.



Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



Centros de Transformación MT/BT
para Soluciones de Redes de Distribución

pfu

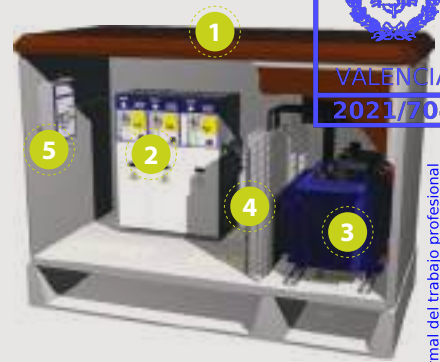
Envolvente de hormigón para
Centros de Transformación

Hasta 40.5 kV, 1000 kVA

Normas IEC

Reliable innovation. Personal solutions.

Diseño



- 1 **Envolvente pfu**
- 2 **Aparamenta de MT:**
- 2a **cgmcosmos hasta 24 kV**
- 2b **cgm.3 hasta 40.5 kV**
- 3 **Transformador(es):
Hasta 2 x1000 kVA**
- 4 **Cuadro de baja tensión**
- 5 **Unidades de protección,
control y medida**

Familia

pfu.3



pfu.4



pfu.5



pfu.7



Datos técnicos

Centros de transformación Ormazabal en envolventes pfu:

- » Envolvente monobloque **pfu** (base y paredes) más cubierta amovible
- » Aparamenta de MT con aislamiento integral en gas: Sistema **cgmcosmos** (hasta 24 kV) y sistema **cgm.3** (hasta 40,5 kV)
- » Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/ BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 40,5 kV y 1000 kVA⁽¹⁾ de potencia unitaria
- » Aparamenta de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro
- » Unidades de protección, control y medida (telemando, telemida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**
- » Interconexiones directas por cable MT y BT
- » Circuito de puesta a tierra
- » Circuito de alumbrado y servicios auxiliares

⁽¹⁾ Para otros valores, por favor, consultar a **Ormazabal**

Configuraciones eléctricas tipo

pfu.3	2l+ 1p + 1 transformador + 1cbt
pfu.4	3l + 1v + 1 transformador + 1cbt
pfu.5	2l + 1S + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	2l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 2p + 2 transformadores + 2cbt
	3l + 1r + 1p + 1m + 1 tr + 1cbt
	1l + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2cbt
pfu.7	6l + 2p + 2 tr + 2 cbt (24 kv)
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 2 tr + 2 cbt
	3l + 1r + 1v + 1m + 2p + 1 tr + 1cbt

Nota: Para otras configuraciones, consultar Ormazabal

Donde:

l = Función de Línea
p = Función de Protección con Fusibles
v = Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío
s = Función de Interruptor Pasante
r = Función de remonte
m = Función de Medida
cbt = Cuadro de Baja Tensión
tr = Transformador

Dimensiones exteriores y pesos

		pfu.3	pfu.4	pfu.5	pfu.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA

Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV (Altura estándar +195 mm), no aplicable a **pfu.7**
Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm
Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

Prólogo

Tras décadas de producción de diferentes tipos de centros de transformación, en 1991 **Ormazabal** desarrolló el **pfu**, su primera envolvente monobloque de hormigón para centros de transformación.

Desde entonces el **pfu** ha evolucionado hacia una gama más amplia con configuraciones flexibles para diferentes esquemas de distribución de MT y con una gran variedad de acabados superficiales

Los edificios **pfu** consisten en una envolvente monobloque industrializada para **Centros de Transformación Ormazabal** de superficie y maniobra interior hasta 40,5 kV.

El **pfu** se usa en numerosas Soluciones de Redes de Distribución (DNS) para compañía eléctrica (generación convencional, distribución pública, Smart grids...), usuarios finales de energía eléctrica (infraestructuras, industria, terciario) y energías renovables (parques eólicos y plantas solares fotovoltaicas). En la actualidad más de 22.000 **pfus** han sido instalados en más de 15 países.

Seguridad

- » Misma superficie equipotencial en toda la estructura: pared, suelo y cubierta.
- » Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad
- » Fosos de recogida de dieléctrico líquido
- » Puerta frontal individual para cada transformador
- » Separación física opcional entre las celdas de la compañía eléctrica y las del cliente
- » Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros
- » Opcional: Ensayos de arco interno y sísmicos

Fiabilidad

- » Calidad uniforme industrializada
- » Totalmente montado y ensayado en fábrica, bajo procesos controlados
- » Instalación sencilla y rápida, optimizando tiempos y costes
- » Protección contra fuertes impactos externos

Eficiencia

- » Aparamenta instalable desde fábrica
- » Ventilación: circulación natural de aire (clase 10)
- » Entrada/salida de cables de MT y BT a través de orificios semiperforados en la base (frontal-lateral)
- » Entrada auxiliar de acometida de BT en fachada

Sostenibilidad

- » Larga vida útil frente a condiciones ambientales agresivas
- » Reducción en consumo de energía y emisiones durante la fabricación
- » Investigación en las propiedades mecánicas y durabilidad del hormigón

Innovación continua

- » Ensayos y modelización de ventilación optimizada con transformadores Ormazabal.
- » Gran capacidad de integración estética en el entorno
- » Soluciones prefabricadas disponibles según EN 62271-202
- » Compatible con el resto de la amplia gama de centros **Ormazabal**



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW “LLANO DE AÍN”

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

PLIEGO DE CONDICIONES

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

ÍNDICE

I. PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	6
1. DISPOSICIONES GENERALES	6
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA	6
1.2. OBJETO	7
1.3. DEFINICIONES	7
2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS	8
2.1. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA OBRA/INSTALACIÓN	8
2.1.1. Promotor.....	8
2.1.2. Proyectista	8
2.1.3. Constructor o contratista.....	9
2.1.4. Dirección de la obra	10
2.1.5. Dirección de la ejecución de la obra	10
2.1.6. Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación.....	11
2.1.7. Suministradores de productos.....	11
2.1.8. Propietarios y usuarios.....	11
2.1.9. Agentes en materia de seguridad y salud	12
2.1.10. Agentes en materia de gestión de residuos.....	12
2.2. RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES DE LA OBRA/INSTALACIÓN.....	12
2.3. DAÑOS MATERIALES.....	13
2.4. PLAZOS DE PRESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES.....	13
3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS.....	14
3.1. PRESCRIPCIONES GENERALES.....	14
3.2. PRECIOS	14
3.3. COSTES DIRECTOS	14
3.4. COSTES INDIRECTOS	15
3.5. GASTOS GENERALES	15
3.6. BENEFICIO INDUSTRIAL	15
3.7. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	15
3.8. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA.....	15
3.9. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS.....	16
3.10. REVISIÓN DE PRECIOS CONTRATADOS	16
3.11. ACOPIO DE MATERIALES	16
3.12. PRECIOS CONTRADICTORIOS.....	16
3.13. FIANZAS	16

3.14. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES	17
3.15. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS	17
3.16. MEJORAS DE OBRA LIBREMENTE EJECUTADAS	18
3.17. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA	19
3.18. ABONO POR MATERIALES ACOPIADOS.....	19
3.19. ABONO DE UNIDADES DE OBRA INCOMPLETAS	19
3.20. PAGOS	20
3.21. DEMORA EN LOS PAGOS.....	20
3.22. GASTOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS	20
3.23. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRATIO	20
3.24. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS	20
3.25. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS.....	21
3.26. INDEMNIZACIONES.....	21
3.27. SEGURO DE LAS OBRAS.....	22
3.28. IMPUESTO o ARBITRIOS.....	22
3.29. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO	22
3.30. CONTRADICCIÓN ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO ENTRE CONTRATISTA O INSTALADOR Y PROMOTOR	23
II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES	23
4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS COMUNES	23
4.1. CONDICIONES GENERALES	23
4.2. COMIENZO DE LAS OBRAS	23
4.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	24
4.4. TRABAJOS DEFECTUOSOS	25
4.5. VICIOS OCULTOS	25
4.6. LIMPIEZA EN LAS OBRAS.....	25
4.7. TRABAJOS NOCTURNOS.....	26
4.8. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES.....	26
4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL.....	26
4.10. DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA EJECUTADA	27
4.11. LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE OBRA.....	27
4.12. GARANTÍAS	27
4.13. RECEPCIÓN DEFINITIVA.....	27
4.14. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA	28

4.15. RECEPCIÓN DE TRABAJOS CUYO CONTRATISTA HAYA SIDO RESCINDIDO.....	28
5. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES.....	28
5.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y PRODUCTOS.....	28
5.2. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES.....	29
5.3. CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES.....	29
6. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	29
6.1. CONDICIONES GENERALES.....	29
6.2. OBRA CIVIL.....	31
6.2.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO.....	31
6.2.2. CANALIZACIONES.....	31
6.3. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	32
6.4. ESTRUCTURA SOPORTE.....	32
6.5. INVERSORES.....	33
6.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO.....	33
6.7. CABLEADO.....	34
6.8. PROTECCIONES.....	34
6.9. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS.....	34
6.10. CRITERIOS DE MEDICIÓN.....	34
6.11. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	35
6.12. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	35
6.13. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....	35
6.13.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.....	35
6.13.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	36
6.14. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.....	36
7. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN.....	37
7.1. CONDICIONES GENERALES.....	37
7.2. CONDUCTORES.....	38
7.3. CANALIZACIONES.....	38
7.4. PUESTA A TIERRA.....	39
7.5. PROTECCIONES.....	39
7.6. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE.....	39
7.7. CRITERIOS DE MEDICIÓN.....	39
7.8. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	40
7.9. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....	40
7.9.1. CONTROL.....	40
7.9.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA.....	40

7.10. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	41
7.10.1. SEGURIDAD	41
7.10.2. MANTENIMIENTO	41
7.11. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	41
8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA....	42
8.1. CONDICIONES GENERALES	42
8.2. OBRA CIVIL.....	43
8.3. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN	44
8.3.1. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN	44
8.3.2. TRANSFORMADORES	45
8.3.3. EQUIPOS DE MEDIDA	45
8.4. PUESTA A TIERRA	45
8.5. CRITERIOS DE MEDICIÓN	46
8.6. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....	46
8.7. PRUEBAS REGLAMENTARIAS	46
8.8. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	47
8.9. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	48

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

I. PLIEGO DE CLAUSULAS ADMINISTRATIVAS

1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

El proyecto de planta fotovoltaica "Llano de Aín" consistirá en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una planta de generación de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica con módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina y seguimiento solar a un eje, que se construirá en el término municipal de Jaca, provincia de Huesca.

La planta se diseña para una potencia total instalada total de 4,998 MWp, resultando una potencia nominal de 4,672 MWn.

La planta fotovoltaica se compone de dos sistemas fundamentales:

- Los módulos fotovoltaicos reciben y transforman la energía de la radiación solar en energía eléctrica con corriente continua. Los cables de éstos se agrupan en ramas que se conectan a los inversores.
Los módulos fotovoltaicos previstos serán de tecnología monocristalina. Esta tecnología podrá cambiar a lo largo del desarrollo por motivos de disponibilidad u obsolescencia del producto.
Los módulos fotovoltaicos se montarán en seguidor a un eje Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas de acero galvanizado y piezas de aluminio, formando una estructura fijada al suelo. Los seguidores a un eje N-S están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre la radiación solar y el plano fotovoltaico. El sistema de seguimiento consiste en el seguimiento del ángulo solar de este a oeste.
- Los inversores transforman esta energía en corriente alterna y los centros de transformación elevan su voltaje para su inyección a la red.
Se instalarán inversores tipo string que garantizará el máximo rendimiento de la instalación y permitirá la monitorización de cada una de las zonas de la planta fotovoltaica. De igual forma, se minimizará el impacto visual dado su reducido tamaño, y se reducirán las probabilidades de paradas por averías de partes importantes de la planta.

Las principales características de la planta fotovoltaica son:

- Potencia instalada: 4,998 MWp
- Potencia nominal: 4,672 MWp
- Número de módulos fotovoltaicos: 8544 ud
 - Potencia pico módulo FV: 585 Wp
- Número de inversores: 26 ud
 - Potencia máxima INV tipo 1: 185 kW
 - Potencia máxima INV tipo 2: 116 kW.
- Número de centros de transformación: 4 ud
 - Potencia del transformador tipo 1: 1110 kVA
 - Potencia del transformador tipo 2: 1480 kVA

1.2. OBJETO

El objeto del presente documento es establecer las condiciones técnicas, económicas, administrativas, facultativas y legales que permitan ejecutar las actuaciones definidas en el proyecto, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, evitando posibles interpretaciones diferentes entre los distintos agentes intervinientes en la obra: Promotor, Constructor, Proyectista, Director de obra, Director de la ejecución de las obras, etc.

1.3. DEFINICIONES

- a) **Coordinador/a de seguridad y de salud durante la elaboración del proyecto de obra:** persona titulada competente designada por el Promotor para, durante la fase del proyecto de obra, coordinar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
- b) **Coordinador/a de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra:** persona titulada competente integrada en la Dirección facultativa, designada por el Promotor para, durante la fase del proyecto de obra, coordinar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que se desarrollarán simultánea o sucesivamente.
- c) **Constructor/a o contratista:** persona física o jurídica que asume, contractualmente ante el Promotor, el compromiso de ejecutar con medios humanos y materiales, propios o ajenos, las obras o parte de las mismas con sujeción al proyecto y al contrato.
- d) **Dirección facultativa:** técnico o técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra. Está compuesta por la Dirección de Obra y la Dirección de Ejecución de la Obra y representa técnicamente los intereses del Promotor durante la ejecución de la obra, dirigiendo el proceso de construcción en función de las atribuciones profesionales de cada técnico participante.
- e) **Director/a de la ejecución de la obra:** agente que, formando parte de la Dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado.
- f) **Director/a de obra:** agente que, formando parte de la Dirección facultativa, dirige el desarrollo de la obra en los aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto que la define, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.
- g) **Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación:** entidades capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable.
- h) **Obra de construcción o demolición:** actividad consistente en: la construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.

- i) **Promotor/a:** cualquier persona física o jurídica pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.
- j) **Proyectista:** agente que, por encargo del Promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.
- k) **Subcontratista:** persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.
- l) **Suministradores de productos:** fabricantes, almacenistas, importadores o vendedores de productos de construcción.
- m) **Trabajadora autónoma o trabajador autónomo:** persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el Promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

2.1. OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA OBRA/INSTALACIÓN

Se entiende como agentes de la obra/instalación, todas aquellas personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la obra/instalación. Sus obligaciones quedan determinadas por lo dispuesto en la legislación vigente y demás disposiciones que sean de aplicación, así como por el contrato que origina su intervención.

2.1.1. Promotor

Son obligaciones del Promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Designar al coordinador de seguridad y salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación Edificación.
- Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las administraciones competentes.

2.1.2. Proyectista

Son obligaciones del Proyectista:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión, las cuales contemplan: estar colegiado en su respectivo colegio profesional, cumplir con las obligaciones tributarias, cotizar a la seguridad social y estar cubierto por un seguro de responsabilidad civil profesional. En caso de personas jurídicas, éstas deberán designar al técnico redactor del proyecto que cumpla con las condiciones mencionadas.
- Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo establecido contractualmente, así como realizar el visado profesional en caso de que sea preceptivo.
- Acordar con el Promotor la contratación de colaboraciones parciales, en caso de que así sea oportuno.

2.1.3. Constructor o contratista

Son obligaciones del constructor o Contratista:

- Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar el plan de seguridad y salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones determinadas por el coordinador o coordinadora en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, y en su caso de la Dirección facultativa.
- Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del aparejador o arquitecto técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.

- Custodiar el libro de órdenes y seguimiento de la obra, así como el libro de incidencias, en materia de seguridad y salud, el del control de calidad, éstos si los hubiere, y dar el enterado a las anotaciones que en ellos se practiquen.
- Facilitar al aparejador o arquitecto técnico con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Facilitar el acceso a la obra de los diferentes agentes intervinientes, debidamente acreditados para el cometido de sus funciones.
- Suscribir las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción previstas en la vigente regulación de ordenación de la edificación.
- Conservar las obras durante el plazo de garantía establecido.

2.1.4. Dirección de la obra

Son obligaciones de la Dirección de obra:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.
- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectadas a las características geotécnicas del terreno.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar, a requerimiento del Promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengán exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al Promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

2.1.5. Dirección de la ejecución de la obra

Son obligaciones de la Dirección de la ejecución de la obra:

- Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas,

designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

- Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.
- Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.
- Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones de forma precisa.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.
- Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

2.1.6. Entidades y laboratorios de control de calidad de la edificación

Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

- Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al responsable técnico de la recepción y aceptación de los resultados de la asistencia, ya sea el director de la ejecución de las obras, o el agente que corresponda en las fases de proyecto, la ejecución de las obras y la vida útil del edificio.
- Justificar que tienen implantado un sistema de gestión de la calidad que define los procedimientos y métodos de ensayo o inspección que utiliza en su actividad y que cuentan con capacidad, personal, medios y equipos adecuados.

2.1.7. Suministradores de productos

Son obligaciones del suministrador:

- Realizar las entregas de los productos de acuerdo con las especificaciones del pedido, respondiendo de su origen, identidad y calidad, así como del cumplimiento de las exigencias que, en su caso, establezca la normativa técnica aplicable.
- Facilitar, cuando proceda, las instrucciones de uso y mantenimiento de los productos suministrados, así como las garantías de calidad correspondientes, para su inclusión en la documentación de la obra ejecutada.

2.1.8. Propietarios y usuarios

Son obligaciones de los Propietarios:

- Conservar en buen estado la edificación mediante un adecuado uso y mantenimiento, así como recibir, conservar y transmitir la documentación de la obra ejecutada y los seguros y garantías con que ésta cuenta.

Son obligaciones de los usuarios, sean o no propietarios:

- La utilización adecuada de los edificios o de parte de los mismos de conformidad con las instrucciones de uso y mantenimiento, contenidas en la documentación de la obra ejecutada.

2.1.9. Agentes en materia de seguridad y salud

La relación de agentes intervinientes en materia de seguridad y salud, así como sus respectivas obligaciones y responsabilidades, se encuentran en el estudio básico de seguridad y salud, o en el estudio de seguridad y salud, según corresponda o, en su defecto, en la legislación vigente en la materia.

2.1.10. Agentes en materia de gestión de residuos

La relación de agentes intervinientes en materia de gestión de residuos, así como sus respectivas obligaciones y responsabilidades, se encuentran en el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición contenido en el presente proyecto o, en su defecto, en la legislación vigente en la materia.

2.2. RESPONSABILIDAD CIVIL DE LOS AGENTES DE LA OBRA/INSTALACIÓN

La responsabilidad civil será exigible en forma personal e individualizada, tanto por actos u omisiones de propios, como por actos u omisiones de personas por las que se deba responder. No obstante, cuando pudiera individualizarse la causa de los daños materiales o quedase debidamente probada la concurrencia de culpas sin que pudiera precisarse el grado de intervención de cada agente en el daño producido, la responsabilidad se exigirá solidariamente. En todo caso, el Promotor responderá solidariamente con los demás agentes intervinientes ante los posibles adquirentes de los daños materiales en el edificio ocasionados por vicios o defectos de construcción.

Sin perjuicio de las medidas de intervención administrativas que en cada caso procedan, la responsabilidad del Promotor que se establece en la Ley de Ordenación de la Edificación se extenderá a las personas físicas o jurídicas que, a tenor del contrato o de su intervención decisoria en la promoción, actúen bajo la forma de Promotor o gestor de cooperativas o de comunidades de propietarios u otras figuras análogas. Cuando el proyecto haya sido contratado conjuntamente con más de un Proyectista, los mismos responderán solidariamente.

Los Proyectistas que contraten los cálculos, estudios, dictámenes o informes de otros profesionales, serán directamente responsables de los daños que puedan derivarse de su insuficiencia, incorrección o inexactitud, sin perjuicio de la repetición que pudieran ejercer contra sus autores.

El constructor responderá directamente de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos derivados de la impericia, falta de capacidad profesional o técnica, negligencia o incumplimiento de las obligaciones atribuidas al jefe de obra y demás personas físicas o jurídicas que de él dependan. Cuando el constructor subcontrate con otras personas físicas o jurídicas la ejecución de determinadas partes o instalaciones de la obra, será directamente responsable de

los daños materiales por vicios o defectos de su ejecución, sin perjuicio de la repetición a que hubiere lugar.

La Dirección de obra y la Dirección de la ejecución de la obra que suscriban el certificado final de obra serán responsables de la veracidad y exactitud de dicho documento. Quien acepte la Dirección de una obra cuyo proyecto no haya elaborado él mismo, asumirá las responsabilidades derivadas de las omisiones, deficiencias o imperfecciones del proyecto, sin perjuicio de la repetición que pudiere corresponderle frente al Proyectista. Cuando la Dirección de obra se contrate de manera conjunta a más de un técnico, los mismos responderán solidariamente sin perjuicio de la distribución que entre ellos corresponda.

Las responsabilidades por daños no serán exigibles a los agentes que intervengan en el proceso de la edificación, si se prueba que aquellos fueron ocasionados por caso fortuito, fuerza mayor, acto de tercero o por el propio perjudicado por el daño. Las responsabilidades a que se refiere este artículo se entienden sin perjuicio de las que alcanzan al vendedor de las edificaciones o partes de ellas frente al comprador, conforme al contrato de compraventa suscrito entre ellos, respecto al Código Civil y demás legislación aplicable a la compraventa.

2.3. DAÑOS MATERIALES

Sin perjuicio de las responsabilidades contractuales, las personas físicas o jurídicas que intervienen en el proceso de la edificación responderán frente a los propietarios y los terceros adquirentes de los edificios o partes de los mismos, en el caso de que sean objeto de división, de los siguientes daños materiales ocasionados en la obra dentro de los plazos indicados, contados desde la fecha de recepción de la obra, sin reservas o desde la subsanación de éstas:

- Durante diez años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos que afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.
- Durante tres años, de los daños materiales causados en el edificio por vicios o defectos de los elementos constructivos o de las instalaciones que ocasionen el incumplimiento de los requisitos de habitabilidad contemplados en el Ley de Ordenación de la Edificación. El constructor también responderá de los daños materiales por vicios o defectos de ejecución que afecten a elementos de terminación o acabado de las obras dentro del plazo de un año.

2.4. PLAZOS DE PRESCRIPCIÓN DE LAS ACCIONES

Las acciones para exigir las responsabilidades por daños materiales dimanantes de los vicios o defectos, prescribirán en el plazo de dos años a contar desde que se produzcan dichos daños, sin perjuicio de las acciones que puedan subsistir para exigir responsabilidades por incumplimiento contractual.

La acción de repetición que pudiese corresponder a cualquiera de los agentes que intervienen en el proceso de edificación contra los demás, o a los aseguradores contra ellos, prescribirá en el plazo

de dos años desde la firmeza de la resolución judicial que condene al responsable a indemnizar los daños, o a partir de la fecha en la que se hubiera procedido a la indemnización de forma extrajudicial.

3. DISPOSICIONES ECONÓMICAS.

3.1. PRESCRIPCIONES GENERALES

Todos los agentes intervinientes en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas. La propiedad, el Contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

Todas las unidades de obra se medirán y abonarán por volumen, superficie, longitud, peso o unidad, de acuerdo a como figuran especificadas en la Valoración de Unidades de Obra. Para las unidades nuevas que puedan surgir y para las que sea preciso la redacción de un precio contradictorio, se especificarán claramente al acordarse éste el modo de abono, en otro caso, se establecerá lo admitido en la práctica habitual o costumbre de la construcción.

Es obligación del Contratista la conservación de todas las obras, así como la reparación o reconstrucción de aquellas partes que hayan sufrido daños o que se compruebe que no reúnen las condiciones exigidas por el presente Pliego. Para estas reparaciones se atenderá estrictamente a las instrucciones que reciba del director de las obras.

3.2. PRECIOS

El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial. Será sobre esta cantidad sobre la que se aplique el impuesto sobre el valor añadido.

3.3. COSTES DIRECTOS

Se considerarán costes directos:

- La mano de obra que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra, con sus pluses, cargas y seguros sociales.
- Los materiales necesarios para la ejecución de las obras o instalaciones.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales de los trabajadores e intervinientes en las obras.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

3.4. COSTES INDIRECTOS

Se considerarán costes indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas o casetas a pie de obra, los derivados por alquiler de almacenes para el acopio de materiales, pabellones temporales para operarios, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

3.5. GASTOS GENERALES

Se considerarán gastos generales:

- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos. En obras para la Administración se establece un porcentaje con carácter general del 13% aplicado sobre la suma del presupuesto de ejecución material.

3.6. BENEFICIO INDUSTRIAL

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el contrato suscrito entre el Promotor y el constructor.

3.7. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL

Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción del Beneficio Industrial y los Gastos Generales.

3.8. PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA

En el caso de que los trabajos a realizar se contratasen a riesgo y ventura, se entiende por Precio de Contrata el que importa el coste total de la unidad de obra, es decir, el precio de ejecución material, más el tanto por ciento (%) sobre este último precio en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

Los Gastos Generales se estiman normalmente en un 8 por 100 y el beneficio se estima normalmente en 6 por 100, salvo que en las condiciones particulares o contractuales entre Contrata y Promotor se establezca otro destino.

3.9. RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

Si el Contratista, antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

3.10. REVISIÓN DE PRECIOS CONTRATADOS

Una vez que el Contratista y el Promotor cierren el contrato económico de la ejecución de las obras NO SE PROCEDERÁ A REVISIÓN DE PRECIOS.

3.11. ACOPIO DE MATERIALES

El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito. Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de éste; siendo responsable de su guarda y conservación el Contratista.

3.12. PRECIOS CONTRADICTORIOS

Se producirán precios contradictorios solo cuando la propiedad, por medio de la Dirección técnica decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las partidas previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista. En este caso, siempre que este cambio quede aprobado por parte de la Dirección facultativa, el Contratista estará obligado a llevar a cabo dichos cambios.

En caso de falta de acuerdo, el precio definitivo se acordará entre la Dirección técnica y el Contratista, antes de comenzar la ejecución de los trabajos y dentro del plazo establecido entre las partes.

Si subsiste la diferencia, se tomará en primer lugar, el concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, podrá tomarse el valor recogido en la base de precios actualizada elaborada la administración del municipio en cuestión.

Los precios contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.13. FIANZAS

El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes:

- Depósito previo, en metálico, valores, o aval bancario, por importe entre el 4% y el 10% del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días, una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra. La propiedad podrá exigir que el Contratista acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos, etc.

Si la propiedad accediera a hacer recepciones parciales, con la conformidad de la Dirección técnica, el Contratista tendrá derecho a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

3.14. RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR O INSTALADOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS TRABAJADORES

Si de los partes mensuales, o cualquier solución bajo forma contractual entre Contratista y Promotor para la elaboración de las certificaciones parciales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Técnico Director, éste advirtiese que los rendimientos o calidades, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos o calidades normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor o Instalador, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción o calidad en la cuantía señalada por el Técnico Director.

Si hecha esta notificación al Constructor o Instalador, en los meses sucesivos, los rendimientos o calidades no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del quince por ciento (15 por 100) que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones parciales que preceptivamente deben efectuársele, siempre que el resultado ejecutado tenga solución técnico-normativo. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo se someterá el caso a arbitraje.

3.15. VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, el abono de los trabajos podrá efectuarse de la siguiente manera:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.
- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra. Este precio por unidad de obra es invariable y se habrá fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas. Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.
- Tanto variable por unidad de obra. Según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del técnico director. Se abonará al Contratista en idénticas condiciones que en el caso anterior.

- Por listas de jornales y recibo de materiales, autorizados en la forma que el presente pliego general de condiciones económicas determine.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

La Dirección facultativa, tomando como base las mediciones de obra ejecutada y los precios contratados, redactará mensualmente la correspondiente relación valorada al origen.

La obra ejecutada se valorará respecto a los precios de ejecución material que figuren en el cuadro de precios unitarios del contrato y, en su caso, a los precios contradictorios que hayan sido debidamente autorizados y teniendo en cuenta lo prevenido para abono de obras defectuosas y materiales acopiados.

A partir del presupuesto de ejecución material, elaborado de la forma expresada en el párrafo anterior, se obtendrá el presupuesto de ejecución por contrata, incrementando aquél en los porcentajes establecidos en el contrato en concepto de gastos generales de empresa y beneficio industrial del Contratista.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El Impuesto sobre el Valor Añadido que grave la ejecución de la obra, se obtendrá por aplicación del tipo que le corresponda sobre el presupuesto de ejecución por contrata.

El Contratista tiene derecho al abono, con arreglo a los precios convenidos, de la obra que realmente ejecute con sujeción al proyecto que sirvió de base a la licitación, a sus modificaciones aprobadas y a las órdenes dadas por escrito por la Dirección facultativa. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el proyecto o en el presupuesto de adjudicación del contrato no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones, salvo en los casos de rescisión.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere.

3.16. MEJORAS DE OBRA LIBREMENTE EJECUTADAS

Cuando el Contratista, incluso con autorización del Técnico Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Técnico Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.17. ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

Siempre que no se contradiga el documento contractual entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partida alzada, deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso, el Técnico Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.18. ABONO POR MATERIALES ACOPIADOS

Una vez recibidos los materiales y almacenados en la obra o en los almacenes autorizados para su acopio, siempre y cuando no haya riesgo de que sufran deterioro, podrá abonarse al Contratista hasta el 75% de su valor, incluyendo tal partida en la relación valorada mensual y teniendo en cuenta este adelanto para deducirlo más tarde del importe total de las unidades de obra en que queden incluidos tales materiales. Para realizar dicho abono será necesaria la constitución previa del correspondiente aval, de acuerdo con lo establecido al respecto en el Contrato. El porcentaje de abono se fijará en función del riesgo, tras una ponderación justificada del mismo, y de acuerdo con las condiciones estipuladas en el Contrato.

3.19. ABONO DE UNIDADES DE OBRA INCOMPLETAS

Cuando por rescisión u otras causas, sea preciso valorar obras incompletas, se aplicará la descomposición que figura en las valoraciones de obra, sin que pueda pretenderse la valoración de cualquier unidad descompuesta en forma distinta. En ningún caso, tendrá elementos que componen el precio contenido en dichas valoraciones.

3.20. PAGOS

Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe, corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Técnico Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.21. DEMORA EN LOS PAGOS

Se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de Pagos, cuando el Contratista no justifique en la fecha el presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.22. GASTOS DE PRUEBAS Y ENSAYOS

Todos los gastos ocasionados por ensayos, pruebas, verificaciones, etc., de materiales o unidades de obra o totalmente ejecutadas serán a cargo del Contratista. Se incluyen el coste de los materiales que se deban ensayar, la mano de obra, herramientas, transporte, gastos de toma de muestras, minutas de laboratorio, etc.

Todo ensayo que no haya dado resultado satisfactorio, a juicio del director de las obras, o que no ofrezcan garantías suficientes, podrá repetirse de nuevo a cargo del Contratista y no se computarán a efectos del 1% del importe total de pruebas y ensayos.

3.23. MEJORAS Y AUMENTOS DE OBRA. CASOS CONTRATIO

No se admitirán mejoras de obra, salvo que la Dirección técnica haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del proyecto y siempre y cuando la Dirección facultativa ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas. Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando la Dirección facultativa introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.24. OBRAS DEFECTUOSAS O MAL EJECUTADAS

Si el director de las obras estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del contrato firmado, son sin embargo admisibles, puede proponer la aceptación de las mismas con la consiguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado

a rebajar los precios rebajados fijados por la administración, a no ser que prefiera demostrar reconstruir las unidades defectuosas con arreglo a las condiciones establecidas en el contrato.

3.25. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS

Los gastos de conservación de las obras durante el plazo de garantía comprendido entre la recepción provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista. Si el edificio fuese ocupado o las instalaciones utilizadas antes de la recepción definitiva, la limpieza y posibles reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del Propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo del Contratista.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Técnico Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

3.26. INDEMNIZACIONES

La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un tanto por mil del importe total de los trabajos contratados, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el calendario de obra. Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza.

Si el Propietario no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que corresponde según el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un 5% anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran dos meses a partir del término del plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada. No obstante, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.27. SEGURO DE LAS OBRAS

El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución y hasta la recepción definitiva de la misma. La cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. En caso de siniestro, el importe abonado por la compañía aseguradora se ingresará en cuenta a nombre del Propietario para que, con cargo a ella, se abone la obra que se construya y en la medida en la que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada.

La infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la compañía aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por la Dirección facultativa.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de la obra que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio o las instalaciones afectadas por las obras. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza de seguros vendrán determinados por el Contratista. Previo a su contratación, será puesto en conocimiento del Propietario quien deberá dar su conformidad al respecto.

3.28. IMPUESTO o ARBITRIOS

El pago de impuestos o arbitrios municipales o de cualquiera otra índole, sobre vallas, alumbrado, residuos, etc., cuyo abono debe realizarse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo de los Contratistas intervinientes.

3.29. USO POR EL CONTRATISTA DEL EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquél y con cargo a la fianza.

3.30. CONTRADICCIÓN ENTRE EL PRESENTE PLIEGO DE CONDICIONES Y LAS CLÁUSULAS DEL CONTRATO ENTRE CONTRATISTA O INSTALADOR Y PROMOTOR

En todo caso PREVALECERÁN LOS ACUERDOS Y CLAUSULAS QUE DE MUTUO ACUERDO HAYAN PACTADO CONTRATISTA O INSTALADOR Y PROMOTOR DE LAS OBRAS.

Cuando tal circunstancia se produjera, el Técnico Director puede solicitar al Contratista una copia de dichos acuerdos o contratos suscritos en forma de Contrato Legal y deberá estar firmado por las partes que acuerden tal Documento.

II. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

4. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS COMUNES

4.1. CONDICIONES GENERALES

Los documentos de este proyecto, en su conjunto, con los particulares que pudieran establecerse, constituyen un contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, las cuales se comprometen a dirimir las divergencias que pudieran surgir hasta su total cumplimiento, por amigables componedores, preferentemente por el Director de obra, a quien se considerará como única persona técnica para las dudas e interpretaciones del presente Pliego y en último extremo a los tribunales competentes.

El Contrato se formalizará como documento privado o público a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el contrato se reflejarán las particularidades que convengan a ambas partes, completando o modificando lo señalado en el presente Pliego de Condiciones, que quedará incorporado al Contrato como documento integrante del mismo.

Cualquier controversia derivada de la interpretación, aplicación, cumplimiento y ejecución del citado Contrato, incluyendo cualquier discrepancia relativa a su existencia, validez o extinción, así como, en general, toda cuestión conexas con el mismo, podrá ser gestionada y resuelta a través de la mediación, con un mediador profesional. En el supuesto de que la mediación no terminase en un acuerdo consensuado de las partes, en el plazo máximo de cinco meses a contar desde el inicio efectivo de la mediación, la controversia en cuestión será resuelta definitivamente mediante arbitraje de derecho, por un solo árbitro designado conforme al procedimiento previsto legalmente.

4.2. COMIENZO DE LAS OBRAS

Previo al comienzo de los trabajos, se comunicará la apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente, siendo los empresarios que tengan la consideración de Contratistas los responsables de realizarla. La comunicación de apertura incluirá el plan de seguridad y salud que

permitirá organizar los medios y recursos para que las obras se puedan llevar a cabo conforme a los procedimientos planificados.

Antes de iniciar las obras, el constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada. En caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones que sean necesarias para su total comprensión.

El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas sobre el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dicho replanteo quedará sujeto a la aprobación por parte de la Dirección de ejecución de la obra, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite. El Constructor será responsable de dar comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el Promotor. En caso de no existir referencia a los plazos en el mencionado contrato, se atenderá al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud o Estudio Básico de Seguridad y Salud.

El orden de trabajos lo determinará el constructor, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de índole técnico, la Dirección facultativa estime conveniente su modificación.

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad imparta la Dirección facultativa.

4.3. ESTUDIO GEOTÉCNICO

Para la ejecución de una edificación de nueva planta, deberá elaborarse un estudio geotécnico es el compendio de información cuantificada en cuanto a las características del terreno en relación con el tipo de construcción prevista y el entorno donde se ubica, que es necesaria para proceder al análisis y dimensionado de los cimientos de esta u otras obras. El objeto de este documento es verificar la seguridad de las construcciones ante las acciones sísmicas que puedan actuar sobre ellas durante su período de vida útil.

Para la realización del estudio deben recabarse todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo tales como hornos, huertas o vertederos, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones limítrofes, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes planimétricos del desarrollo urbano y, en su caso, sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente vigente.

Dado que las conclusiones del estudio geotécnico pueden afectar al proyecto en cuanto a la concepción estructural del edificio, tipo y cota de los cimientos, se debe acometer en la fase inicial de proyecto y en cualquier caso antes de que la estructura esté totalmente dimensionada. La autoría del estudio geotécnico corresponderá al Proyectista, a otro técnico competente o, en su caso, al director de obra y contará con el preceptivo visado colegial.

Una vez iniciada la obra e iniciadas las excavaciones, a la vista del terreno excavado y para la situación precisa de los elementos de la cimentación, el director de obra apreciará la validez y suficiencia de los datos aportados por el estudio geotécnico, adoptando en casos de discrepancia

las medidas oportunas para la adecuación de la cimentación y del resto de la estructura a las características geotécnicas del terreno.

4.4. TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en el citado documento.

Por ello es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o equipos instalados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete a la Dirección de Ejecución de la obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Cuando la Dirección de obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los equipos instalados no reúnen las condiciones acordadas, ya sea en el transcurso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas conforme a lo contratado, corriendo a cuenta del Contratista. En el caso de que el Contratista no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante la Dirección de Ejecución de la obra, quien resolverá.

4.5. VICIOS OCULTOS

En caso que el director de obra contemple la posibilidad de la existencia de vicios ocultos en las obras ejecutadas, ordenará realizar en cualquier fase de la ejecución de las obras, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea oportunos para reconocer los trabajos que considere defectuosos. Los gastos ocasionados serán a cuenta del Constructor, siempre que quede justificada la existencia de tales vicios. En caso contrario correrán a cargo de la Propiedad.

4.6. LIMPIEZA EN LAS OBRAS

Las obras y los alrededores se mantendrán con un alto nivel de limpieza. Para ello, tanto los escombros como el material excedente serán recogidos al final de cada jornada de trabajo, se desarmarán las instalaciones provisionales cuando dejen de realizar su función principal en la obra, en definitiva, se llevarán a cabo todos aquellos trabajos necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto. Estas actuaciones serán responsabilidad del constructor.

4.7. TRABAJOS NOCTURNOS

Como norma general, el Contratista nunca considerará la posibilidad de realización de trabajos nocturnos en los diferentes planes de obra que presente a la Propiedad, salvo cuando se trate de trabajos que, por su naturaleza, no puedan ser interrumpidos o que necesariamente deban ser realizados por la noche. No obstante, si el Contratista quiere contemplar dicha posibilidad, deberá hacerlo a nivel de oferta de licitación acompañándola de los estudios y autorizaciones necesarios que le permitan realizar estos trabajos y de un programa de trabajos parciales correspondiente a estas actividades que se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa. En caso de ser aceptada esta modalidad de trabajo, el Contratista instalará por su cuenta y riesgo los equipos de alumbrado necesarios para superar los niveles mínimos de iluminación que exige la legislación vigente. Será pues exclusiva responsabilidad del Contratista que se satisfagan condiciones de seguridad y calidad de la obra, tanto en las zonas de trabajo como en las de tránsito, mientras duren los trabajos nocturnos.

4.8. OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

En el caso de actuaciones para las cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el presente Pliego de Condiciones, ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primera instancia, a las instrucciones que dicte la Dirección de ejecución de las obras y, en segunda instancia, a las normas de la buena práctica constructiva.

4.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL

La recepción de la obra tendrá lugar dentro de los treinta días siguientes a la fecha de su terminación, acreditada en el certificado final de obra, plazo que se contará a partir de la notificación efectuada por escrito al Promotor. La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos treinta días desde la fecha indicada, el Promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

En la entrega se darán cita: la propiedad, el constructor y el director de obra, así como el resto de técnicos interviniente en la Dirección de las obras. En ese momento, se elaborarán tantas actas como agentes intervinientes los cuales firmarán todas las copias manifestando el estado en el que se encuentran las obras.

En el caso de no estar la obra finalizada, la Dirección de obra instará al Contratista a terminar los trabajos en el plazo que le sea fijado, expirado el cual, se llevará a cabo un nuevo reconocimiento con el fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Vencido este plazo, si el constructor no hubiese finalizado las actuaciones necesarias para la finalización de la obra, se dará por finalizado el contrato con la correspondiente pérdida de la fianza.

Si las obras no hubieran llegado a iniciarse o no hubieran sido entregadas, el adquirente podrá optar entre la rescisión del contrato con devolución de las cantidades entregadas a cuenta, incluidos los impuestos aplicables, incrementadas en los intereses legales, o conceder al Promotor prórroga,

que se hará constar en una cláusula adicional del contrato otorgado, especificando el nuevo período con la fecha de terminación de la construcción y/o instalaciones.

4.10. DOCUMENTACIÓN DE LA OBRA EJECUTADA

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación, en su caso, de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al Promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación se adjuntará, al menos, el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, así como la relativa a las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación.

Toda la documentación a que se hace referencia en los apartados anteriores, que constituirá el Libro del edificio, será entregada a los usuarios finales del edificio.

4.11. LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE OBRA

Una vez recibidas provisionalmente las obras, el director de obra realizará su medición definitiva ante la presencia del Constructor o de su representante. En caso de que las obras se ajusten a lo estipulado en el proyecto y posibles modificaciones de éste, el director de obra extenderá la oportuna certificación final de obra por triplicado. La firma servirá para el abono por parte de la Propiedad de la cuantía restante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

4.12. GARANTÍAS

El plazo de garantía se fijará mediante contrato privado entre el Promotor y la propiedad y su cómputo comenzará desde el momento de la firma del acta de recepción o cuando se entienda la recepción tácitamente producida de acuerdo al apartado de recepción provisional del presente Pliego de condiciones.

Las garantías por daños materiales ocasionados por vicios y defectos de la construcción se ajustarán a lo recogido en la legislación vigente.

4.13. RECEPCIÓN DEFINITIVA

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa, quedando subsistente su responsabilidad civil según fije la legislación vigente.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

4.14. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra o las instalaciones no se encontrasen en las condiciones acordadas, dicha recepción será aplazada y la Dirección de obra indicará al Contratista los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias. De no efectuarse dentro del plazo indicado, podrá resolverse el contrato con la pérdida de la fianza.

4.15. RECEPCIÓN DE TRABAJOS CUYO CONTRATISTA HAYA SIDO RESCINDIDO

En caso de rescisión del contrato, el Contratista estará obligado a retirar, en el plazo fijado, la maquinaria, instalaciones y medios auxiliares, a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa. Las obras y trabajos finalizados se recibirán provisionalmente según lo descrito anteriormente. Transcurrido el plazo de garantía, se recibirán definitivamente según lo dispuesto en el presente Pliego de condiciones. Para aquellas obras y trabajos no finalizados, pero encontrándose en un estado aceptable a juicio de la Dirección de obra, se realizará una única y definitiva recepción.

5. PRESCRIPCIONES SOBRE LOS MATERIALES

5.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES Y PRODUCTOS

Los materiales, productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. De esta forma, se utilizarán productos de construcción que estén fabricados o comercializados legalmente en los Estados miembros de la Unión Europea y en los Estados firmantes del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y siempre que dichos productos, cumpliendo la normativa de cualquier Estado miembro de la Unión Europea, aseguren en cuanto a la seguridad y el uso al que están destinados.

Cualquier otro material que haya sido especificado, y sea necesario emplear, deberá ser aprobado por la Dirección de obra, previa notificación por parte del Contratista de la procedencia de dicho material, rechazando todo aquel que no reúna las condiciones exigidas. Sin tal aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la misma. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

5.2. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES

El Contratista deberá presentar, para su aprobación, muestras, catálogos y certificados de homologación de los productos, materiales y equipos identificados por marcas o patentes. Si la Dirección facultativa considerase que la información no es suficiente, podrá exigir la realización, a costa del Contratista, de los ensayos y pruebas que estime convenientes.

La calidad de los materiales que hayan sido almacenados o copiados deberá ser comprobada en el momento de su utilización para la ejecución de las obras, mediante las obras y ensayos correspondientes, siendo rechazados los que en este momento no cumplan las prescripciones establecidas. El Contratista suministrará, a sus expensas, las muestras necesarias. Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o en el de Condiciones Particulares correspondiente, o no tuvieran la preparación en ellos exigida, o cuando a falta de prescripciones formales en los Pliegos se reconociera o demostrara que no fueran adecuados para su objeto, el Contratista deberá reemplazarlos, a su costa por otros que cumplan las prescripciones o que sean idóneos para el objeto a que se destinen. Los materiales rechazados, y los que habiendo sido inicialmente aceptados han sufrido deterioro posteriormente, deberán ser inmediatamente retirados de la obra por cuenta del Contratista.

5.3. CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control se llevará a cabo sobre la documentación de los suministros, los distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y los ensayos, según legislación vigente.

El Constructor deberá disponer de un sistema de gestión de los materiales, productos y elementos que se vayan a colocar en la obra, de manera que se asegure la trazabilidad de los mismos. Dicho sistema de gestión dispondrá de un registro de suministradores de la obra, con identificación completa de los mismos y de los materiales y productos suministrados; dispondrá de un sistema de almacenamiento de los acopios en la obra que permita mantener, en su caso, la trazabilidad de cada una de las partidas o remesas que llegan a la obra; y dispondrá también de un sistema de registro y seguimiento de las unidades ejecutadas que relacione éstas con las partidas de productos utilizados y, en su caso, con las remesas empleadas en las mismas, de manera que se pueda mantener la trazabilidad durante la ejecución de la obra, de acuerdo con el nivel de control de la ejecución definido en el proyecto.

6. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS GENERADOR FOTOVOLTAICO

6.1. CONDICIONES GENERALES

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

6.2. OBRA CIVIL

6.2.1. PREPARACIÓN DEL TERRENO

El terreno es completamente llano, no es necesaria la adaptación del terreno para realizar la instalación. Se necesita, desbroce de terreno y limpieza de restos de hierbas para poder dejar el terreno lo más limpio posible y facilitar la instalación.

Se dispondrá de un camino perimetral para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes según las especificaciones del proyecto.

Se realizará un vallado parcial de la parcela, vallando la zona donde se sitúa la instalación, con el objeto de proteger los equipos e impedir la entrada de personas ajenas a la instalación. El vallado tendrá las características que se contemplan en proyecto. Se prevé la colocación de, al menos, una puerta de doble hoja de simple torsión que permita la entrada de material y personas a la instalación una vez vallado la parcela.

6.2.2. CANALIZACIONES

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

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

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21.

No instalándose más de un circuito por tubo. Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

6.3. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en proyecto.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos.

6.4. ESTRUCTURA SOPORTE

Se ha optado por una instalación con estructura con un sistema de seguimiento solar Este-Oeste mediante un eje Norte-Sur (azimut 0°) horizontal para seguir el movimiento diario del sol según las especificaciones del proyecto.

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones: La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa de aplicación.

La estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.

La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

6.5. INVERSORES

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas se certificarán por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las que se detallan en proyecto.

6.6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO

Los centros de transformación serán del tipo prefabricado (IEC 62271-202) compacto metálico de exterior sobre bastidor. No dispondrán de una envolvente global, sino que serán equipos con envolventes individuales ensamblados, ensayados y suministrados de fábrica sobre un bastidor común, compuesto por:

- Combiner box o cuadro modular de baja tensión con envolvente metálica (armario intemperie) que integra todas las líneas que provienen de los inversores. Del cuadro de baja tensión partirán los puentes de conexión con el transformador. Éstos también dispondrán de su envolvente metálica de protección, IP54.

- Controladores inteligentes (Smart Array Controller).
- Transformador preparado para su uso exterior con defensa perimetral de protección IP1X.
- Aparata de alta tensión con aislamiento integral en gas, de tipo exterior con envolvente metálica independiente con acceso frontal, IP54.

Todas las envolventes cumplirán lo dispuesto en la UNE-EN 62271.

6.7. CABLEADO

Todos los cables están fabricados en cobre y aluminio. La sección de los cables permite que la caída de tensión entre los módulos fotovoltaicos y el inversor sea inferior al 1,5% y, por lo tanto, la pérdida de potencia debido al cableado será inferior al 1,5%.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Para el cableado se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40, y la norma UNE-HD 60364-5-52.

6.8. PROTECCIONES

Las protecciones de la instalación se dimensionarán según la normativa aplicable.

6.9. PUESTA A TIERRA DE LAS INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Se unirán al sistema de tierras las partes metálicas de las estructuras, así como las carcasas de los inversores y todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación.

Esta red de tierras será independiente de la tierra del neutro del transformador, así como de la de protección del centro de transformación.

6.10. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la

contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

6.11. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación de la planta se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía distribuidora a la que se conectará la instalación.

6.12. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

6.13. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

6.13.1. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

6.13.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

6.14. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

Y cuanta documentación sea necesaria para la obtención de la autorización de conexión, puesta en marcha y explotación de las instalaciones.

7. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DE LAS LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MEDIA TENSIÓN

7.1. CONDICIONES GENERALES

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

7.2. CONDUCTORES

Conductores Se especificarán sus características en proyecto.

7.3. CANALIZACIONES

Las canalizaciones donde se enterrarán las líneas será entubada, constituida por tubos plásticos, dispuestos sobre lecho de arena. En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito eléctrico.

Los cables se alojarán en zanjas según las especificaciones indicadas en el proyecto.

Se instalarán arquetas en el principio y final de la línea. En la entrada de las arquetas las canalizaciones entubadas quedarán debidamente selladas en sus extremos.

Los laterales de la zanja serán compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad y además debe permitir las operaciones de tendido de los tubos.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocará una solera de limpieza de unos 0,05 m aproximadamente de espesor de arena, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación, se colocará otra capa de arena envolviéndolos completamente según las especificaciones del proyecto.

Sobre esta capa de arena y a 0,10 m del firme se instalará una cinta de señalización a todo lo largo del trazado del cable las características de las cintas de aviso de cables eléctricos, "Cinta de plástico para señalización de cables subterráneos".

Para el relleno de la zanja, dejando libre el firme y el espesor del pavimento, se utilizará todo-uno, zahorra o arena. Después se colocará una capa de tierra vegetal de unos 0,12 m de espesor y por último se repondrá el suelo a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Los tubos irán colocados en un plano. Al objeto de impedir la entrada del agua, suciedad y material orgánico, los extremos de los tubos estarán sellados. Los tubos de reserva tendrán tapones.

Antes del tendido se eliminará del interior de todos los tubos, incluido el multitubo para los cables de control y comunicaciones, la suciedad o tierra garantizándose el paso de los cables mediante mandrilado acorde a la sección interior del tubo o sistema equivalente. Durante el tendido se

deberán embocar los tubos en la arqueta correctamente para evitar la entrada de tierra o de hormigón.

7.4. PUESTA A TIERRA

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

7.5. PROTECCIONES

La línea estará protegida con sus correspondientes protecciones contra sobreintensidades, cortocircuitos y sobretensiones según se indica en proyecto.

7.6. TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLE

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cable o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre suelo blando.

Antes de empezar el tendido de cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

7.7. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la

contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

Los cables y tubos se medirán por unidad de longitud (metro), según tipo y dimensiones.

7.8. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación de la planta se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía distribuidora a la que se conectará la instalación.

7.9. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

7.9.1. CONTROL

Se realizarán cuantos análisis, verificaciones, comprobaciones, ensayos, pruebas y experiencias con los materiales, elementos o partes de la instalación que se ordenen por el Técnico Director de la misma, siendo ejecutados en laboratorio que designe la dirección, con cargo a la contrata.

Antes de su empleo en la obra, montaje o instalación, todos los materiales a emplear, cuyas características técnicas, así como las de su puesta en obra, han quedado ya especificadas en apartados anteriores, serán reconocidos por el Técnico Director o persona en la que éste delegue, sin cuya aprobación no podrá procederse a su empleo. Los que, por mala calidad, falta de protección o aislamiento u otros defectos no se estimen admisibles por aquél, deberán ser retirados inmediatamente. Este reconocimiento previo de los materiales no constituirá su recepción definitiva, y el Técnico Director podrá retirar en cualquier momento aquellos que presenten algún defecto no apreciado anteriormente, aún a costa, si fuera preciso, de deshacer la instalación o montaje ejecutados con ellos. Por tanto, la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de las especificaciones de los materiales no cesará mientras no sean recibidos definitivamente los trabajos en los que se hayan empleado.

7.9.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Y RIGIDEZ DIELECTRICA

El aislamiento de los equipos que se emplean en las instalaciones de media tensión a las que hace referencia el RCE (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación del 12.11.82 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias) deberán adaptarse a los valores normalizados indicados en la norma UNE 21062.

Se considerarán las resistencias de aislamiento y rigidez dieléctrica expuestas en el proyecto, y deberán ser justificadas por los certificados correspondientes y por las pruebas y ensayos que la Dirección Facultativa crea convenientes.

7.10. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

7.10.1. SEGURIDAD

En general, basándonos en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las especificaciones de las normas NTE, se cumplirán, entre otras, las siguientes condiciones de seguridad:

- Siempre que se vaya a intervenir en una instalación eléctrica, tanto en la ejecución de la misma como en su mantenimiento, los trabajos se realizarán sin tensión, asegurándonos la inexistencia de ésta mediante los correspondientes aparatos de medición y comprobación.
- En el lugar de trabajo se encontrará siempre un mínimo de dos operarios.
- Se utilizarán guantes y herramientas aislantes.
- Cuando se usen aparatos o herramientas eléctricos, además de conectarlos a tierra cuando así lo precisen, estarán dotados de un grado de aislamiento II, o estarán alimentados con una tensión inferior a 50 V mediante transformadores de seguridad.
- Serán bloqueados en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de protección, seccionamiento y maniobra, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos antes de haber comprobado que no exista peligro alguno. En general, mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos a tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante, al menos, sin herrajes ni clavos en las suelas.
- Se cumplirán asimismo todas las disposiciones generales de seguridad de obligado cumplimiento relativas a seguridad, higiene y salud en el trabajo, y las ordenanzas municipales que sean de aplicación

7.10.2. MANTENIMIENTO

Cuando sea necesario intervenir nuevamente en la instalación, bien sea por causa de averías o para efectuar modificaciones en la misma, deberán tenerse en cuenta todas las especificaciones reseñadas en los apartados de ejecución, control y seguridad, en la misma forma que si se tratara de una instalación nueva. Se aprovechará la ocasión para comprobar el estado general de la instalación, sustituyendo o reparando aquellos elementos que lo precisen, utilizando materiales de características similares a los reemplazados.

7.11. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.

- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

Y cuanta documentación sea necesaria para la obtención de la autorización de conexión, puesta en marcha y explotación de las instalaciones.

8. PRESCRIPCIONES TÉCNICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA

8.1. CONDICIONES GENERALES

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiéndose que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

El Constructor o Instalador, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones particulares vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

8.2. OBRA CIVIL

El Centro estará ubicado en una construcción prefabricada independiente destinada únicamente a esta finalidad. Será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200. Según la Memoria del presente proyecto, tendrá las siguientes características:

- Facilidad de instalación: La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.
- Material: El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado.
- Equipotencialidad: De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.
- Impermeabilidad: Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.
- Grados de protección: Se especifican en proyecto de forma detallada. Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la compañía distribuidora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la compañía distribuidora.

8.3. APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN

8.3.1. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas a emplear serán de marca y modelo especificado en la memoria del presente proyecto, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Los cables se conexionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.

El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

Características constructivas

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define EN UNE-EN 62271-200. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años). La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.
Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.
Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.
El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.
- b) Compartimento del juego de barras.
Sus detalles se indican en la documentación del proyecto.
- c) Compartimento de conexión de cables.
Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.
Las extremidades de los cables serán:
- Simplificadas para cables secos.

- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mandos.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

Características eléctricas

- Tensión nominal 24 kV.
- Nivel de aislamiento:
 - o a la frecuencia industrial de 50 Hz 50 kV ef. 1 min.
 - o a impulsos tipo rayo 125 kV cresta.
- Intensidad nominal funciones línea 400/630 A.
- Intensidad nominal otras funciones 200/400 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.

8.3.2. TRANSFORMADORES.

No se instalará transformador en el centro de seccionamiento, protección y medida.

8.3.3. EQUIPOS DE MEDIDA.

El equipo de medida de la energía de la planta solar será el necesario según la normativa aplicable y las especificaciones particulares de la compañía distribuidora.

8.4. PUESTA A TIERRA

Tierra de protección

Se conectarán a tierra todos los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc.,

así como la armadura del edificio prefabricado. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puestas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de media tensión, el neutro del sistema de baja tensión de los servicios auxiliares y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de media tensión, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

Se considerarán las especificaciones indicadas en la documentación del proyecto.

8.5. CRITERIOS DE MEDICIÓN

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

8.6. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación de la planta se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de la compañía distribuidora a la que se conectará la instalación.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

8.7. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparataje eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.

Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

Y cuantas pruebas y ensayos que la Dirección Facultativa crea convenientes.

8.8. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el 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.

PREVENCIONES GENERALES.

- 1) Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.
- 2) Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".
- 3) En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.
- 4) No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.
- 5) No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.
- 6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.
- 7) En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.

PUESTA EN SERVICIO

- 8) Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9) Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

SEPARACIÓN DE SERVICIO

10) Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la armaria y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica.

13) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

PREVENCIÓNES ESPECIALES

14) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.

16) Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

8.9. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

Y cuanta documentación sea necesaria para la obtención de la autorización de conexión, puesta en marcha y explotación de las instalaciones.

Jaca, enero de 2021
EL INGENIERO INDUSTRIAL



Daniel Fuentes Bargues
Colegiado nº 4.717. COIICV

 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION VALENCIA	
Nº COLEGIADO: 4717	DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021	Nº VISADO: 2021/704
VISADO	



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

PRESUPUESTO

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

VISADO



IV - V Mediciones y Presupuesto

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 1 TRABAJOS PREVIOS

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
1.1	Ud	Estudio geotécnico del terreno en cualquier tipo de suelo. Todo ello recogido en el correspondiente informe geotécnico con especificación de cada uno de los resultados obtenidos, conclusiones y validez del estudio sobre parámetros para el diseño de las cimentaciones.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :			1,00	1.799,88 €	1.799,88 €
1.2	Ud	Levantamiento Topográfico de detalle, a escala mínima 1:100, que incluirá la representación al menos de: - Dimensiones y detalles de todo lo que aparezca en los mismos, edificaciones, escolleras, escombros, pasos de agua, servicios existentes, canalizaciones y el resto de servicios afectados. El ambito del levantamiento a realizar cubrirá la zona de la instalación y al menos un perímetro de 10 m. - Viales y caminos existentes en la ubicación de la instalación. - Linderos de los terrenos e identificación de parcelas colindantes. Se compararán estas lindes con el plano catastral. - Reportaje fotográfico de la zona a estudiar. Se han de dejar bases fijas, lo mejor definidas y protegidas que sea posible, para evitar problemas en los replanteos de la fase de construcción. Todo ello recogido en el correspondiente informe que incluirá las coordenadas relativas y/o absolutas de las mismas.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :			1,00	2.559,95 €	2.559,95 €
			Parcial nº 1 TRABAJOS PREVIOS :					4.359,83 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
2.1	M ²	Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 20 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado. Incluye: Replanteo en el terreno. Remoción mecánica de los materiales de desbroce. Retirada y disposición mecánica de los materiales objeto de desbroce. Carga mecánica a camión. Criterio de medición de proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			91.802				91.802,00	
							91.802,00	91.802,00
				Total m² :	91.802,00	0,13 €		11.934,26 €
2.2	M	Formación de vallado de parcela mediante malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 5,0 mm de diámetro, acabado galvanizado y postes de acero galvanizado de 48 mm de diámetro y 2,0 m de altura, sobrelevada 20 cm. del nivel del suelo. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos en el terreno, relleno de hormigón HM-20/B/20/I para recibido de los postes, colocación de la malla y accesorios de montaje y tesado del conjunto. Totalmente montada. Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Marcado de la situación de los postes y tornapuntas. Apertura de huecos para colocación de los postes. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Aplomado y alineación de los postes y tornapuntas. Colocación de accesorios. Colocación de la malla y atirantado del conjunto.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Bloque de generación 1	677,03				677,03	
		Bloque de generación 2	711,6				711,60	
		Bloque de generación 3	958,39				958,39	
		Bloque de generación 4	861,97				861,97	
							3.208,99	3.208,99
				Total m :	3.208,99	14,53 €		46.626,62 €
2.3	Ud	Suministro y colocación de puerta cancela para acceso de vehículos de dimensiones 4,00x2,00., sobrelevada 20 cm., constituida por cercos de tubo de acero galvanizado de 40x20x1,5 mm y 30x15x1,5 mm, bastidor de tubo de acero galvanizado de 40x40x1,5 mm con pletina de 40x4 mm y por malla de simple torsión, de 50 mm de paso de malla y 4,4 mm de diámetro, acabado galvanizado, fijada a los cercos y atirantada, para acceso peatonal en vallado de parcela de malla metálica. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos en el terreno, relleno de hormigón HM-20/B/20/I para recibido de los postes, colocación y aplomado de la puerta sobre los postes, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre y accesorios de fijación y montaje. Totalmente montada. Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Apertura de huecos en el terreno. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Montaje de la puerta. Fijación del bastidor sobre los postes. Colocación de los herrajes de cierre. Ajuste final de la hoja.	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			4				4,00	
							4,00	4,00
				Total ud :	4,00	348,12 €		1.392,48 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 2 OBRA CIVIL

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
2.4	M3	Construcción de vial de base de grava, para dar acceso al mantenimiento de la planta fotovoltaica, con material de excavación, incluyendo excavación, selección básica, transporte, extender el material, humedecido, 15-20 cm. de grava compactada al 97% de la máxima densidad, nivelación final, cumplimiento de tolerancias y comprobación. Los viales serán construidos a nivel de suelo y según pendientes naturales del terreno para facilitar el drenaje. Dimensiones según planimetría.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Acceso BG01	1	15,24		0,20	3,05	
		Vial BG01	1	978,86		0,20	195,77	
		Acceso BG02	1	21,21		0,20	4,24	
		Vial BG02	1	816,03		0,20	163,21	
		Acceso BG03	1	20,34		0,20	4,07	
		Vial BG03	1	847,69		0,20	169,54	
		Acceso BG04	1	23,96		0,20	4,79	
		Vial BG04	1	1.392,15		0,20	278,43	
							823,10	823,10
		Total m3 :		823,10		14,60 €		12.017,26 €
2.5	Ud	Poste repetidamente golpeado y forzado a través del suelo hasta la profundidad necesaria de (min. 2 m) de profundidad. La cimentación del motor del seguidor se realizará mediante 4 postes. (*): La fijación de la estructura FV al suelo debe ser confirmada con un estudio geológico						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2.272				2.272,00	
							2.272,00	2.272,00
		Total ud :		2.272,00		20,20 €		45.894,40 €
							Parcial nº 2 OBRA CIVIL :	117.865,02 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 3 ESTRUCTURAS GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

3.1 Ud Suministro e instalación de estructura en acero galvanizado en caliente. Seguidor MONOFILA a un eje series de 16 módulos FV, para instalar módulos en 1V.
 Características principales:
 -- cumplimiento estándares normativos
 -- marcaje certificaciones CE
 -- tolerancia de inclinación global 17%
 -- 30 módulos de longitud de string;
 -- seguimiento diario $\pm 60^\circ$

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01INV01	11	2,00			22,00	
CT01INV02	11	2,00			22,00	
CT01INV03	11	2,00			22,00	
CT01INV04	11	2,00			22,00	
CT01INV05	11	2,00			22,00	
CT02INV01	11	2,00			22,00	
CT02INV02	11	2,00			22,00	
CT02INV03	11	2,00			22,00	
CT02INV04	11	2,00			22,00	
CT02INV05	11	2,00			22,00	
CT03INV01	11	2,00			22,00	
CT03INV02	12	2,00			24,00	
CT03INV03	12	2,00			24,00	
CT03INV04	12	2,00			24,00	
CT03INV05	12	2,00			24,00	
CT03INV06	12	2,00			24,00	
CT03INV07	12	2,00			24,00	
CT04INV01	11	2,00			22,00	
CT04INV02	11	2,00			22,00	
CT04INV03	11	2,00			22,00	
CT04INV04	11	2,00			22,00	
CT04INV05	11	2,00			22,00	
CT04INV06	12	2,00			24,00	
CT04INV07	12	2,00			24,00	
					<u>544,00</u>	544,00
						544,00
					1.207,20 €	656.716,80 €

3.2 Ud Suministro e instalación de estructura en acero galvanizado en caliente. Seguidor MONOFILA a un eje series de 15 módulos FV, para instalar módulos en 1V.
 Características principales:
 -- cumplimiento estándares normativos
 -- marcaje certificaciones CE
 -- tolerancia de inclinación global 17%
 -- 30 módulos de longitud de string;
 -- seguimiento diario $\pm 60^\circ$

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT02INV06	6	2,00			12,00	
CT04INV08	6	2,00			12,00	
					<u>24,00</u>	24,00
						24,00
					1.152,00 €	27.648,00 €

Parcial nº 3 ESTRUCTURAS GENERADOR FOTOVOLTAICO : **684.364,80 €**

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 4 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, 120 células 2x(10x6), modelo CS7L-585MS de Canadian Solar o alternativo de características similares y prestaciones equivalentes, según lo indicado en el presente documento.			

Modelo CS7L-585MS
 Fabricante: CANADIAN SOLAR

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Potencia Máxima (Pmax): 585 W
 Tensión Máxima Potencia (Vmp): 33.70 V
 Corriente Máxima Potencia (Imp): 17.36 A
 Tensión de Circuito Abierto (Voc): 40.70 V
 Corriente en Cortocircuito (Isc): 18.32 A
 Eficiencia del Módulo (%): 20.60 %
 Tolerancia de Potencia (W): 0/+10 W
 Máxima Serie de Fusibles (A): 30 A
 Máxima Tensión del Sistema (IEC): DC 1500 V
 Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C): 42±3°C

DATOS GENERALES

Dimensiones (mm.): 2173x1305x35 mm.
 Peso (kg): 32.5 kg

Los módulos estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico, sin incluir la estructura soporte. Totalmente montado, conexionado y probado.

Incluye: Colocación y fijación del módulo. Conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01INV01	11	30,00			330,00	
CT01INV02	11	30,00			330,00	
CT01INV03	11	30,00			330,00	
CT01INV04	11	30,00			330,00	
CT01INV05	11	30,00			330,00	
CT02INV01	11	30,00			330,00	
CT02INV02	11	30,00			330,00	
CT02INV03	11	30,00			330,00	
CT02INV04	11	30,00			330,00	
CT02INV05	11	30,00			330,00	
CT02INV06	6	32,00			192,00	
CT03INV01	11	30,00			330,00	
CT03INV02	12	30,00			360,00	
CT03INV03	12	30,00			360,00	
CT03INV04	12	30,00			360,00	
CT03INV05	12	30,00			360,00	
CT03INV06	12	30,00			360,00	
CT03INV07	12	30,00			360,00	
CT04INV01	11	30,00			330,00	
CT04INV02	11	30,00			330,00	
CT04INV03	11	30,00			330,00	
CT04INV04	11	30,00			330,00	
CT04INV05	11	30,00			330,00	

(Continúa...)

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 4 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.1	Ud	Módulo solar fotovoltaico modelo CS7L-585MS de Canadian Solar, potencia máxima 5... (Continuación...)			
	CT04INV06		12	30,00	360,00
	CT04INV07		12	30,00	360,00
	CT04INV08		6	32,00	192,00
					8.544,00
			Total ud :	8.544,00	95,63 €
					817.062,72 €

4.2 Ud Suministro e instalación de inversor de string trifásico para conexión a red, modelo SUN2000-105KTL-H1 de 116,0 kW de Huawei o alternativo de características similares y prestaciones equivalentes, según lo indicado en el presente documento.

Modelo SUN2000-105KTL-H1 116 kW
 Fabricante: Huawei

DATOS DE ENTRADA

Número de seguidores MPP: 6,0
 Número de entradas: 6,0+6,0
 Máxima corriente de entrada (Idc max): 25,0 A
 Máxima corriente de cortocircuito por serie FV: 33,0 A
 Rango de tensión de entrada CC (Ucc mín. - Ucc máx.): 600 - 1500 V
 Tensión CC mínima de puesta en marcha (Udc arranque): 650,0 V
 Tensión de entrada nominal (Udc,r): 1080,0 V

DATOS DE SALIDA

Potencia nominal CA (Pac nom 40°C): 105,0 kW
 Máxima potencia de salida (Pac máx): 116,0 kVA
 Voltaje nominal de salida CA: 800 V, 3W+PE
 Corriente de salida CA (Ica nom 40°C): 75,8 A
 Corriente de salida CA (Ica max): 84,6 A
 Frecuencia (fr): 50 / 60 Hz
 Máxima distorsión armónica: <3,0 %
 Factor de potencia (cos fac,r): 0.8 LG ... 0.8 LD

DATOS GENERALES

Dimensión (altura): 1075,0 mm
 Dimensión (anchura): 605,0 mm
 Dimensión (profundidad): 310,0 mm
 Peso: 79,0 kg
 Tipo de protección: IP 66

Los inversores estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 5 años.

Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.
 Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT02INV06	1				1,00	
CT04INV08	1				1,00	
					2,00	2,00
		Total ud :	2,00	2.716,01 €		5.432,02 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 4 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

4.3	Ud	Suministro e instalación de inversor de string trifásico para conexión a red, modelo SUN2000-185KTL-H1 de 185,0 kW de Huawei o alternativo de características similares y prestaciones equivalentes, según lo indicado en el presente documento.			
-----	----	--	--	--	--

Modelo SUN2000-185KTL-H1 185 kW
 Fabricante: Huawei

DATOS DE ENTRADA

Número de seguidores MPP: 9,0
 Número de entradas: 9,0+9,0
 Máxima corriente de entrada (Idc max): 26,0 A
 Máxima corriente de cortocircuito por serie FV: 40,0 A
 Rango de tensión de entrada CC (Ucc mín. - Ucc máx.): 500 - 1500 V
 Tensión CC mínima de puesta en marcha (Udc arranque): 550,0 V
 Tensión de entrada nominal (Udc,r): 1080,0 V

DATOS DE SALIDA

Potencia nominal CA (Pac nom 40°C): 175,0 kW
 Máxima potencia de salida (Pac máx): 185,0 kVA
 Voltaje nominal de salida CA: 800 V, 3W+PE
 Corriente de salida CA (Ica nom 40°C): 126,30 A
 Corriente de salida CA (Ica max): 134,90 A
 Frecuencia (fr): 50 / 60 Hz
 Máxima distorsión armónica: <3,0 %
 Factor de potencia (cos fac,r): 0.8 LG ... 0.8 LD

DATOS GENERALES

Dimensión (altura): 1035,0 mm
 Dimensión (anchura): 700,0 mm
 Dimensión (profundidad): 365,0 mm
 Peso: 84,0 kg
 Tipo de protección: IP 66

Los inversores estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 5 años.

Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. Totalmente montado, conexionado y probado.
 Incluye: Montaje, fijación y nivelación. Conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01INV01	1				1,00	
CT01INV02	1				1,00	
CT01INV03	1				1,00	
CT01INV04	1				1,00	
CT01INV05	1				1,00	
CT02INV01	1				1,00	
CT02INV02	1				1,00	
CT02INV03	1				1,00	
CT02INV04	1				1,00	
CT02INV05	1				1,00	
CT03INV01	1				1,00	
CT03INV02	1				1,00	
CT03INV03	1				1,00	
CT03INV04	1				1,00	

(Continúa...)

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 4 GENERADOR FOTOVOLTAICO

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
4.3	Ud	Inversor de string trifásico Huawei SUN2000-185KTL-H1 185 kW			(Continuación...)			
	CT03INV05		1	1,00				
	CT03INV06		1	1,00				
	CT03INV07		1	1,00				
	CT04INV01		1	1,00				
	CT04INV02		1	1,00				
	CT04INV03		1	1,00				
	CT04INV04		1	1,00				
	CT04INV05		1	1,00				
	CT04INV06		1	1,00				
	CT04INV07		1	1,00				
				<u>24,00</u>	24,00			
			Total ud :	24,00	3.828,66 €			
					91.887,84 €			
4.4	Ud	Suministro e instalación de centro de transformación compacto ABB/FIMER PVS-175-MVCS-1110 DE 1100 kVA y 6 entradas para inversores de 116/185 kW de potencia. Incluye el transformador de alta tensión, aparataje en alta tensión y todas las procciones necesarias en baja tensión para la conexión de los inversores (combiner box+portafusibles+seccionador, etc.). Tensión máxima en el lado de baja tensión 1500 V, y tensión de salida en el lado de alta tensión 10 kV. Dimensiones aproximadas 5700x2150x2500. Grado de protección IP54.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				<u>2,00</u>	
							2,00	2,00
								Total ud :
								2,00
								25.999,96 €
								51.999,92 €
4.5	Ud	Suministro e instalación de centro de transformación compacto ABB/FIMER PVS-175-MVCS-1110 DE 1480 kVA y 8 entradas para inversores de 116/185 kW de potencia. Incluye el transformador de alta tensión, aparataje en alta tensión y todas las procciones necesarias en baja tensión para la conexión de los inversores (combiner box+portafusibles+seccionador, etc.). Tensión máxima en el lado de baja tensión 1500 V, y tensión de salida en el lado de alta tensión 10 kV. Dimensiones aproximadas 5700x2150x2500. Grado de protección IP54.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				<u>2,00</u>	
							2,00	2,00
								Total ud :
								2,00
								27.999,96 €
								55.999,92 €
				Parcial nº 4 GENERADOR FOTOVOLTAICO :				1.022.382,42 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
5.1	M.	Obra civil para la canalización subterránea de línea de puesta a tierra enterrada en parcela, realizada con cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección, no incluido en la unidad de obra, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 30 cm. de ancho y 50 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja y relleno con tierra procedente de la excavación, apisonada con medios manuales, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de medición de resistencia de puesta a tierra, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 1	1	641,10			641,10	
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 2	1	544,58			544,58	
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 3	1	1.066,42			1.066,42	
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 4	1	904,33			904,33	
							3.156,43	3.156,43
		Total m. :		3.156,43		10,07 €		31.785,25 €

5.2	M.	Obra civil para la canalización subterránea de líneas en baja tensión corriente continua, desde strings a inversor enterrada en parcela, realizada con conductores tipo 2x10 mm ² Cu PV1-F 0,6/1 kV, no incluidos en la unidad de obra, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de arena de río, montaje tubos de PE-A de diámetro 63 mm, instalación de cables conductores 1 a 6 líneas eléctricas, relleno en varias capas según detalles y disposición de tubos hasta 40 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 50 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Red strings CC_Bloque de generación 1	1	242,90			242,90	
		Red strings CC_Bloque de generación 2	1	311,95			311,95	
		Red strings CC_Bloque de generación 3	1	444,54			444,54	
		Red strings CC_Bloque de generación 4	1	486,41			486,41	
							1.485,80	1.485,80
		Total m. :		1.485,80		13,27 €		19.716,57 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
5.3	M.	Obra civil para la canalización subterránea de sistemas de comunicación, sistemas de seguridad y sistemas auxiliares, cableado no incluido en la unidad de obra, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 40 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de arena de río, montaje tubos de PE-A de diámetro 63 mm, instalación de cables conductores, relleno en varias capas según detalles y disposición de tubos hasta 25 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 40 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Red CCTV perimetral_Bloque de generación 1	1	671,37			671,37	
		Red CCTV perimetral_Bloque de generación 2	1	705,38			705,38	
		Red CCTV perimetral_Bloque de generación 3	1	952,30			952,30	
		Red CCTV perimetral_Bloque de generación 4	1	856,45			856,45	
							3.185,50	3.185,50
				Total m. :	3.185,50	11,35 €		36.155,43 €

5.4	M.	Obra civil para la canalización subterránea de línea en baja tensión TIPO 1 o 2, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 3x240 mm ² Al. XZ1 (S) 0,6/1 kV, no incluidos en la unidad de obra, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 60 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de arena de río, montaje de cables conductores 1 o 2 líneas eléctricas, relleno con una capa de 30 cm. de arena de río, instalación de dos tubos de PE-A diámetro 63 mm para comunicaciones y servicios auxiliares, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 50 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Red BT CA_Bloque de generación 1_Zanja Tipo 1	1	63,10			63,10	
			1	81,61			81,61	
			1	42,55			42,55	
			1	19,15			19,15	
			1	82,42			82,42	
		Red BT CA_Bloque de generación 1_Zanja Tipo 2	1	30,51			30,51	
		Red BT CA_Bloque de generación 2_Zanja Tipo 1	1	10,36			10,36	
			1	19,73			19,73	
			1	11,71			11,71	
			1	12,05			12,05	
			1	6,45			6,45	
			1	38,09			38,09	
		Red BT CA_Bloque de generación 2_Zanja Tipo 2	1	35,00			35,00	
			1	27,25			27,25	

(Continúa...)

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe	
5.4	M.	Obra civil para la canalización subterránea de línea en baja tensión TIPO 1 o 2			(Continuación...)	
		Red BT CA_Bloque de generación	1	51,90	51,90	
		3_Zanja Tipo 1	1	3,87	3,87	
			1	13,29	13,29	
			1	20,19	20,19	
			1	12,44	12,44	
			1	15,09	15,09	
			1	83,26	83,26	
		Red BT CA_Bloque de generación	1	23,05	23,05	
		3_Zanja Tipo 2				
		Red BT CA_Bloque de generación	1	54,31	54,31	
		4_Zanja Tipo 1				
			1	14,34	14,34	
			1	14,47	14,47	
			1	28,13	28,13	
			1	9,80	9,80	
			1	9,64	9,64	
			1	39,78	39,78	
			1	4,95	4,95	
		Red BT CA_Bloque de generación	1	28,72	28,72	
		4_Zanja Tipo 2				
			1	44,54	44,54	
				951,75	951,75	
		Total m. :		951,75	13,64 €	12.981,87 €

5.5 M. Obra civil para la canalización subterránea de línea en baja tensión TIPO 3 o 4, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 3x240 mm² Al. XZ1 (S) 0,6/1 kV, no incluidos en la unidad de obra, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 60 cm. de ancho y 110 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de arena de río, montaje de cables conductores 3 o 4 líneas eléctricas separadas entre sí al menos 20 cm, relleno en varias capas según detalles y disposición de conductores hasta 55 cm. de arena de río, instalación de dos tubos de PE-A diámetro 63 mm para comunicaciones y servicios auxiliares, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 50 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Red BT CA_Bloque de generación	1	13,38			13,38	
1_Zanja Tipo 3						
Red BT CA_Bloque de generación	1	15,78			15,78	
1_Zanja Tipo 4						
Red BT CA_Bloque de generación	1	16,05			16,05	
2_Zanja Tipo 3						
Red BT CA_Bloque de generación	1	40,73			40,73	
2_Zanja Tipo 4						
Red BT CA_Bloque de generación	1	17,23			17,23	
3_Zanja Tipo 3						
Red BT CA_Bloque de generación	1	28,78			28,78	
3_Zanja Tipo 4						
Red BT CA_Bloque de generación	1	43,65			43,65	
4_Zanja Tipo 3						
	1	77,77			77,77	

(Continúa...)

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.5	M.	Obra civil para la canalización subterránea de línea en baja tensión TIPO 3 o 4		(Continuación...)	
		Red BT CA_Bloque de generación	1	34,46	34,46
		4_Zanja Tipo 4			
					287,83
					287,83
			Total m. :	287,83	17,63 €
					5.074,44 €

5.6 M. Obra civil para la canalización subterránea de línea en baja tensión TIPO 5 o 6, desde inversor a centro de transformación, enterrada en parcela, realizada con conductores 3x240 mm² Al. XZ1 (S) 0,6/1 kV, no incluidos en la unidad de obra, en instalación subterránea bajo tierra, en zanja de dimensiones mínimas 80 cm. de ancho y 110 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de arena de río, montaje de cables conductores 5 o 6 líneas eléctricas separadas entre sí al menos 20 cm, relleno en varias capas según detalles y disposición de conductores hasta 55 cm. de arena de río, instalación de dos tubos de PE-A diámetro 63 mm para comunicaciones y servicios auxiliares, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 50 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Red BT CA_Bloque de generación	1	11,67			11,67	
1_Zanja Tipo 5						
Red BT CA_Bloque de generación	1	8,40			8,40	
2_Zanja Tipo 5						
Red BT CA_Bloque de generación	1	57,52			57,52	
3_Zanja Tipo 5						
Red BT CA_Bloque de generación	1	38,21			38,21	
3_Zanja Tipo 6						
Red BT CA_Bloque de generación	1	7,05			7,05	
4_Zanja Tipo 5						
					122,85	122,85
			Total m. :	122,85	22,37 €	2.748,15 €

5.7 M. Obra civil para la canalización subterránea de línea de media tensión enterrada bajo tubo en terreno natural, realizada con cables conductores de Al. RH5Z1 12/20 kV de diferentes secciones, no incluidos en la unidad de obra, en zanja de dimensiones mínimas 50 cm. de ancho y 95 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de arena de río, montaje tubos de PE-A de diámetro 200 mm, instalación de cables conductores 1 o 2 líneas eléctricas, montaje de tetratubo de control, relleno en varias capas según detalles y disposición de tubos hasta 40 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 50 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Red AT_CT01 a CT02 (tierra)	1	384,69			384,69	
Red AT_CT02 a CT03 (tierra)	1	135,42			135,42	
Red AT_CT03 a CT04 (tierra)	1	390,20			390,20	
Red AT_CT04 a CSECC (tierra)	1	197,46			197,46	
					1.107,77	1.107,77
			Total m. :	1.107,77	29,63 €	32.823,23 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
5.8	M.	Obra civil para la canalización subterránea de línea de media tensión enterrada bajo tubo en calzada, realizada con cables conductores de Al. RH5Z1 12/20 kV de diferentes secciones, no incluidos en la unidad de obra, en zanja de dimensiones mínimas 50 cm. de ancho y 115 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HNE-15/B/20, montaje tubos de PE-A de diámetro 200 mm, instalación de cables conductores 1 o 2 líneas eléctricas, relleno con una capa de hormigón HNE-15/B/20 hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, montaje de tetratubo de control, y relleno con hormigón HNE-15/B/20 relleno hasta 10 cm., relleno con tierra procedente de la excavación de 70 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización y reposición del pavimento original; incluso montaje de cables conductores, con parte proporcional de excavación y relleno de tierras, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Red AT_CT01 a CT02 (calzada)	1	43,29			43,29	
		Red AT_CT03 a CT04 (calzada)	1	6,34			6,34	
							49,63	49,63
		Total m. :		49,63			42,63 €	2.115,73 €

5.9	M ³	Excavación de tierras a cielo abierto, en suelo de arcilla semidura, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. Criterio de medición de proyecto: Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el director de la ejecución de la obra.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		CT01	1	7,70	4,15	0,20	6,39	
		CT02	1	7,70	4,15	0,20	6,39	
		CT03	1	7,70	4,15	0,20	6,39	
		CT04	1	7,70	4,15	0,20	6,39	
		CTSECC	1	7,70	4,15	0,20	6,39	
							31,95	31,95
		Total m³ :		31,95			4,21 €	134,51 €

5.10	M ³	Suministro de hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba para formación de losa de cimentación. Incluso p/p de compactación y curado del hormigón. Incluye: Vertido y compactación del hormigón. Curado del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen teórico, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		CT01	1	7,70	4,15	0,20	6,39	
							(Continúa...)	

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
5.10	M³	Hormigón HA-25/B/20/IIa fabricado en central, y vertido con bomba, para formación ...			(Continuación...)			
CT02			1	7,70	4,15	0,20	6,39	
CT03			1	7,70	4,15	0,20	6,39	
CT04			1	7,70	4,15	0,20	6,39	
CTSECC			1	7,70	4,15	0,20	6,39	
							31,95	31,95
			Total m³ :	31,95	74,17 €		2.369,73 €	

Parcial nº 5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA : **145.904,91 €**

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 6 LÍNEAS ELÉCTRICAS - BAJA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

6.1 M Suministro e instalación de cable eléctrico unipolar, Tecsun "PRYSMIAN", resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, con certificación TÜV, garantizado por 30 años, tipo PV1-F, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x6 mm² de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo EI6/EI8, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5/EM8, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado.

Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01INV01	2	729,40			1.458,80	
CT01INV02	2	620,27			1.240,54	
CT01INV03	2	615,70			1.231,40	
CT01INV04	2	655,56			1.311,12	
CT01INV05	2	729,63			1.459,26	
CT02INV01	2	677,10			1.354,20	
CT02INV02	2	709,34			1.418,68	
CT02INV03	2	696,05			1.392,10	
CT02INV04	2	721,22			1.442,44	
CT02INV05	2	640,38			1.280,76	
CT02INV06	2	415,68			831,36	
CT03INV01	2	653,57			1.307,14	
CT03INV02	2	796,33			1.592,66	
CT03INV03	2	841,53			1.683,06	
CT03INV04	2	789,15			1.578,30	
CT03INV05	2	746,26			1.492,52	
CT03INV06	2	932,34			1.864,68	
CT03INV07	2	910,15			1.820,30	
CT04INV01	2	752,77			1.505,54	
CT04INV02	2	628,40			1.256,80	
CT04INV03	2	593,72			1.187,44	
CT04INV04	2	631,45			1.262,90	
CT04INV05	2	639,41			1.278,82	
CT04INV06	2	721,19			1.442,38	
CT04INV07	2	717,17			1.434,34	
CT04INV08	2	415,20			830,40	
					35.957,94	35.957,94
		Total m :	35.957,94		1,17 €	42.070,79 €

6.2 M Suministro e instalación de cable unipolar XZ1 (S), con conductor de aluminio clase 2 de 240 mm² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (X) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado.

Incluye: Tendido del cable. Conexionado.

Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.

Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
--	------	-------	-------	------	---------	----------

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 6 LÍNEAS ELÉCTRICAS - BAJA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
6.3	Ud	Conector Multicontact 4 (MC4) macho			(Continuación...)
		CT03INV07	12	2,00	24,00
		CT04INV01	11	2,00	22,00
		CT04INV02	11	2,00	22,00
		CT04INV03	11	2,00	22,00
		CT04INV04	11	2,00	22,00
		CT04INV05	11	2,00	22,00
		CT04INV06	12	2,00	24,00
		CT04INV07	12	2,00	24,00
		CT04INV08	6	2,00	12,00
					568,00
		Total ud :	568,00	0,76 €	431,68 €

6.4 Ud Suministro e instalación de conectores FV hembra, tipo Multi-Contact 4 (MC4) para la conexión de módulos FV con el cable de string.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01INV01	11	2,00			22,00	
CT01INV02	11	2,00			22,00	
CT01INV03	11	2,00			22,00	
CT01INV04	11	2,00			22,00	
CT01INV05	11	2,00			22,00	
CT02INV01	11	2,00			22,00	
CT02INV02	11	2,00			22,00	
CT02INV03	11	2,00			22,00	
CT02INV04	11	2,00			22,00	
CT02INV05	11	2,00			22,00	
CT02INV06	6	2,00			12,00	
CT03INV01	11	2,00			22,00	
CT03INV02	12	2,00			24,00	
CT03INV03	12	2,00			24,00	
CT03INV04	12	2,00			24,00	
CT03INV05	12	2,00			24,00	
CT03INV06	12	2,00			24,00	
CT03INV07	12	2,00			24,00	
CT04INV01	11	2,00			22,00	
CT04INV02	11	2,00			22,00	
CT04INV03	11	2,00			22,00	
CT04INV04	11	2,00			22,00	
CT04INV05	11	2,00			22,00	
CT04INV06	12	2,00			24,00	
CT04INV07	12	2,00			24,00	
CT04INV08	6	2,00			12,00	
					568,00	568,00
		Total ud :	568,00	0,76 €		431,68 €

Parcial nº 6 LÍNEAS ELÉCTRICAS - BAJA TENSIÓN : **99.257,15 €**

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 7 LÍNEAS ELÉCTRICAS - MEDIA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

7.1 M Suministro e instalación de cable eléctrico unipolar, AI Voltalene H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Endesa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL RH5Z1 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x95 mm² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Totalmente montado, conexionado y probado.
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado.
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01-puente AT	3	5,50			16,50	
CT02-puente AT	3	5,50			16,50	
CT03-puente AT	3	5,50			16,50	
CT04-puente AT	3	5,50			16,50	
					<u>66,00</u>	66,00
Total m :			66,00	6,19 €		408,54 €

7.2 M Suministro e instalación de cable eléctrico unipolar, AI Voltalene H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Endesa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL RH5Z1 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x150 mm² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Totalmente montado, conexionado y probado.
 Incluye: Tendido del cable. Conexionado.
 Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto.
 Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT01 a CT02	3	470,78			1.412,34	
CT02 a CT03	3	148,96			446,88	
					<u>1.859,22</u>	1.859,22
Total m :			1.859,22	7,28 €		13.535,12 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 7 LÍNEAS ELÉCTRICAS - MEDIA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
7.3	M	Suministro e instalación de cable eléctrico unipolar, AI Voltalene H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Endesa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL RH5Z1 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x240 mm ² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT03 a CT04	3	435,09			1.305,27	
					1.305,27	1.305,27
Total m :				1.305,27	9,27 €	12.099,85 €

7.4	M	Suministro e instalación de cable eléctrico unipolar, AI Voltalene H Compact "PRYSMIAN", normalizado por Endesa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL RH5Z1 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kV, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400 mm ² de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.				
-----	---	--	--	--	--	--

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
CT04 a CSECC	3	217,21			651,63	
					651,63	651,63
Total m :				651,63	12,79 €	8.334,35 €

Parcial nº 7 LÍNEAS ELÉCTRICAS - MEDIA TENSIÓN : 34.377,86 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
8.1	M	Suministro e instalación de conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm ² de sección. Incluso p/p de uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo del recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexionado del conductor de tierra mediante bornes de unión. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 1	1	2.410,53			2.410,53	
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 2	1	2.336,73			2.336,73	
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 3	1	3.575,09			3.575,09	
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 4	1	3.423,80			3.423,80	
					11.746,15	11.746,15
Total m :			11.746,15	3,74 €		43.930,60 €

8.2	Ud	Suministro e instalación de toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso replanteo, excavación para la arqueta de registro, hincado del electrodo en el terreno, colocación de la arqueta de registro, conexión del electrodo con la línea de enlace mediante grapa abarcón, relleno con tierras de la propia excavación y aditivos para disminuir la resistividad del terreno y conexionado a la red de tierra mediante puente de comprobación. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). Incluye: Replanteo. Excavación. Hincado de la pica. Colocación de la arqueta de registro. Conexión del electrodo con la línea de enlace. Relleno de la zona excavada. Conexionado a la red de tierra. Realización de pruebas de servicio. Criterio de medición de proyecto: Número de unidades previstas, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
-----	----	--	--	--	--

	Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 1	1	335,00			335,00	
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 2	1	372,00			372,00	
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 3	1	505,00			505,00	
Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 4	1	518,00			518,00	
					1.730,00	1.730,00
Total Ud :			1.730,00	22,98 €		39.755,40 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
8.3	M	Suministro e instalación de cable unipolar RZ1-K (AS), no propagador de la llama, con conductor de cobre clase 5 (-K) de 10 mm ² de sección, con aislamiento de polietileno reticulado (R) y cubierta de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV. Incluso p/p de accesorios y elementos de sujeción. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Tendido del cable. Conexionado. Criterio de medición de proyecto: Longitud medida según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 1	1	1.650,00			1.650,00	
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 2	1	1.830,00			1.830,00	
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 3	1	2.490,00			2.490,00	
		Red puesta a tierra BT_Bloque de generación 4	1	2.550,00			2.550,00	
							8.520,00	8.520,00
			Total m :	8.520,00		2,26 €		19.255,20 €

Parcial nº 8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN : **102.941,20 €**

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 9 CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
9.1	Ud	Caseta prefabricada para contener un transformador, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 4.480x2.380x3.045 mm., formado por: envolvente de hormigón armado vibrado, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	6.712,98 €		6.712,98 €
9.2	Ud	Módulo de línea motorizado, para corte y aislamiento integro, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, de 370 mm. de ancho, 1.800 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor III, con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 24 kV de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA. cresta, y capacidad de corte de 400 A. y mando manual tipo B; tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.; embarrado para 400 A.; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			2				2,00	
							2,00	2,00
			Total ud :		2,00	3.792,17 €		7.584,34 €
9.3	Ud	Módulo de protección con interruptor automático motorizado, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, de 480 mm. de ancho, 1.950 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor automático III en SF6, de 24 kV. de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, y 12,5 kA. de intensidad de cortocircuito, mando motor tipo RAM, con una bobina de cierre y dos de disparo, estando una de estas asociada al relé de protección, y contactos auxiliares; un seccionador III con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 24 kV. de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA. cresta, y capacidad de corte de 400 A. de apertura y cierre rápido, y mando manual; un relé de protección de 3F+N autoalimentado; tres transformadores de intensidad toroidales para protección de fases y homopolar; tres captosres capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.; embarrado para 400 A.; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	12.435,28 €		12.435,28 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 9 CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
9.4	Ud	Módulo de medida para tres transformadores de tensión e intensidad, de 800 mm. de ancho, 1.865 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexiados los siguientes aparatos y materiales: tres transformadores de tensión relación x/110 V., de 50 VA., en clase 0,5.; tres transformadores de intensidad relación x/5A de 15 VA., en clase 0,5; interconexión de potencia con módulos contiguos; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	5.118,15 €		5.118,15 €
9.5	Ud	Armario para medida en alta tensión, en instalación interior o intemperie, formada por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con panel de poliéster troquelado para montaje de equipos de medida, dispositivo de comprobación según normas de Cia Suministradora, placa transparente precintable de policarbonato con mirilla practicable de acceso a maxímetro.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	1.727,58 €		1.727,58 €
9.6	Ud	Redes de puesta a tierra de protección general y servicio para el neutro, en centro de transformación, de acuerdo con lo indicado en la MIE-RAT-13, y normas de Cia Suministradora, formada la primera de ellas por cable de cobre desnudo de 50 mm2. de sección y la segunda por cable de cobre aislado, tipo RV de 0,6/1 kV, y 50 mm2. de sección y picas de tierra de acero cobrizado de 2 m. de longitud y 14 mm. de diámetro. Incluso material de conexión y fijación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	570,33 €		570,33 €
Parcial nº 9 CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA :								34.148,66 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 10 INSTALACIÓN DE SEGURIDAD

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe		
10.1	Ud	Partida alzada de Sistema de Seguridad y Vigilancia							
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal	
			1				1,00		
							1,00	1,00	
			Total ud :		1,00	11.999,94 €		11.999,94 €	
			Parcial nº 10 INSTALACIÓN DE SEGURIDAD :						11.999,94 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 11 MONITORIZACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES

Nº	Ud	Descripción	Medición			Precio	Importe	
11.1	Ud	Partizda alzada de Sistema de Monitorización, Control y Comunicaciones						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	1.599,96 €		1.599,96 €
11.2	Ud	Caseta prefabricada para mantenimiento, monitorización y control, de dimensiones 6,00x2,30x2,30 m (14,00 m²), compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, instalación de electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa y suelo de aglomerado hidrófugo. Incluye: Montaje, losa de hormigón, instalación y comprobación.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
			Total ud :		1,00	4.938,14 €		4.938,14 €
Parcial nº 11 MONITORIZACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES :							6.538,10 €	

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 12 SEGURIDAD Y SALUD

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe			
12.1	Ud	Partida alzada correspondiente a la Prevención de Riesgos Laborales. Seguridad y Salud						
		Partada alzada correspondiente al presupuesto incluido en el Estudio de Seguridad y Salud del proyecto.						
			Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
			1				1,00	
							1,00	1,00
				Total ud :	1,00	33.363,94 €		33.363,94 €
				Parcial nº 12 SEGURIDAD Y SALUD :				33.363,94 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 Promotor: Jaca Solar, S.L.
 Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Capítulo nº 13 GESTIÓN DE RESIDUOS

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
----	----	-------------	----------	--------	---------

13.1 Ud Partida alzada correspondiente a la gestión de residuos de construcción

Incluye: Todos aquellos costes y gestiones necesarias para la gestión de los residuos de construcción.

Uds.	Largo	Ancho	Alto	Parcial	Subtotal
1				1,00	
				1,00	1,00
Total ud :				1,00	9.174,12 €
Parcial nº 13 GESTIÓN DE RESIDUOS :					9.174,12 €

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.

Proyecto: PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
Promotor: Jaca Solar, S.L.
Situación: Término municipal de Jaca (Huesca)



IV - V Mediciones y Presupuesto

Presupuesto de ejecución material

1 TRABAJOS PREVIOS	4.359,83 €
2 OBRA CIVIL	117.865,02 €
3 ESTRUCTURAS GENERADOR FOTOVOLTAICO	684.364,80 €
4 GENERADOR FOTOVOLTAICO	1.022.382,42 €
5 OBRA CIVIL INSTALACIÓN ELÉCTRICA	145.904,91 €
6 LÍNEAS ELÉCTRICAS - BAJA TENSIÓN	99.257,15 €
7 LÍNEAS ELÉCTRICAS - MEDIA TENSIÓN	34.377,86 €
8 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN	102.941,20 €
9 CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA	34.148,66 €
10 INSTALACIÓN DE SEGURIDAD	11.999,94 €
11 MONITORIZACIÓN, CONTROL Y COMUNICACIONES	6.538,10 €
12 SEGURIDAD Y SALUD	33.363,94 €
13 GESTIÓN DE RESIDUOS	9.174,12 €
Total	2.306.677,95 €

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOS MILLONES TRESCIENTOS SEIS MIL SEISCIENTOS SETENTA Y SIETE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

Documento visado electrónicamente con número 2021/704. El objeto de este visado es la comprobación de la identidad y habilitación profesional del autor del trabajo y la corrección e integridad formal del trabajo profesional de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que tengan su origen en defectos que hubieran debido ser puestos de manifiesto al visar el trabajo profesional y que guarden relación directa con los elementos que se han visado en este trabajo.



Fdo. Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial

Propietario:

JACA SOLAR, S.L.
C/ Velázquez, 157 – planta 1ª • 28002 • Madrid • Madrid

Título:

PROYECTO DE CENTRAL DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE
TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA 4,99 MW "LLANO DE AÍN"

Emplazamiento:

Término municipal de Jaca • Huesca • Aragón

PLANOS

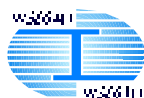
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
DEMARCACION VALENCIA
Jaca, enero de 2021

Nº COLEGIARO: 4717 • DANIEL FUENTES BARGUES
Ingeniero Industrial y Doctor Industrial

FECHA: 19/02/2021

Nº VISADO: 2021/704

VISADO



INSEGMA, S.L.

C/Colón, 6 • 46100 • BURJASSOT (VALENCIA) • Tel.: 96 390 66 99 • info@insegma.com

ÍNDICE

- PLANO 1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO**
- PLANO 2. ACCESOS A LA PLANTA FOTOVOLTAICA**
- PLANO 3. PARCELAS Y RECINTOS CATASTRO. SUPERFICIES**
- PLANO 4. PARCELAS. TOPOGRAFÍA**
- PLANO 5. AFECCIONES. RESTRICCIONES A LA IMPLANTACIÓN**
- PLANO 6. SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL**
- PLANO 7. SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL. BLOQUE DE GENERACIÓN 1**
- PLANO 8. SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL. BLOQUE DE GENERACIÓN 2**
- PLANO 9. SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL. BLOQUE DE GENERACIÓN 3**
- PLANO 10. SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL. BLOQUE DE GENERACIÓN 4**
- PLANO 11. IMPLANTACIÓN. LAYOUT GENERAL**
- PLANO 12. IMPLANTACIÓN. LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 1**
- PLANO 13. IMPLANTACIÓN. LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 2**
- PLANO 14. IMPLANTACIÓN. LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 3**
- PLANO 15. IMPLANTACIÓN. LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 4**
- PLANO 16. PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN. BLOQUE GENERACIÓN 1**
- PLANO 17. PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN. BLOQUE GENERACIÓN 2**
- PLANO 18. PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN. BLOQUE GENERACIÓN 3**
- PLANO 19. PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN. BLOQUE GENERACIÓN 4**
- PLANO 20. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. TRAZADO GENERAL**
- PLANO 21. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. TRAZADO TRAMO CT01 a CT02**
- PLANO 22. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. TRAZADO TRAMO CT02 a CT03**
- PLANO 23. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. TRAZADO TRAMO CT03 a CT04**
- PLANO 24. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN. TRAZADO TRAMO CT04 a CSECC**
- PLANO 25. ESQUEMA UNIFILAR MÓDULOS-STRINGS-INVERSORES**
- PLANO 26. ESQUEMA UNIFILAR BLOQUE DE GENERACIÓN AC I**
- PLANO 27. ESQUEMA UNIFILAR BLOQUE DE GENERACIÓN AC II**
- PLANO 28. ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN MEDIA TENSIÓN**
- PLANO 29. DETALLES ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA ESTRUCTURA CON SEGUIDOR SOLAR**

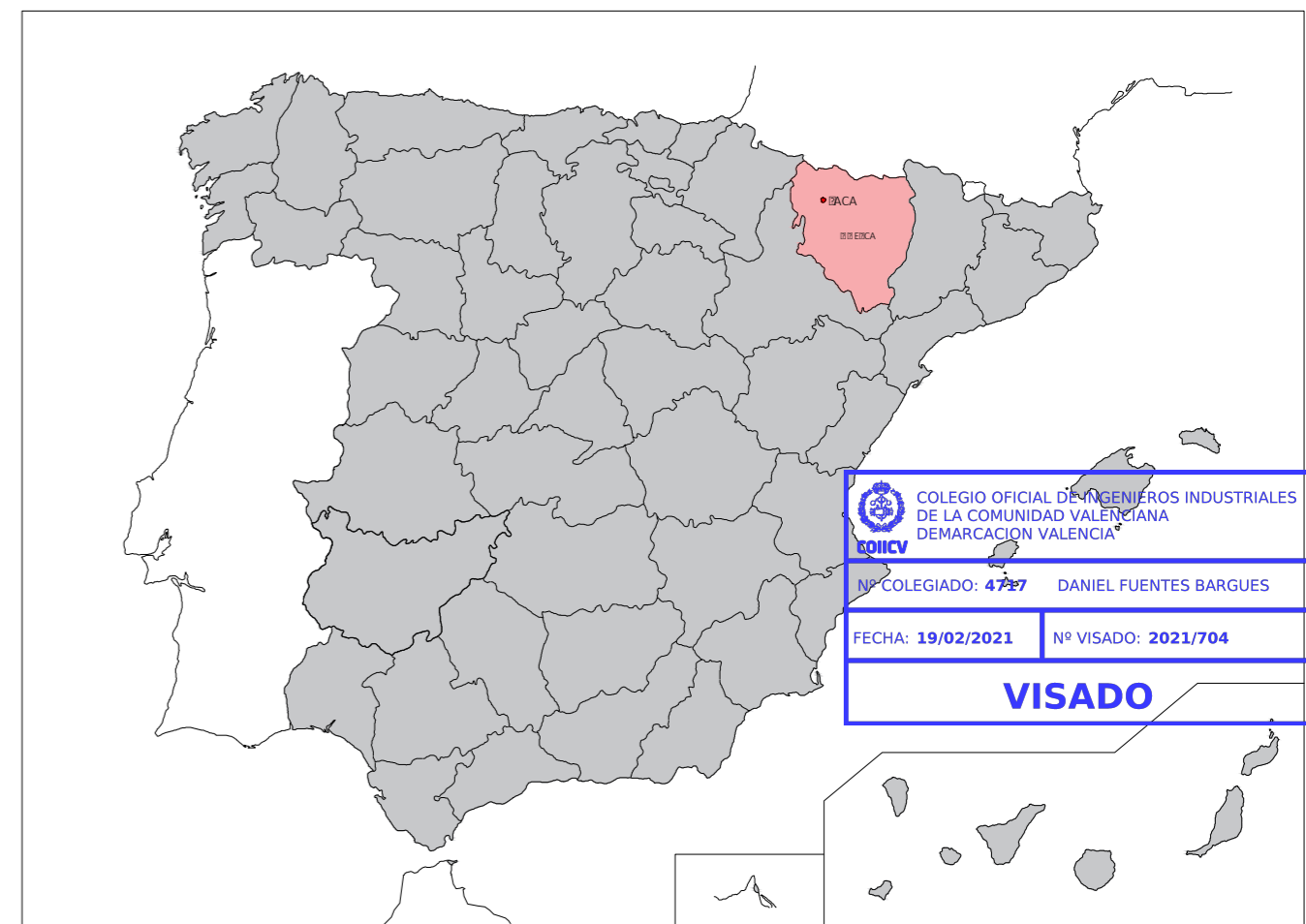
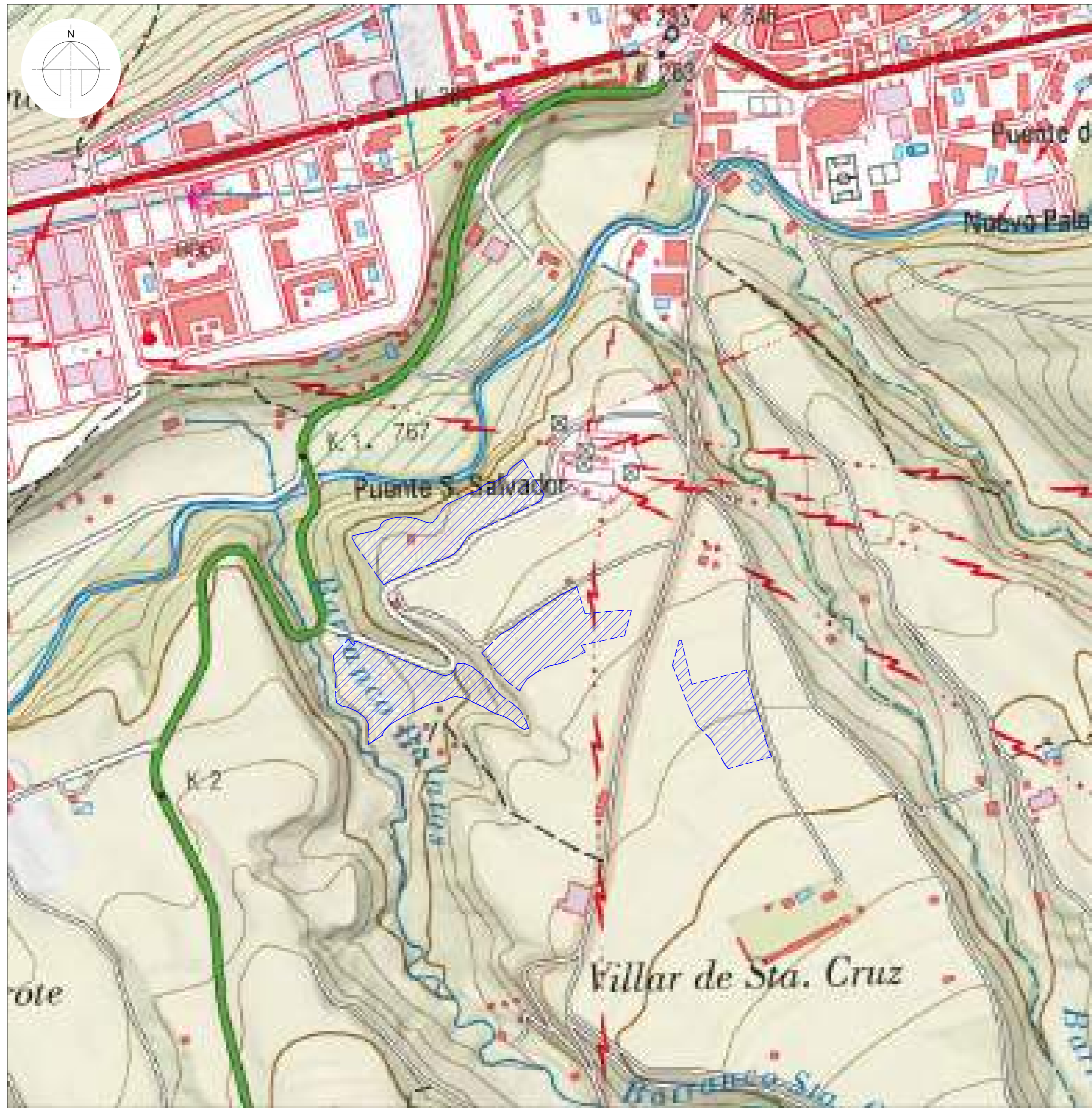
PLANO 30. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN COMPACTO. Medium Voltage Compact Skid PVS-175-MVCS


PLANO 31. CENTRO DE SECCIONAMIENTO, PROTECCIÓN Y MEDIDA

PLANO 32. DETALLES ZANJAS CANALIZACIONES I

PLANO 33. DETALLES ZANJAS CANALIZACIONES II

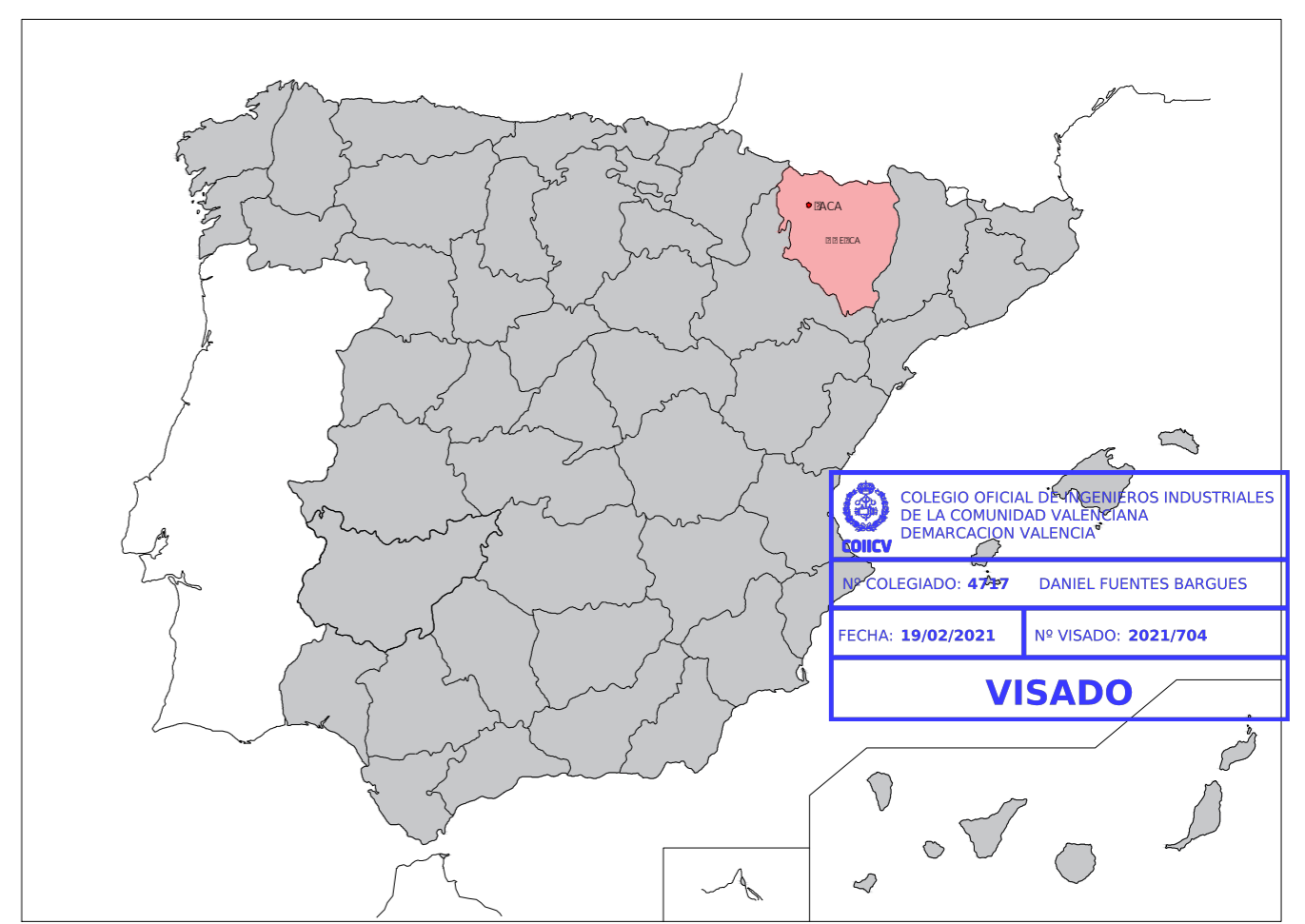
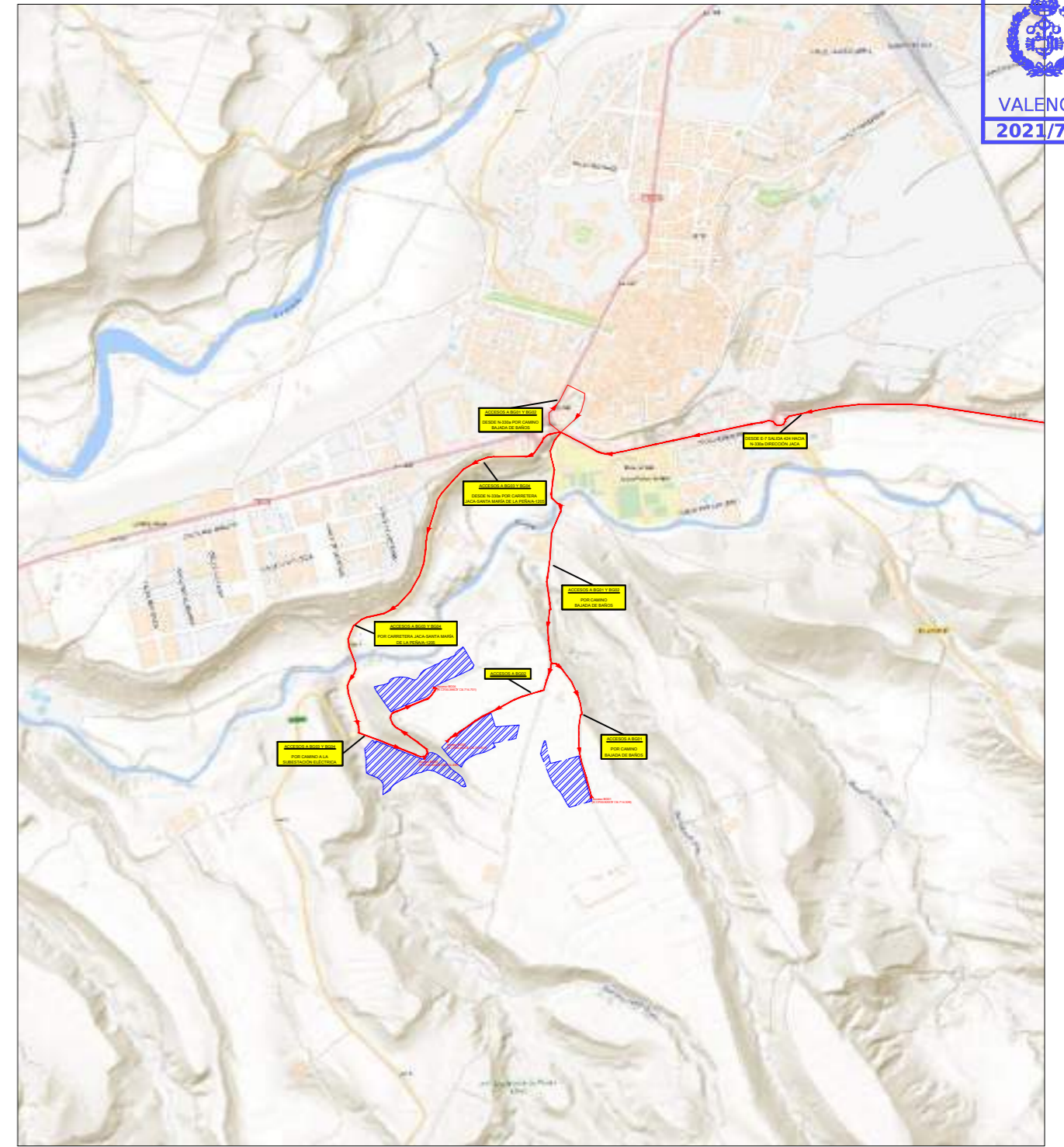
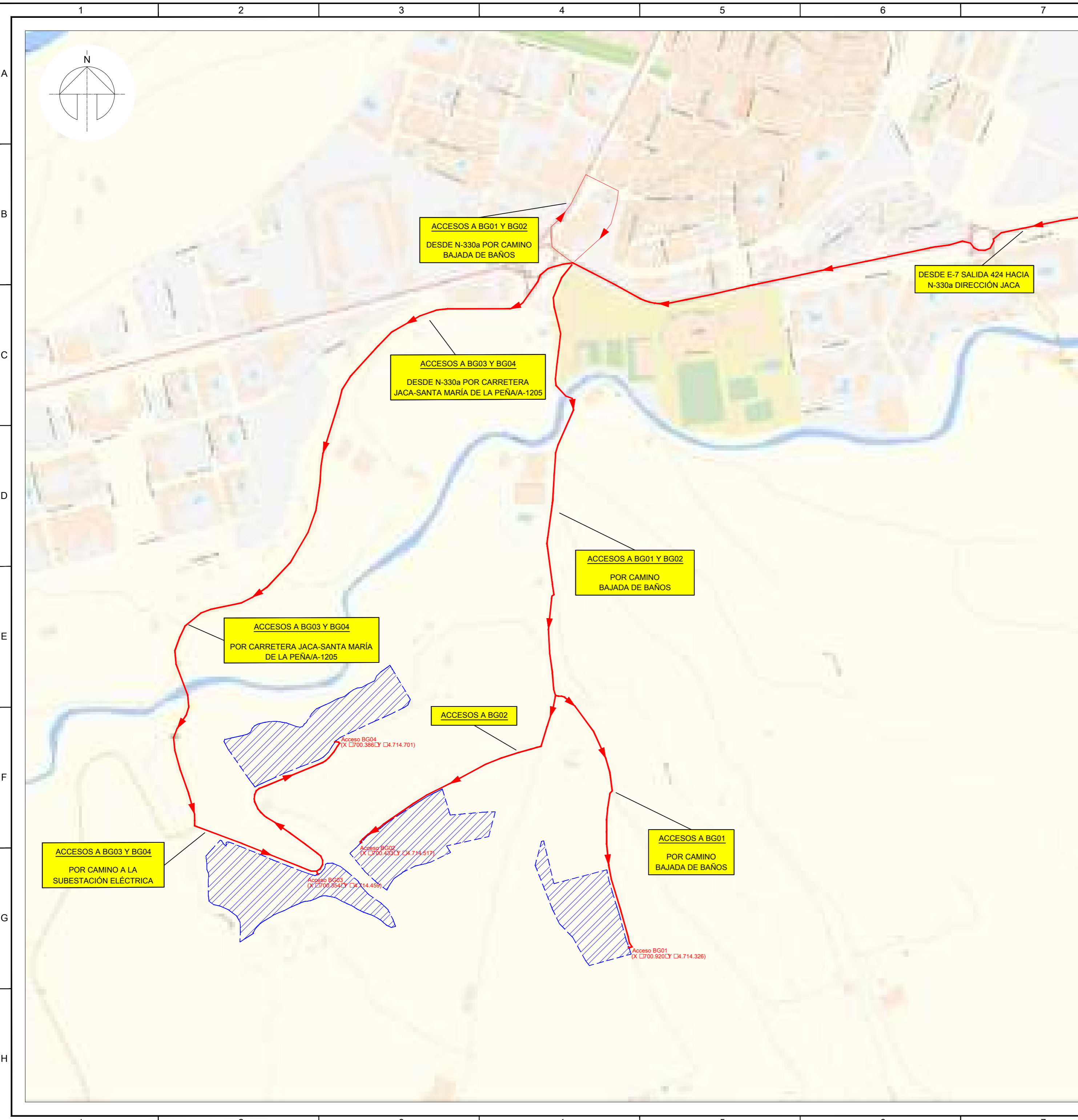
PLANO 34. DETALLE VALLADO PERIMETRAL


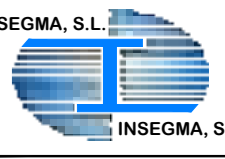


PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº 01
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E.1-5000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 1
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)			
SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-01-01

VISADO
 COICV
 19/02/2021
 VALENTINA
 2021/704

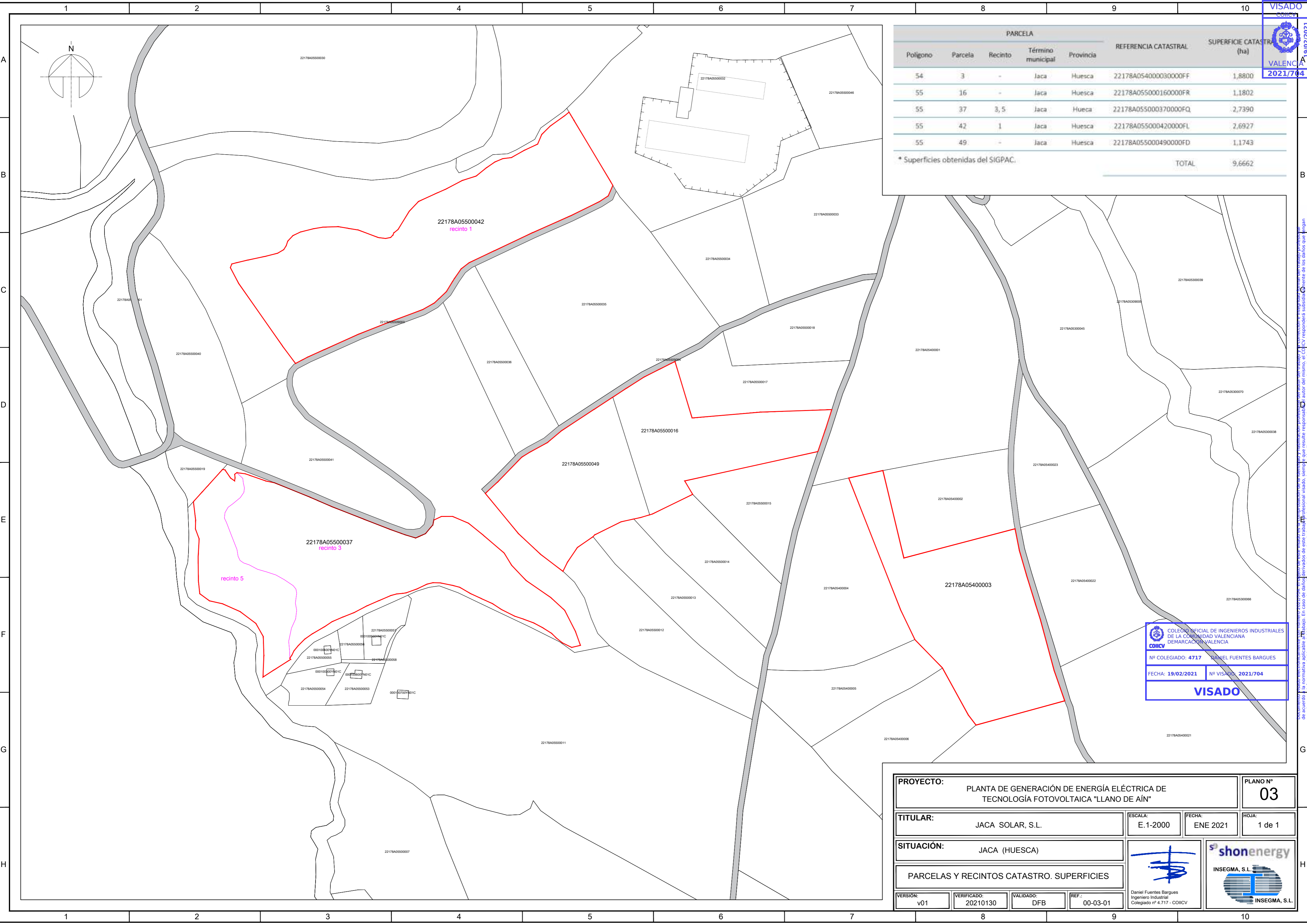
La responsabilidad profesional del autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen por el uso de este documento. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable, el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.



PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 02	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E.1-5000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 1
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 INSEGMA, S.L.	
ACCESOS A LA PLANTA FOTOVOLTAICA			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-02-01
Daniel Fuentes BARGUES Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV			

VISADO
9/02/2021
VALENCIA
2021/704

La normativa aplicable al trabajo es de responsabilidad del autor del mismo. El COIICV responderá subsidiariamente de los daños que ocasionen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que ocasionen.



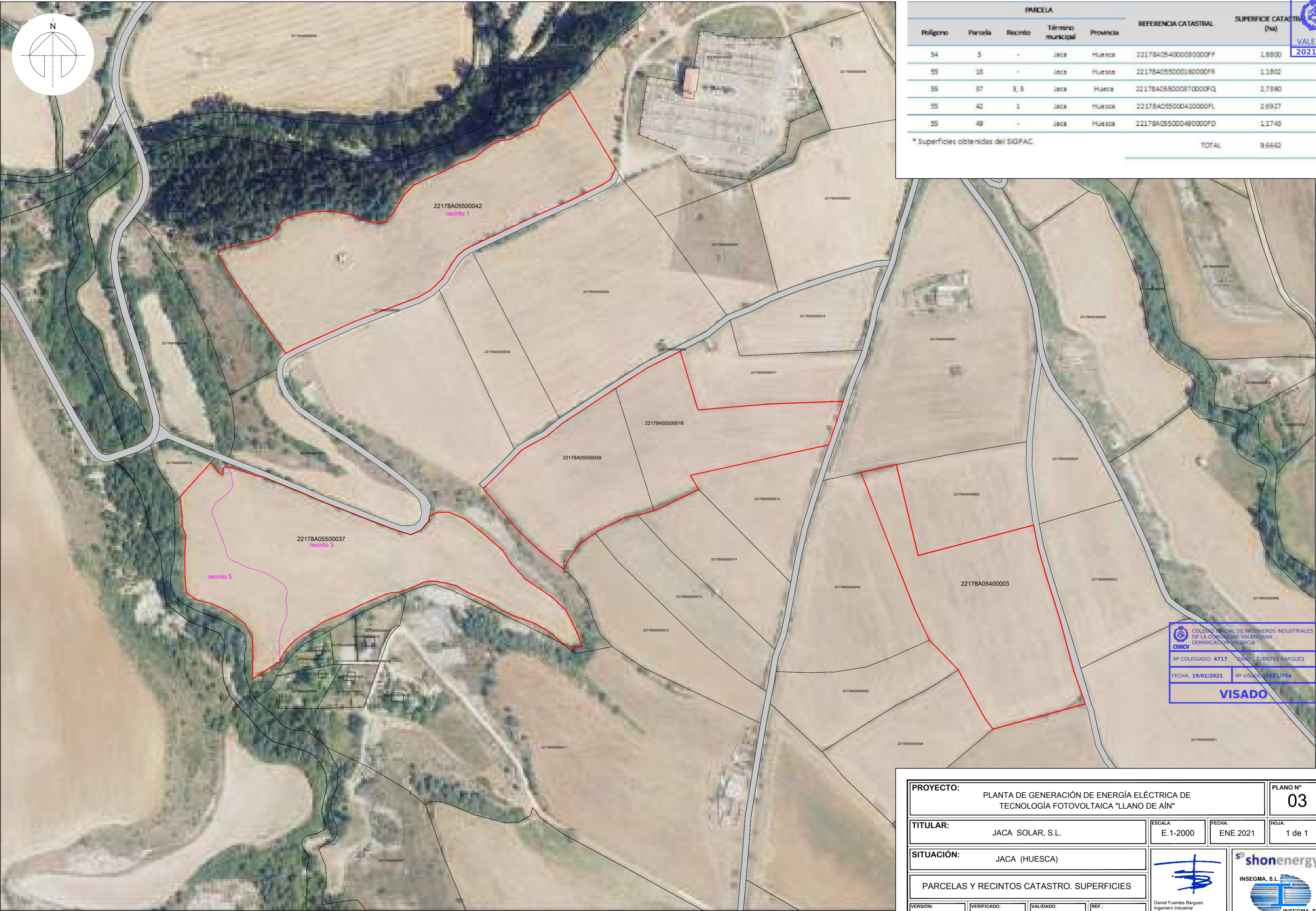
PARCELA					REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (ha)
Poligono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF	1,8800
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A055000160000FR	1.1802
55	37	3, 5	Jaca	Huesca	22178A055000370000FQ	2,7390
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A055000420000FL	2,6927
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A055000490000FD	1,1743
* Superficies obtenidas del SIGPAC.					TOTAL	9,6662

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAÇÃO VALENCIA
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº 03	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.		ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 1
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 INSEGMA, S.L.		
PARCELAS Y RECINTOS CATASTRO. SUPERFICIES				
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-03-01	



Daniel Fuentes Barges
 Ingeniero Industrial
 Colegiado nº 4.717 - COIICV

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente documento. En caso de dudas derivadas de este trabajo, siempre que resulte responsable, el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.



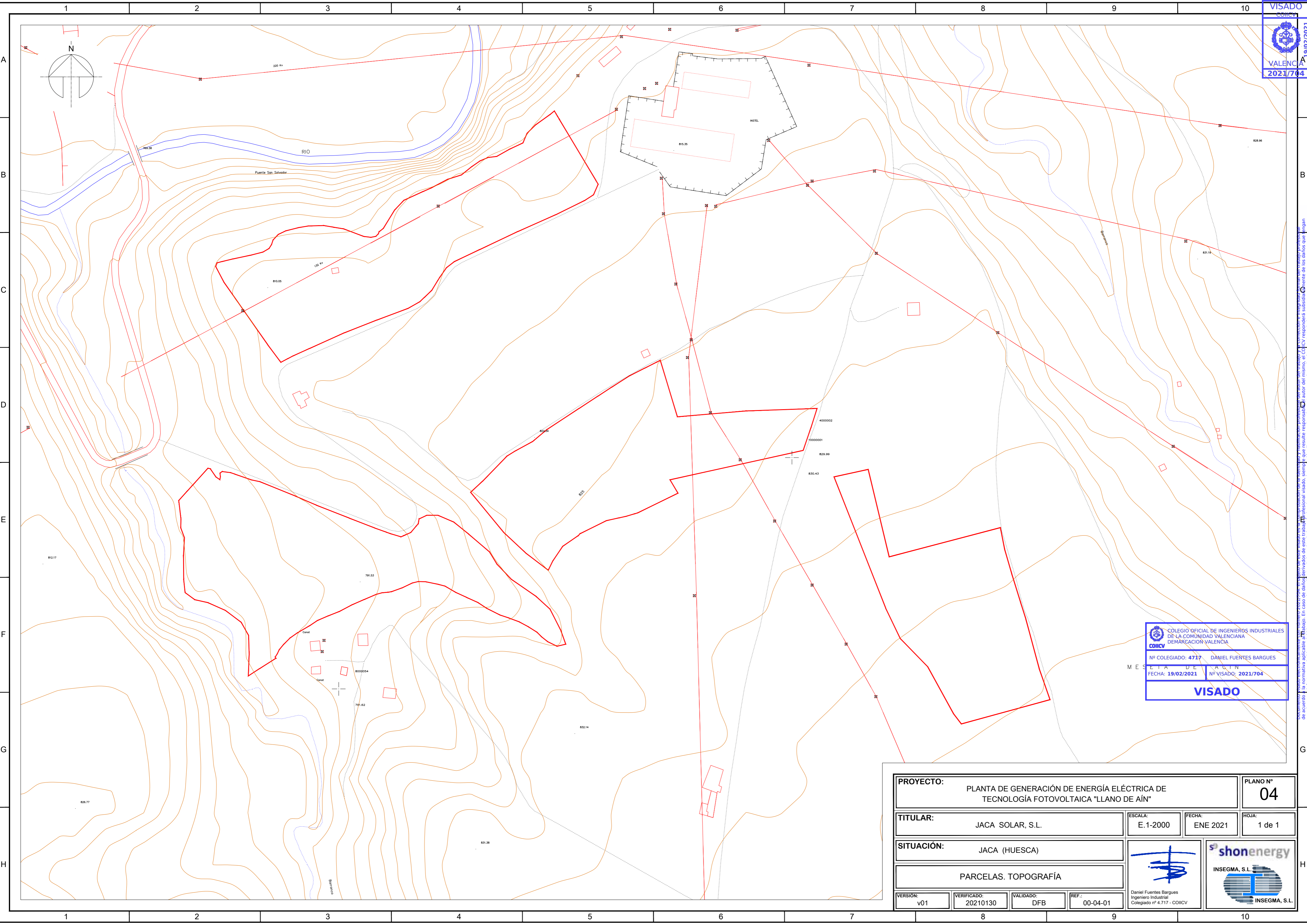
PARCELA					REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (ha)
Polygono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF	1,8800
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A055000160000FR	1,1802
55	37	3, 5	Jaca	Huesca	22178A055000370000FQ	2,7390
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A055000420000FL	2,6927
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A055000490000FD	1,1743
* Superficies obtenidas del SIGPAC.						
					TOTAL	9,6662


COLEGIO ESPECIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAÇÃO VALENCIANA
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO



PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº 03	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.		ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 1
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 		
PARCELAS Y RECINTOS CATASTRO. SUPERFICIES				
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-03-01	
Daniel Fuentes Bargues Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV				

VISADO
 19/02/2021
 VALENCIA
 2021/704

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente documento. El autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que emanen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que emanen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo.

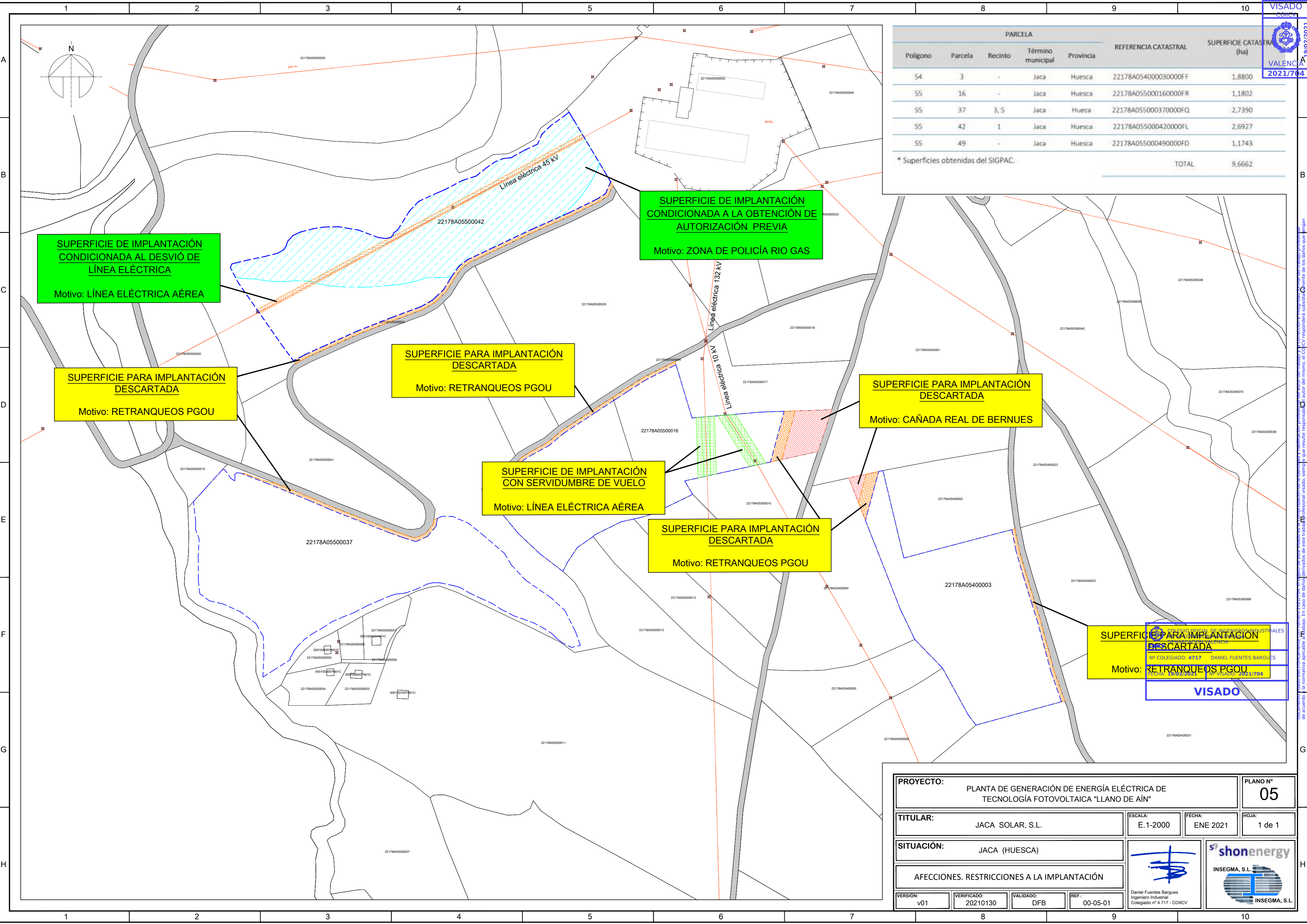



 COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
 DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
 DEMARCACION VALENCIA
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 04	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 1
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 	
PARCELAS. TOPOGRAFÍA			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-04-01
Daniel Fuentes BARGUES Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COICV			

La normativa aplicable al Trabajo en caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que originen de acuerdo a la normativa aplicable al Trabajo.

PARCELA					REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (ha)
Polígono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF	1,8800
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A055000160000FR	1,1802
55	37	3, 5	Jaca	Huesca	22178A055000370000FQ	2,7390
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A055000420000FL	2,6927
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A055000490000FD	1,1743
* Superficies obtenidas del SIGPAC.						TOTAL 9,6662



**SUPERFICIE DE IMPLANTACIÓN
CONDICIONADA AL DESVIÓ DE
LÍNEA ELÉCTRICA**
Motivo: LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA

**SUPERFICIE DE IMPLANTACIÓN
CONDICIONADA A LA OBTENCIÓN DE
AUTORIZACIÓN PREVIA**
Motivo: ZONA DE POLICÍA RIO GAS

**SUPERFICIE PARA IMPLANTACIÓN
DESCARTADA**
Motivo: RETRANQUEOS PGOU

**SUPERFICIE PARA IMPLANTACIÓN
DESCARTADA**
Motivo: RETRANQUEOS PGOU



**SUPERFICIE PARA IMPLANTACIÓN
DESCARTADA**
Motivo: CAÑADA REAL DE BERNUES

**SUPERFICIE DE IMPLANTACIÓN
CON SERVIDUMBRE DE VUELO**
Motivo: LÍNEA ELÉCTRICA AÉREA

**SUPERFICIE PARA IMPLANTACIÓN
DESCARTADA**
Motivo: RETRANQUEOS PGOU

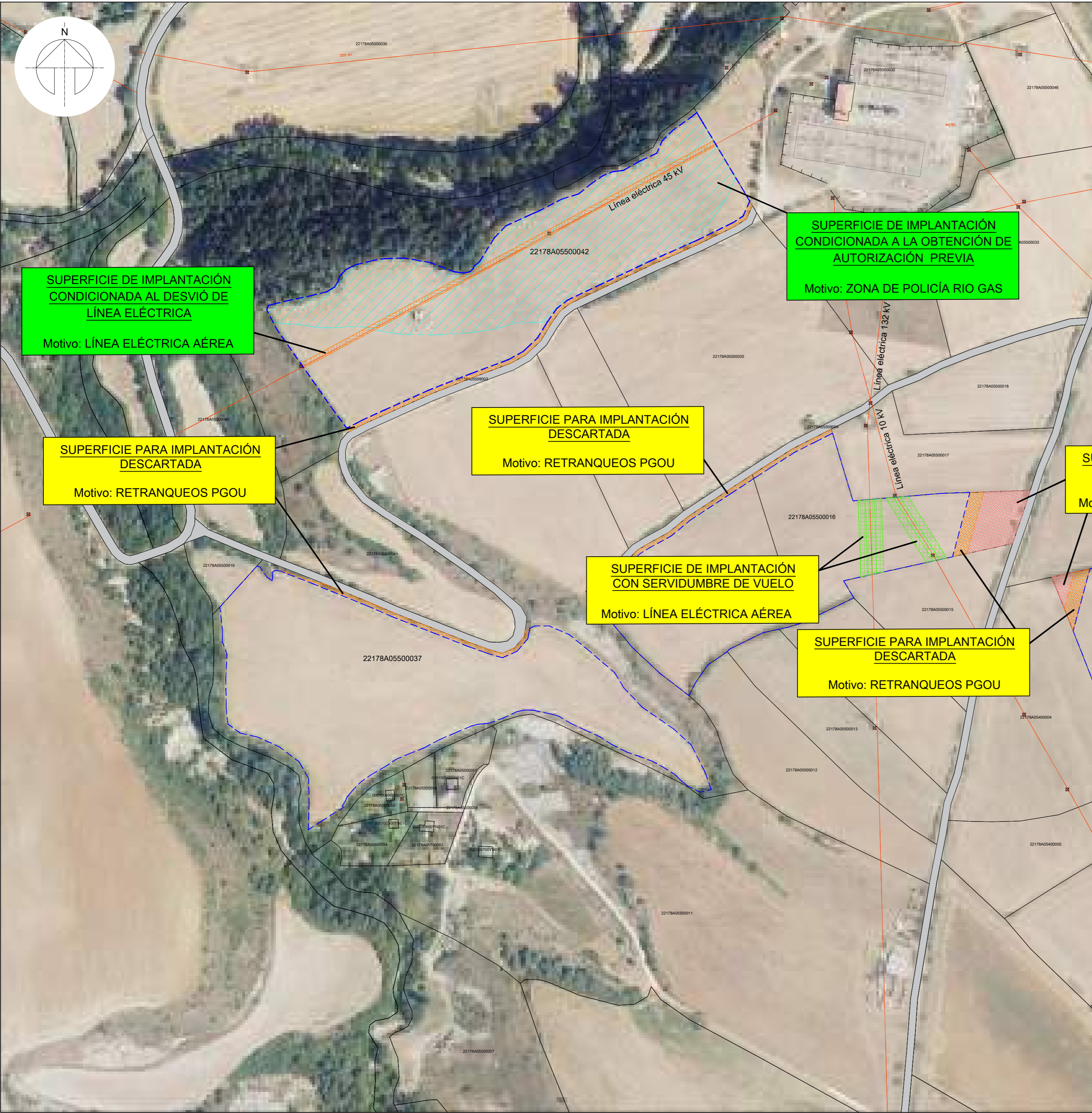
**SUPERFICIE PARA IMPLANTACIÓN
DESCARTADA**
Motivo: RETRANQUEOS PGOU

VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"				PLANO Nº 05	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.		ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 1	
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)					
AFECCIONES. RESTRICCIONES A LA IMPLANTACIÓN					
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-05-01	 Daniel Fuentes Bargas Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV	
				 INSEGMA, S.L.	

La presente obra ha sido elaborada por el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.

PARCELA					REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (ha)
Poligono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF	1.8800
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A055000160000FR	1.1802
55	37	3, 5	Jaca	Huesca	22178A055000870000FQ	2.7390
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A055000420000FL	2.6927
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A055000490000FD	1.1748
* Superficies obtenidas del SIGPAC.						
TOTAL						9.6662



SUPERFICIE PARA IMPLANTACIÓN DESCARTADA
 Motivo: RETRANQUEOS PGOU

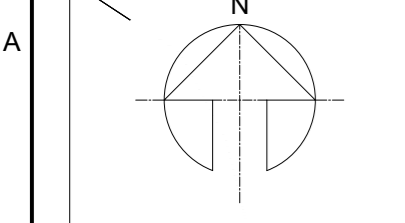
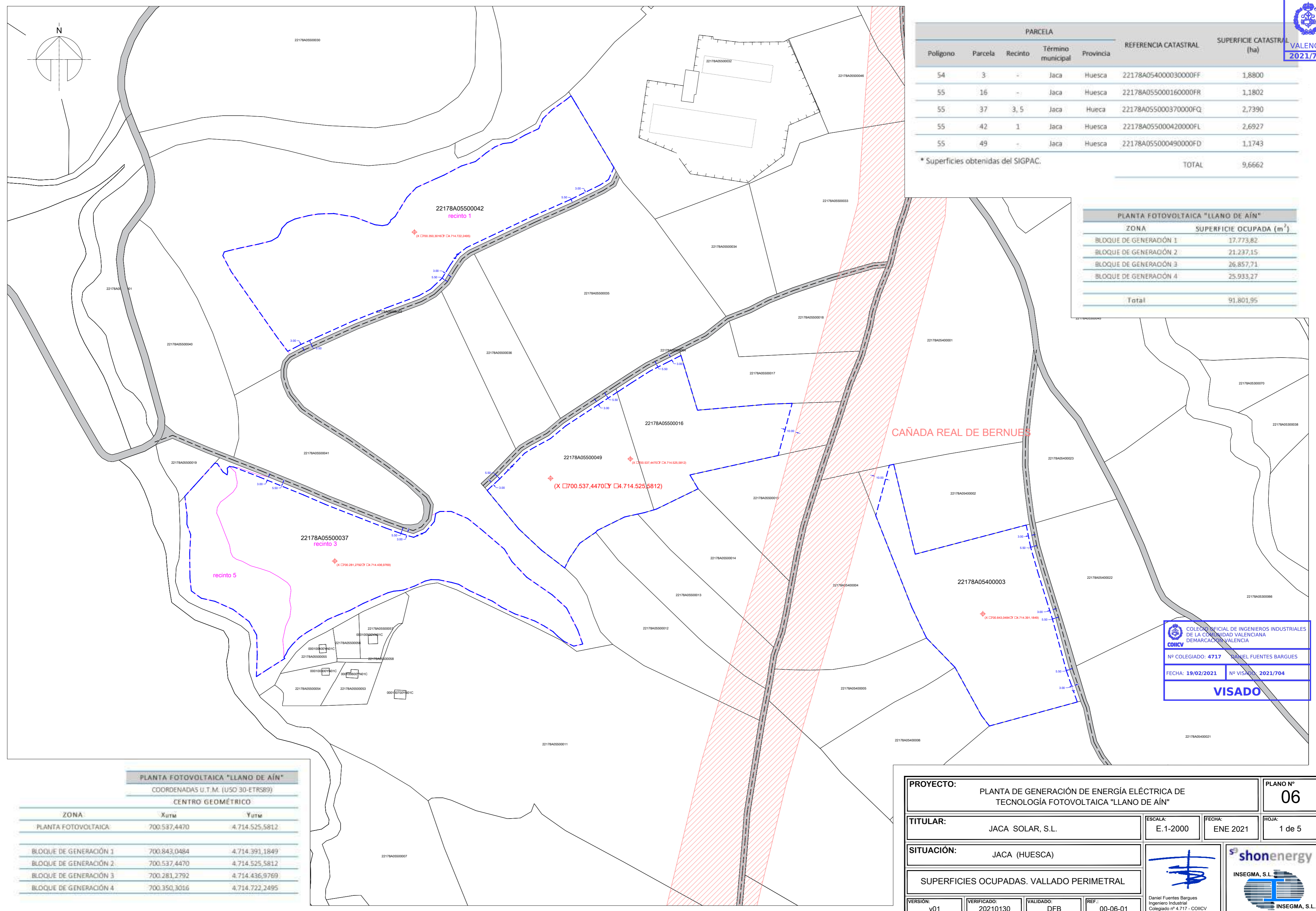
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 2021/704
 VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº	05
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA:	1 de 1
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)				
AFECCIONES. RESTRICCIONES A LA IMPLANTACIÓN				
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-05-01	

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente proyecto. En caso de cambios de esta normativa, el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.

PARCELA					REFERENCIA CATASTRAL	SUPERFICIE CATASTRAL (ha)
Poligono	Parcela	Recinto	Término municipal	Provincia		
54	3	-	Jaca	Huesca	22178A054000030000FF	1,8800
55	16	-	Jaca	Huesca	22178A0550000160000FR	1,1802
55	37	3, 5	Jaca	Huesca	22178A0550000370000FQ	2,7390
55	42	1	Jaca	Huesca	22178A0550000420000FL	2,6927
55	49	-	Jaca	Huesca	22178A0550000490000FD	1,1743
* Superficies obtenidas del SIGPAC.						TOTAL 9,6662

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
ZONA	SUPERFICIE OCUPADA (m ²)
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	17.773,82
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	21.237,15
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	26.857,71
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	25.933,27
Total	91.801,95



de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de datos derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.




PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		
COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)		
CENTRO GEOMÉTRICO		
ZONA	X _{UTM}	Y _{UTM}
PLANTA FOTOVOLTAICA	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	700.843,0484	4.714.391,1849
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	700.281,2792	4.714.436,9769
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	700.350,3016	4.714.722,2495

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAÇÃO VALENCIA

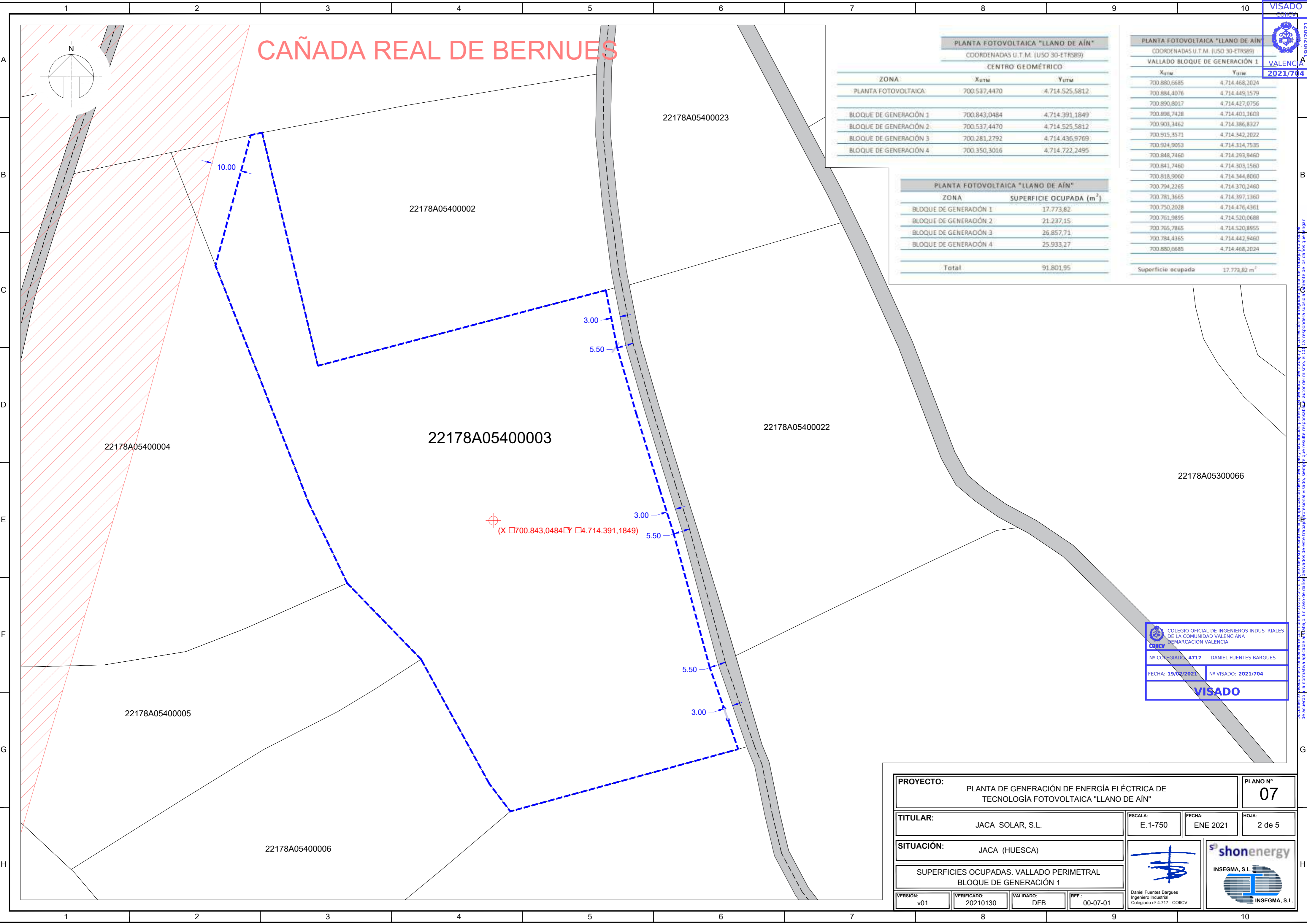
Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES

FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704

VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 06	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)			
SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-06-01
Daniel Fuentes BARGUES Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV			

CAÑADA REAL DE BERNUES



PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		
COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)		
CENTRO GEOMÉTRICO		
ZONA	X _{UTM}	Y _{UTM}
PLANTA FOTOVOLTAICA	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	700.843,0484	4.714.391,1849
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	700.281,2792	4.714.436,9769
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	700.350,3016	4.714.722,2495

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)	
VALLADO BLOQUE DE GENERACIÓN 1	
X _{UTM}	Y _{UTM}
700.880,6685	4.714.468,2024
700.884,4076	4.714.449,1579
700.890,8017	4.714.427,0756
700.898,7428	4.714.401,3603
700.903,3462	4.714.386,8327
700.915,3571	4.714.342,2022
700.924,9053	4.714.314,7535
700.848,7460	4.714.293,9460
700.841,7460	4.714.303,1560
700.818,9060	4.714.344,8060
700.794,2265	4.714.370,2460
700.781,3665	4.714.397,1360
700.750,2028	4.714.476,4361
700.761,9895	4.714.520,0688
700.765,7865	4.714.520,8955
700.784,4365	4.714.442,9460
700.880,6685	4.714.468,2024
Superficie ocupada	17.773,82 m ²



PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
ZONA	SUPERFICIE OCUPADA (m ²)
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	17.773,82
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	21.237,15
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	26.857,71
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	25.933,27
Total	91.801,95

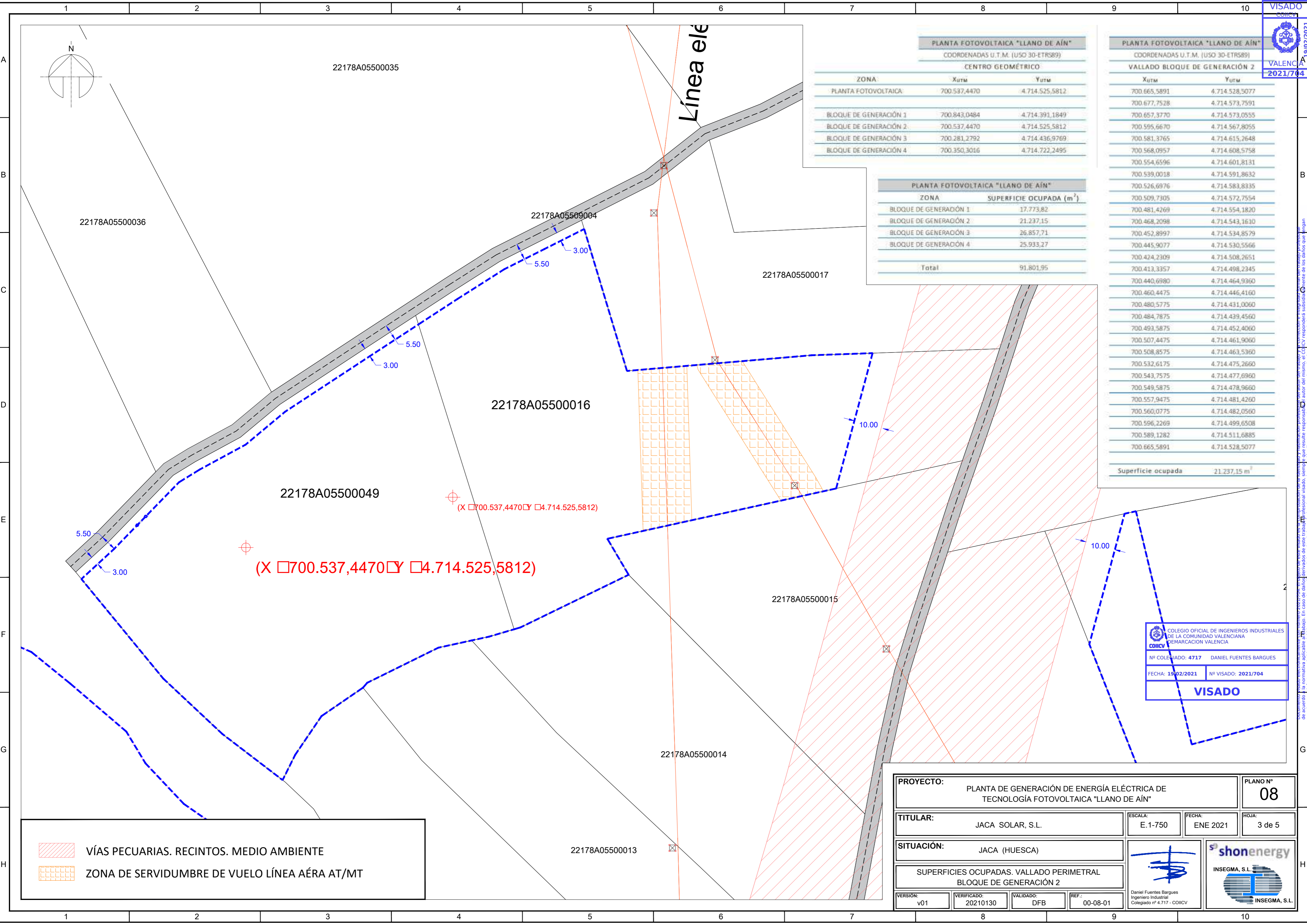
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAION VALENCIA

Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES

FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704

VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 07	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 2 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 	
SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL BLOQUE DE GENERACIÓN 1			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-07-01
Daniel Fuentes BARGUES Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV			



PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)
 CENTRO GEOMÉTRICO

ZONA	X _{UTM}	Y _{UTM}
PLANTA FOTOVOLTAICA	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	700.843,0484	4.714.391,1849
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	700.281,2792	4.714.436,9769
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	700.350,3016	4.714.722,2495

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"

ZONA	SUPERFICIE OCUPADA (m ²)
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	17.773,82
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	21.237,15
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	26.857,71
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	25.933,27
Total	91.801,95

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"
 COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)
 VALLADO BLOQUE DE GENERACIÓN 2

X _{UTM}	Y _{UTM}
700.665,5891	4.714.528,5077
700.677,7528	4.714.573,7591
700.657,3770	4.714.573,0555
700.595,6670	4.714.567,8055
700.581,3765	4.714.615,2648
700.568,0957	4.714.608,5758
700.554,6596	4.714.601,8131
700.539,0018	4.714.591,8632
700.526,6976	4.714.583,8335
700.509,7305	4.714.572,7554
700.481,4269	4.714.554,1820
700.468,2098	4.714.543,1610
700.452,8997	4.714.534,8579
700.445,9077	4.714.530,5566
700.424,2309	4.714.508,2651
700.413,3357	4.714.498,2345
700.440,6980	4.714.464,9360
700.460,4475	4.714.446,4160
700.480,5775	4.714.431,0060
700.484,7875	4.714.439,4560
700.493,5875	4.714.452,4060
700.507,4475	4.714.461,9060
700.508,8575	4.714.463,5360
700.532,6175	4.714.475,2660
700.543,7575	4.714.477,6960
700.549,5875	4.714.478,9660
700.557,9475	4.714.481,4260
700.560,0775	4.714.482,0560
700.596,2269	4.714.499,6508
700.589,1282	4.714.511,6885
700.665,5891	4.714.528,5077
Superficie ocupada	21.237,15 m²

(X 700.537,4470 Y 4.714.525,5812)

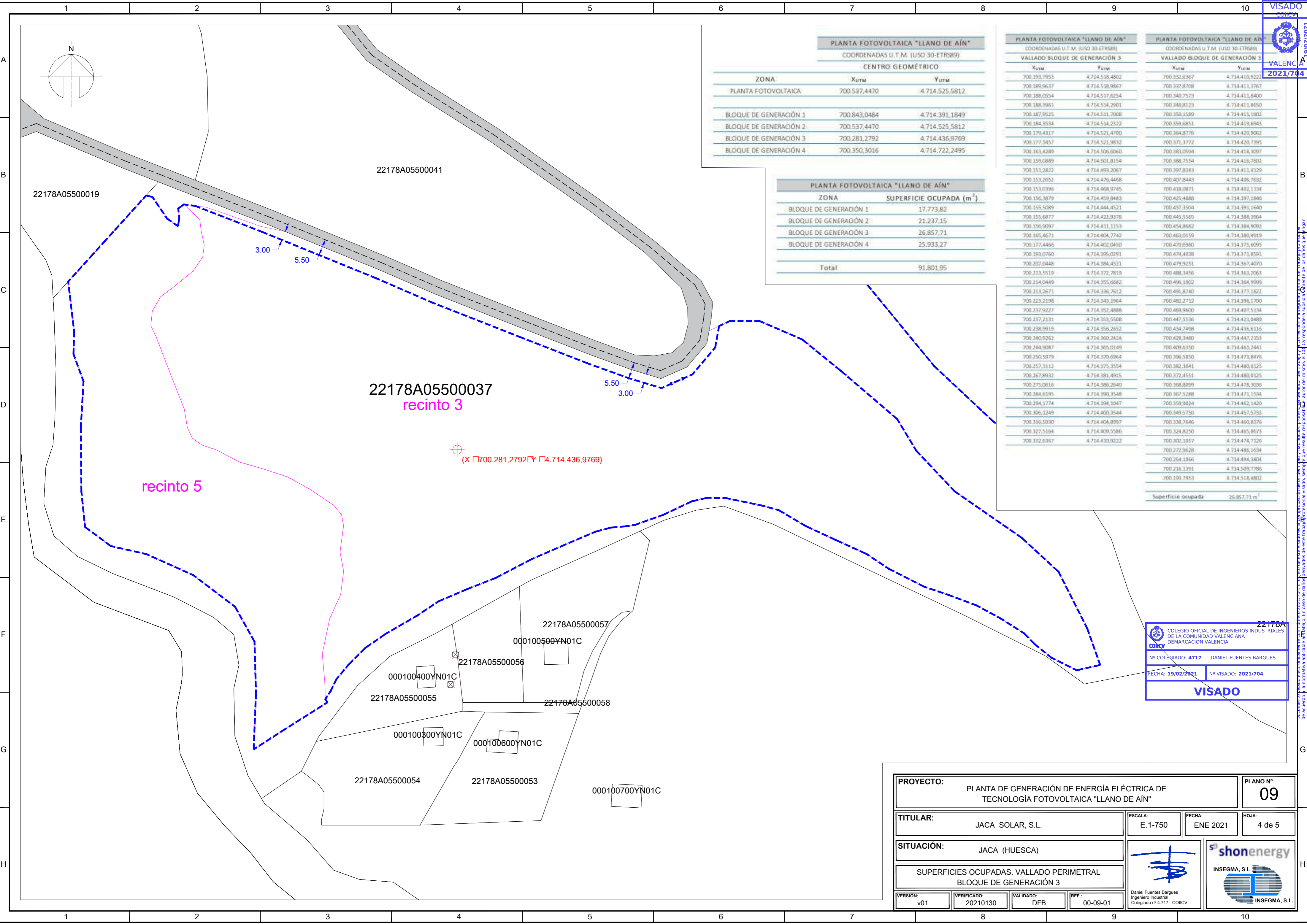
(X 700.537,4470 Y 4.714.525,5812)

VÍAS PECUARIAS. RECINTOS. MEDIO AMBIENTE
 ZONA DE SERVIDUMBRE DE VUELO LÍNEA AÉRA AT/MT

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO N° 08	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 3 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 INSEGMA, S.L.	
SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL BLOQUE DE GENERACIÓN 2			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-08-01

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA
 DEMARCACIÓN VALENCIANA
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

El autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que emanen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que emanen.



PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		
COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)		
CENTRO GEOMÉTRICO		
ZONA	X _{utm}	Y _{utm}
PLANTA FOTOVOLTAICA	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	700.843,0484	4.714.391,1849
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	700.281,2792	4.714.436,9769
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	700.350,3016	4.714.722,2495

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
ZONA	SUPERFICIE OCUPADA (m ²)
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	17.773,82
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	21.237,15
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	26.857,71
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	25.933,27
Total	91.801,95

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)			
VALLADO BLOQUE DE GENERACIÓN 3			
X _{utm}	Y _{utm}	X _{utm}	Y _{utm}
700.193,7953	4.714.518,4802	700.332,8367	4.714.410,9222
700.189,9637	4.714.518,9867	700.337,8708	4.714.411,3767
700.188,0554	4.714.517,6254	700.340,7573	4.714.411,8400
700.188,3961	4.714.514,2901	700.340,8123	4.714.411,8650
700.187,0525	4.714.511,7008	700.350,1589	4.714.415,1902
700.184,3534	4.714.514,2322	700.359,6851	4.714.419,6943
700.179,4317	4.714.521,4700	700.364,8776	4.714.420,9062
700.177,3457	4.714.521,9832	700.371,7772	4.714.420,7395
700.163,4289	4.714.506,6060	700.383,0594	4.714.418,3097
700.159,0889	4.714.501,8154	700.388,7554	4.714.416,7502
700.151,2822	4.714.493,2067	700.397,8343	4.714.411,4129
700.153,2652	4.714.476,4468	700.407,8443	4.714.406,7632
700.153,0196	4.714.468,9745	700.418,0871	4.714.402,1154
700.156,3879	4.714.459,8483	700.425,4888	4.714.397,1886
700.155,5089	4.714.444,4521	700.437,3504	4.714.391,1640
700.155,6877	4.714.422,9378	700.445,5565	4.714.388,3964
700.156,9097	4.714.411,1353	700.454,8682	4.714.384,9092
700.165,4671	4.714.404,7742	700.463,0159	4.714.380,4919
700.177,4466	4.714.402,0460	700.470,6980	4.714.375,6095
700.193,0760	4.714.395,0291	700.474,4038	4.714.371,8591
700.207,0448	4.714.384,4521	700.479,9251	4.714.367,4070
700.213,5519	4.714.372,7819	700.488,3456	4.714.363,2003
700.214,0449	4.714.355,6682	700.496,1902	4.714.364,9999
700.213,2671	4.714.336,7612	700.491,8740	4.714.377,1822
700.223,2198	4.714.343,1964	700.482,2712	4.714.396,1700
700.237,9227	4.714.352,4888	700.489,9600	4.714.407,5134
700.237,2131	4.714.353,5508	700.447,3536	4.714.422,0489
700.238,9919	4.714.356,2652	700.434,7498	4.714.436,6116
700.240,9262	4.714.360,2424	700.428,3480	4.714.447,2153
700.244,9087	4.714.365,0149	700.409,6350	4.714.463,2441
700.250,5979	4.714.370,6964	700.396,5850	4.714.473,8476
700.257,3112	4.714.375,3554	700.382,3041	4.714.480,0125
700.267,8932	4.714.381,4915	700.372,4551	4.714.480,0125
700.275,0616	4.714.386,2640	700.368,8099	4.714.478,3096
700.284,6195	4.714.390,3548	700.367,5288	4.714.471,1594
700.294,1774	4.714.394,3047	700.359,9034	4.714.462,1420
700.306,1249	4.714.400,3544	700.349,5750	4.714.457,5732
700.316,5930	4.714.404,8997	700.338,7646	4.714.460,8376
700.327,5164	4.714.408,5586	700.324,8250	4.714.465,8673
700.332,6367	4.714.410,9222	700.312,3057	4.714.474,7126
		700.272,9628	4.714.486,1634
		700.254,1056	4.714.494,3404
		700.216,1391	4.714.508,7786
		700.193,7953	4.714.518,4802
Superficie ocupada		26.857,71 m ²	

(X □700.281,2792 □4.714.436,9769)

22178A
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCAACION VALENCIA
Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN" PLANO Nº 09
TITULAR: JACA SOLAR, S.L. ESCALA: E. 1-750 FECHA: ENE 2021 HOJA: 4 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)
SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL BLOQUE DE GENERACIÓN 3
VERSION: v01 VERIFICADO: 20210130 VALIDADO: DFB REF.: 00-09-01
Daniel Fuentes Barges Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COICV
shonenergy INSEGMA, S.L.

Este documento es propiedad de shonenergy y no puede ser reproducido, distribuido o publicado sin el consentimiento escrito de shonenergy. En caso de ser utilizado para fines distintos a los autorizados por shonenergy, se entenderá que el usuario acepta la responsabilidad de los daños que puedan derivarse de su uso. shonenergy se reserva todos los derechos de propiedad intelectual y no se responsabiliza de los daños que puedan derivarse de su uso. Autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que puedan derivarse de su uso.

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"

COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)

CENTRO GEOMÉTRICO

ZONA	X _{UTM}	Y _{UTM}
PLANTA FOTOVOLTAICA	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 1	700.843,0484	4.714.391,1849
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	700.537,4470	4.714.525,5812
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	700.281,2792	4.714.436,9769
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	700.350,3016	4.714.722,2495

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"

ZONA SUPERFICIE OCUPADA (m²)

BLOQUE DE GENERACIÓN 1	17.773,82
BLOQUE DE GENERACIÓN 2	21.237,15
BLOQUE DE GENERACIÓN 3	26.857,71
BLOQUE DE GENERACIÓN 4	25.933,27
Total	91.801,95

22178A05500042
recinto 1

(X 700.350,3016 Y 4.714.722,2495)

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"	
COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)		COORDENADAS U.T.M. (USO 30-ETRS89)	
VALLADO BLOQUE DE GENERACIÓN 4		VALLADO BLOQUE DE GENERACIÓN 4	
X _{UTM}	Y _{UTM}	X _{UTM}	Y _{UTM}
700.523,2276	4.714.778,2915	700.267,1168	4.714.737,9788
700.518,5234	4.714.767,7655	700.280,6394	4.714.738,3407
700.513,3809	4.714.763,1820	700.289,2403	4.714.736,8055
700.485,9272	4.714.750,6783	700.298,8671	4.714.735,3333
700.452,3074	4.714.735,8024	700.315,9244	4.714.728,6913
700.418,3035	4.714.719,5624	700.322,4435	4.714.727,8359
700.395,5464	4.714.708,8903	700.326,9918	4.714.728,6938
700.367,7869	4.714.702,9849	700.329,2080	4.714.721,0306
700.361,9981	4.714.693,8313	700.329,9351	4.714.732,7957
700.379,8148	4.714.690,2535	700.333,5262	4.714.735,6889
700.374,2801	4.714.682,2449	700.343,8145	4.714.732,3466
700.368,1291	4.714.676,4465	700.352,0451	4.714.760,9329
700.364,3076	4.714.672,7500	700.369,0206	4.714.768,6607
700.354,0921	4.714.667,0953	700.375,7079	4.714.771,5801
700.326,3659	4.714.656,9571	700.391,1402	4.714.779,0513
700.297,8739	4.714.645,5306	700.403,1430	4.714.785,4293
700.266,7363	4.714.631,5197	700.412,5739	4.714.790,9854
700.253,9451	4.714.624,8844	700.420,1176	4.714.796,1393
700.247,1783	4.714.621,3639	700.427,1479	4.714.799,0587
700.240,4281	4.714.618,8238	700.434,5213	4.714.799,9173
700.230,5979	4.714.612,0377	700.446,5240	4.714.806,6347
700.191,5702	4.714.588,1443		
700.184,2134	4.714.701,8746		
700.185,4819	4.714.705,1096		
700.189,9046	4.714.706,2588		
700.199,7409	4.714.708,5918		
700.214,8624	4.714.713,7853		
700.226,1719	4.714.714,6171		
700.231,7065	4.714.717,8137		
700.233,0232	4.714.721,2592		
700.235,3950	4.714.725,5591		
700.240,0674	4.714.730,4729		
700.246,8280	4.714.733,6675		
700.256,7538	4.714.736,6297		
700.267,1168	4.714.737,9788		
Superficie ocupada		Superficie ocupada	25.933,27 m ²

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION VALENCIA
Nº COLEGADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN" **PLANO Nº 10**

TITULAR: JACA SOLAR, S.L. **ESCALA:** E. 1-750 **FECHA:** ENE 2021 **HOJA:** 5 de 5

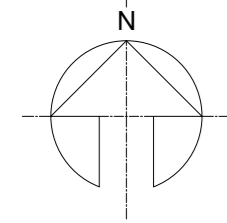
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)

SUPERFICIES OCUPADAS. VALLADO PERIMETRAL BLOQUE DE GENERACIÓN 4

VERSION: v01 **VERIFICADO:** 20210130 **VALIDADO:** DFB **REF.:** 00-10-01

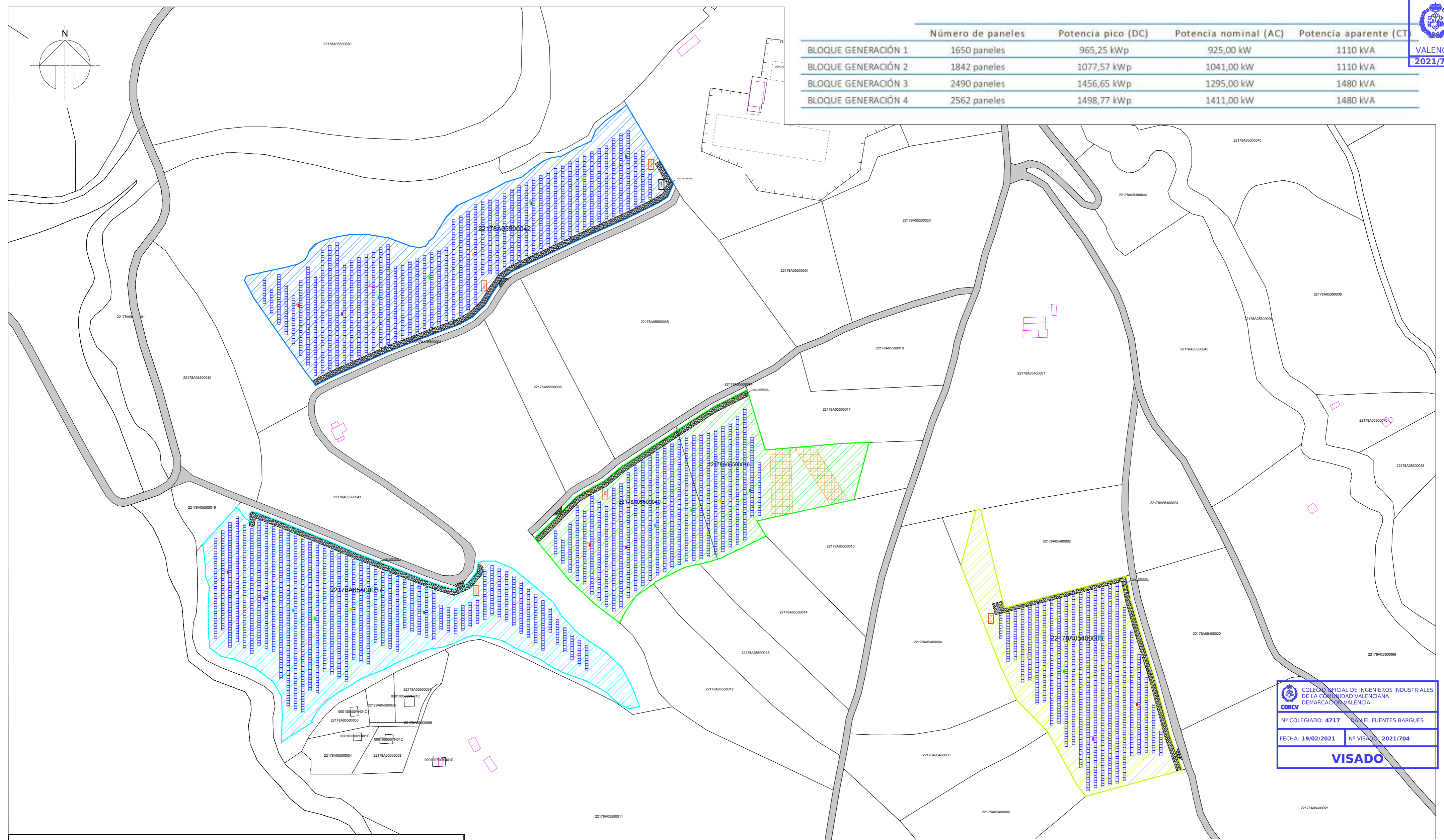
Daniel Fuentes Bargues
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 4.717 - COICIV

shonenergy
INSEGMA, S.L.



La normativa aplicable a este trabajo es la que se indica en el presente documento. En caso de dudas derivadas de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable del autor del mismo, el COICIV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA



- BLOQUE DE GENERACIÓN 1; 965,25 kWp; 925,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 2; 1077,57 kWp; 1041,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 3; 1456,65 kWp; 1295,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 4; 1498,77 kWp; 1411,00 kW
- ZONA DE SERVIDUMBRE DE VUELO LÍNEA AÉRA AT/MT

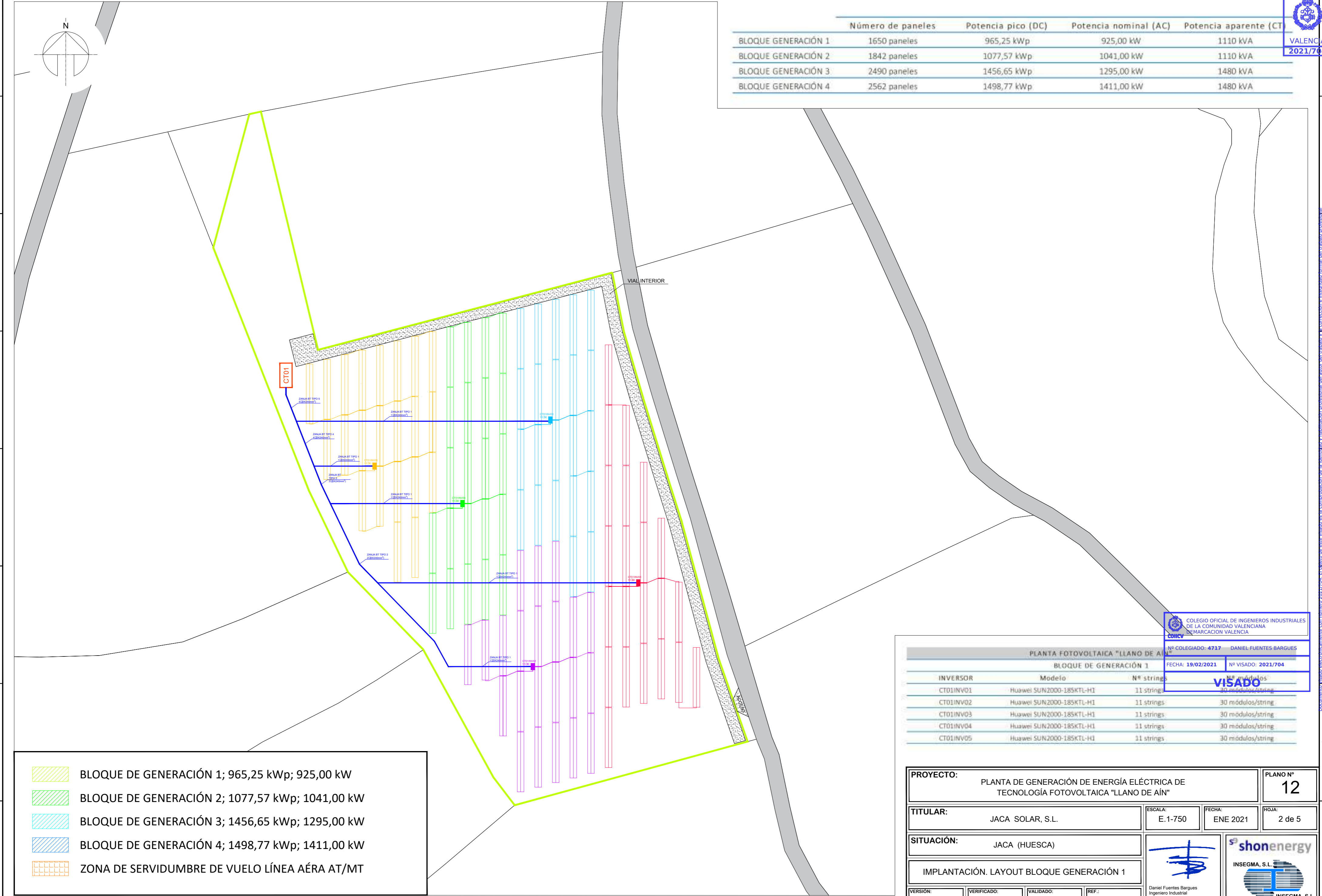
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION VALENCIA
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 11	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E.1-2000	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 INSEGMA, S.L.	
IMPLANTACIÓN. LAYOUT GENERAL			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-11-01

Daniel Fuentes BARGUES
 Ingeniero Industrial
 Colegiado nº 4.717 - COIICV

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente documento. En caso de dudas derivadas de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable del autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen.

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA



- BLOQUE DE GENERACIÓN 1; 965,25 kWp; 925,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 2; 1077,57 kWp; 1041,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 3; 1456,65 kWp; 1295,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 4; 1498,77 kWp; 1411,00 kW
- ZONA DE SERVIDUMBRE DE VUELO LÍNEA AÉRA AT/MT

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DE MARCACION VALENCIA

Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES

FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704

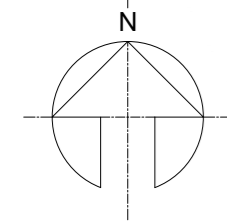
VISADO

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 1			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos/string
CT01INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº 12
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 2 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 INSEGMA, S.L.	
IMPLANTACIÓN: LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 1			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-12-01
Daniel Fuentes Bargas Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COICV			

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente documento. En caso de dudas derivadas de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo.

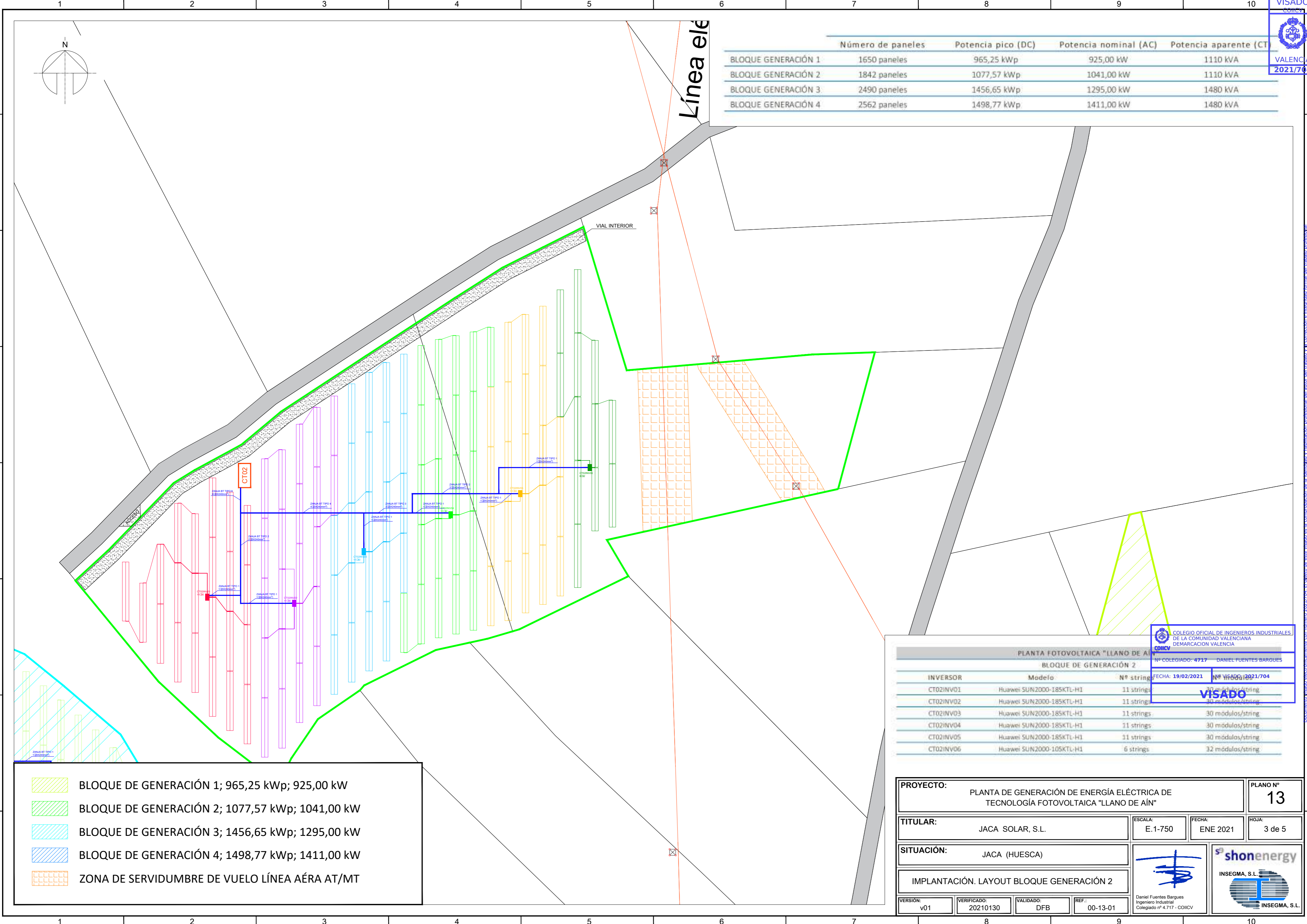
	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA



Línea elé

VIAL INTERIOR

CT02



- BLOQUE DE GENERACIÓN 1; 965,25 kWp; 925,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 2; 1077,57 kWp; 1041,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 3; 1456,65 kWp; 1295,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 4; 1498,77 kWp; 1411,00 kW
- ZONA DE SERVIDUMBRE DE VUELO LÍNEA AÉRA AT/MT

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 2			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos/string
CT02INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV06	Huawei SUN2000-105KTL-H1	6 strings	32 módulos/string

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION VALENCIA

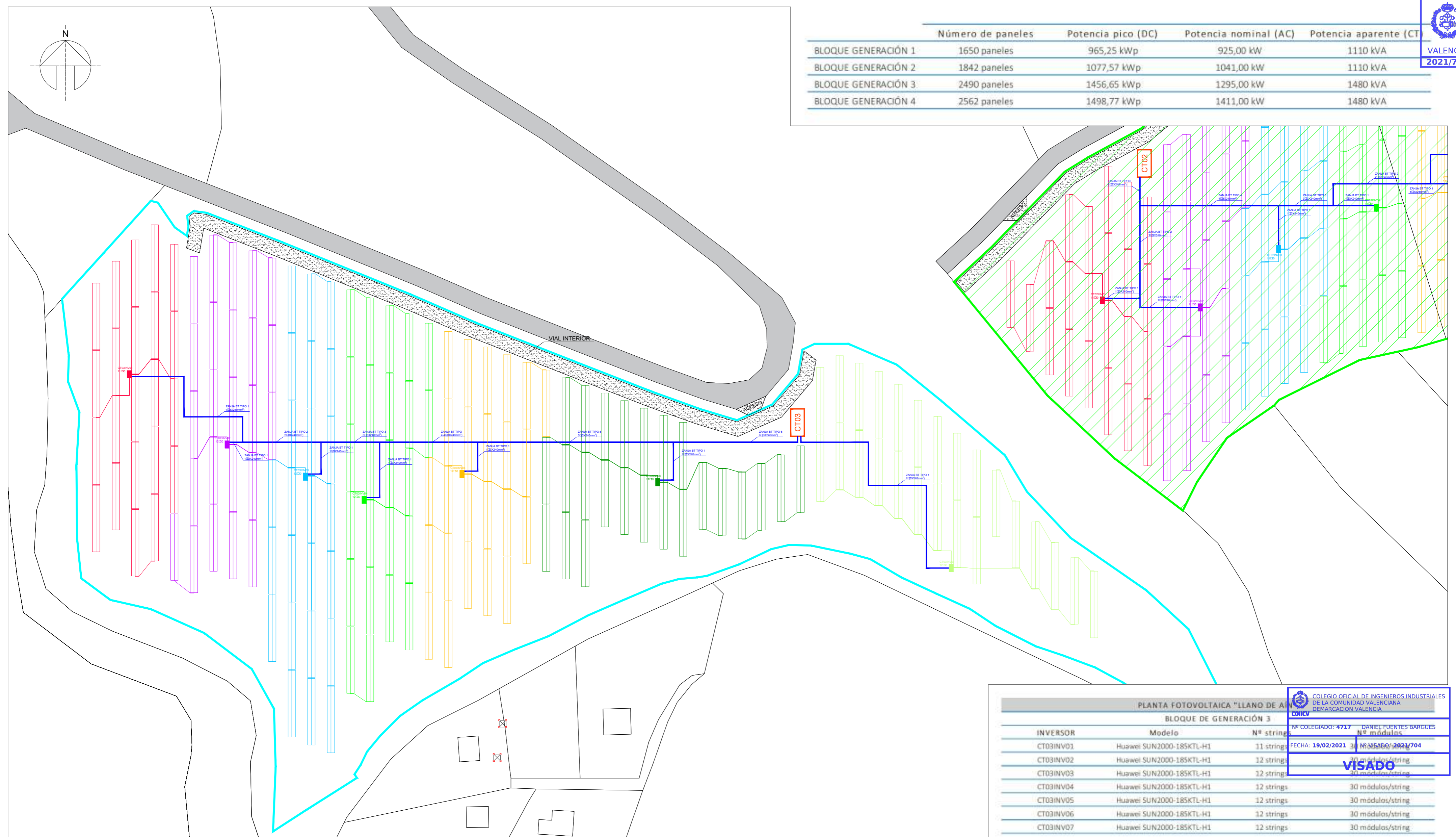
Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES

FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704

VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº 13
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 3 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 	
IMPLANTACIÓN. LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 2			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-13-01
Daniel Fuentes Bargues Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COICV			

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA



- BLOQUE DE GENERACIÓN 1; 965,25 kWp; 925,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 2; 1077,57 kWp; 1041,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 3; 1456,65 kWp; 1295,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 4; 1498,77 kWp; 1411,00 kW
- ZONA DE SERVIDUMBRE DE VUELO LÍNEA AÉRA AT/MT

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 3			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos
CT03INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT03INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV06	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV07	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string

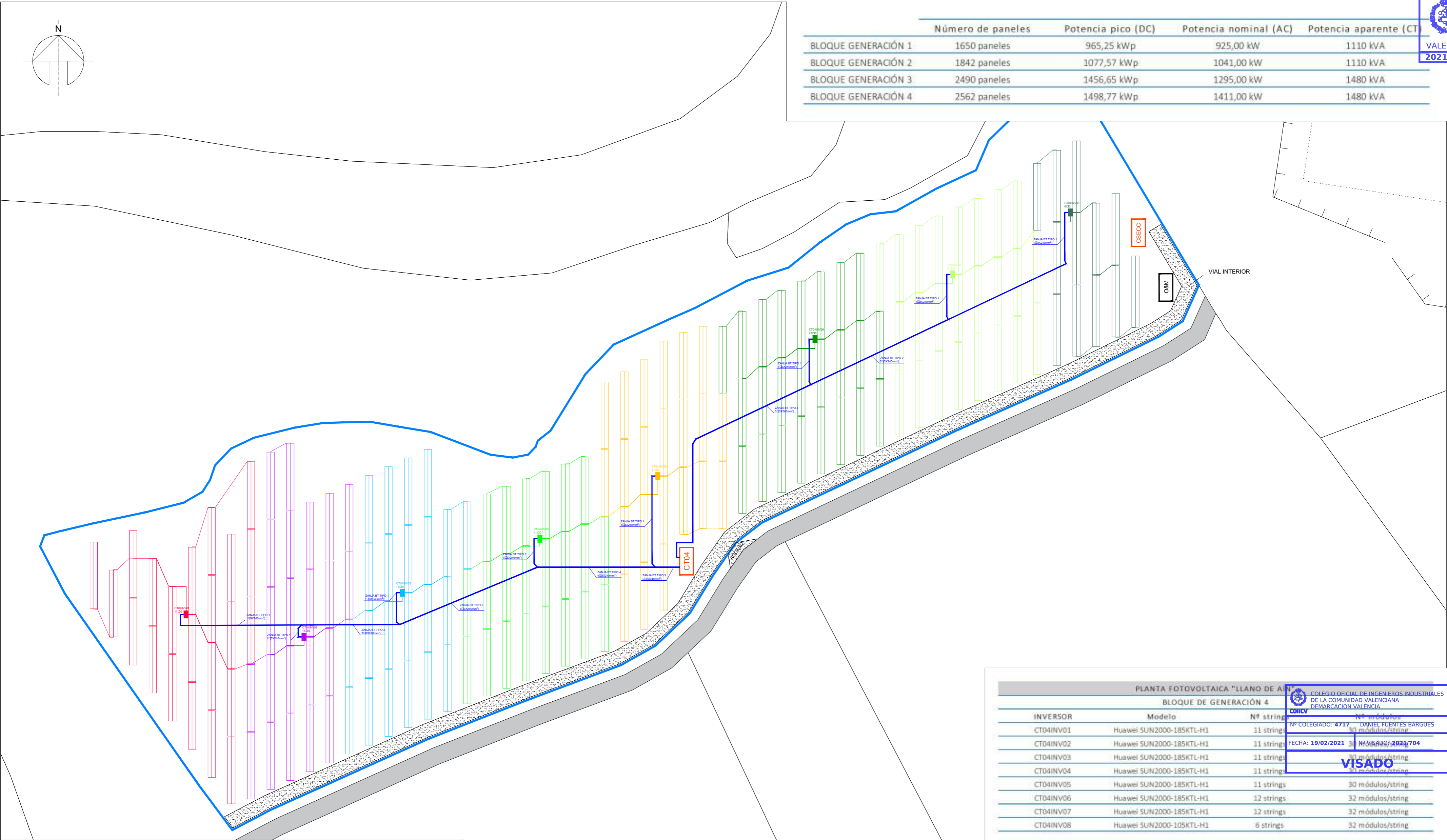
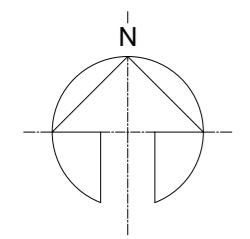
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION VALENCIA
 Nº Colegiado: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 Fecha: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 14	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 4 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)			
IMPLANTACIÓN. LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 3			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-14-01

Daniel Fuentes BARGUES
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 4.717 - COICV

El autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que se ocasionen por el uso de este trabajo profesional, siempre que resulte responsable.

	Número de paneles	Potencia pico (DC)	Potencia nominal (AC)	Potencia aparente (CT)
BLOQUE GENERACIÓN 1	1650 paneles	965,25 kWp	925,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 2	1842 paneles	1077,57 kWp	1041,00 kW	1110 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 3	2490 paneles	1456,65 kWp	1295,00 kW	1480 kVA
BLOQUE GENERACIÓN 4	2562 paneles	1498,77 kWp	1411,00 kW	1480 kVA



- BLOQUE DE GENERACIÓN 1; 965,25 kWp; 925,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 2; 1077,57 kWp; 1041,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 3; 1456,65 kWp; 1295,00 kW
- BLOQUE DE GENERACIÓN 4; 1498,77 kWp; 1411,00 kW
- ZONA DE SERVIDUMBRE DE VUELO LÍNEA AÉRA AT/MT

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 4			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos/string
CT04INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV06	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	32 módulos/string
CT04INV07	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	32 módulos/string
CT04INV08	Huawei SUN2000-105KTL-H1	6 strings	32 módulos/string


COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION VALENCIA

COIICV

Nº Colegiado: 4717 Daniel Fuentes BARGUES

FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704

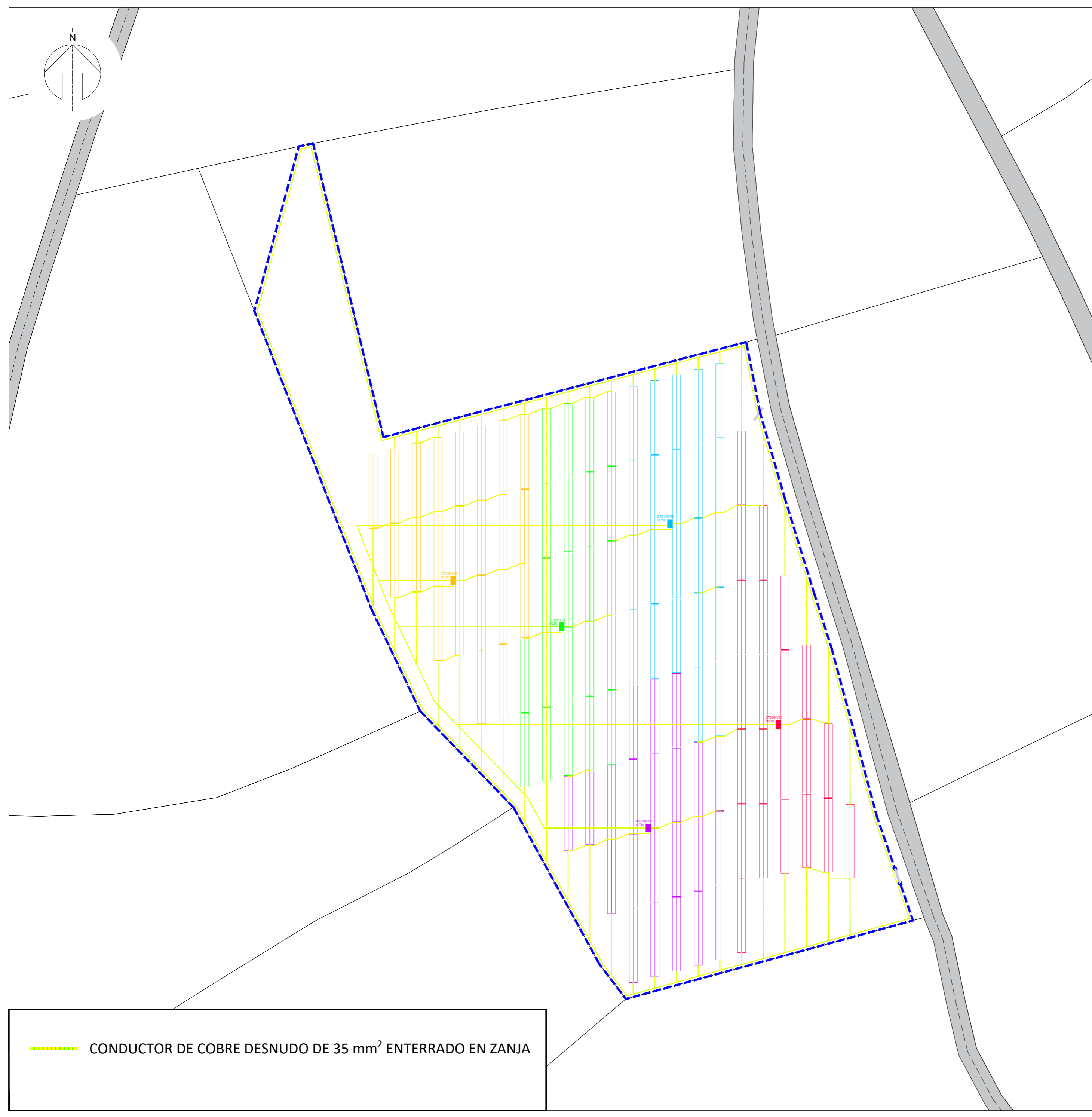
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 15	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 5 de 5
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 shonenergy INSEGMA, S.L.	
IMPLANTACIÓN: LAYOUT BLOQUE GENERACIÓN 4			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-15-01

Daniel Fuentes BARGUES
Ingeniero Industrial
Colegiado nº 4.717 - COIICV

PUESTA A TIERRA RED BAJA TENSIÓN



- Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:
- Conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado en zanja, en unos tramos junto a los conductores de baja tensión de corriente continua y corriente alterna, y en otros tramos de forma independiente, formado una red de tierra mallada que unirá todas las masas metálicas entre sí.
 - Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por poste hincado de la estructura del seguidor conectada mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura o a la red de tierra mallada.
 - Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por inversor mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura del seguidor o a la red de tierra mallada.
 - Conductor aislado RZ1-K, de 10 mm² de sección, en las canalizaciones aéreas sobre bandeja, que unirá las masas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de seguimiento y la red de tierra mallada entre sí.



----- CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35 mm² ENTERRADO EN ZANJA

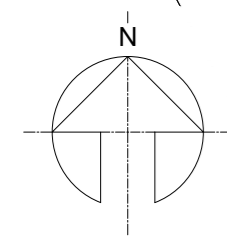
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DE MARCACION VALENCIA
Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 1			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos/string
CT01INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT01INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			PLANO Nº 16
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 1 de 4
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 	
PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN BLOQUE GENERACIÓN 1			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-16-01
<small>Daniel Fuentes Bargues Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV</small>			



PUESTA A TIERRA RED BAJA TENSIÓN

- Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:
- Conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado en zanja, en unos tramos junto a los conductores de baja tensión de corriente continua y corriente alterna, y en otros tramos de forma independiente, formado una red de tierra mallada que unirá todas las masas metálicas entre sí.
 - Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por poste hincado de la estructura del seguidor conectada mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura o a la red de tierra mallada.
 - Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por inversor mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura del seguidor o a la red de tierra mallada.
 - Conductor aislado RZ1-K, de 10 mm² de sección, en las canalizaciones aéreas sobre bandeja, que unirá las masas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de seguimiento y la red de tierra mallada entre sí.



CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35 mm² ENTERRADO EN ZANJA

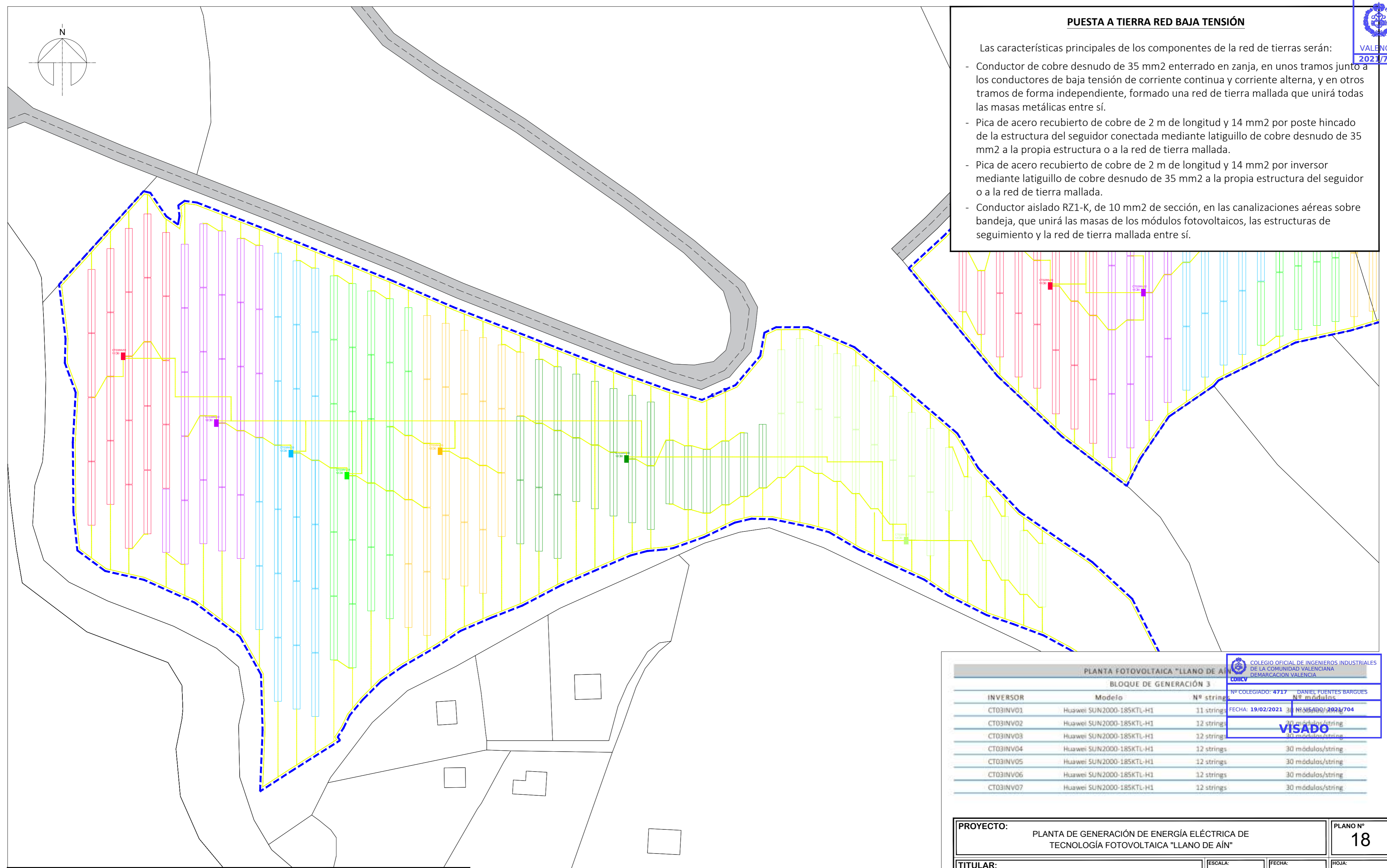
PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 2			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos/string
CT02INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT02INV06	Huawei SUN2000-105KTL-H1	6 strings	32 módulos/string


PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 17	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 2 de 4
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 	
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-17-01
Daniel Fuentes Bargas Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV			

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente proyecto. El autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que originen de acuerdo a la normativa aplicable al trabajo. En caso de daños derivados de este trabajo profesional visado, siempre que resulte responsable el autor del mismo, el COIICV responderá subsidiariamente de los daños que originen.

PUESTA A TIERRA RED BAJA TENSIÓN



- Las características principales de los componentes de la red de tierras serán:
- Conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado en zanja, en unos tramos junto a los conductores de baja tensión de corriente continua y corriente alterna, y en otros tramos de forma independiente, formado una red de tierra mallada que unirá todas las masas metálicas entre sí.
 - Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por poste hincado de la estructura del seguidor conectada mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura o a la red de tierra mallada.
 - Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por inversor mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura del seguidor o a la red de tierra mallada.
 - Conductor aislado RZ1-K, de 10 mm² de sección, en las canalizaciones aéreas sobre bandeja, que unirá las masas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de seguimiento y la red de tierra mallada entre sí.




 CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35 mm² ENTERRADO EN ZANJA

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 3			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos
CT03INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT03INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV06	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string
CT03INV07	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	30 módulos/string

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACION VALENCIA
 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES
 Nº módulos: 360
 FECHA: 19/02/2021 Nº VISADO: 2021/704
VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 18	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 3 de 4
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)			
PUESTA A TIERRA BAJA TENSIÓN BLOQUE GENERACIÓN 3			
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-18-01

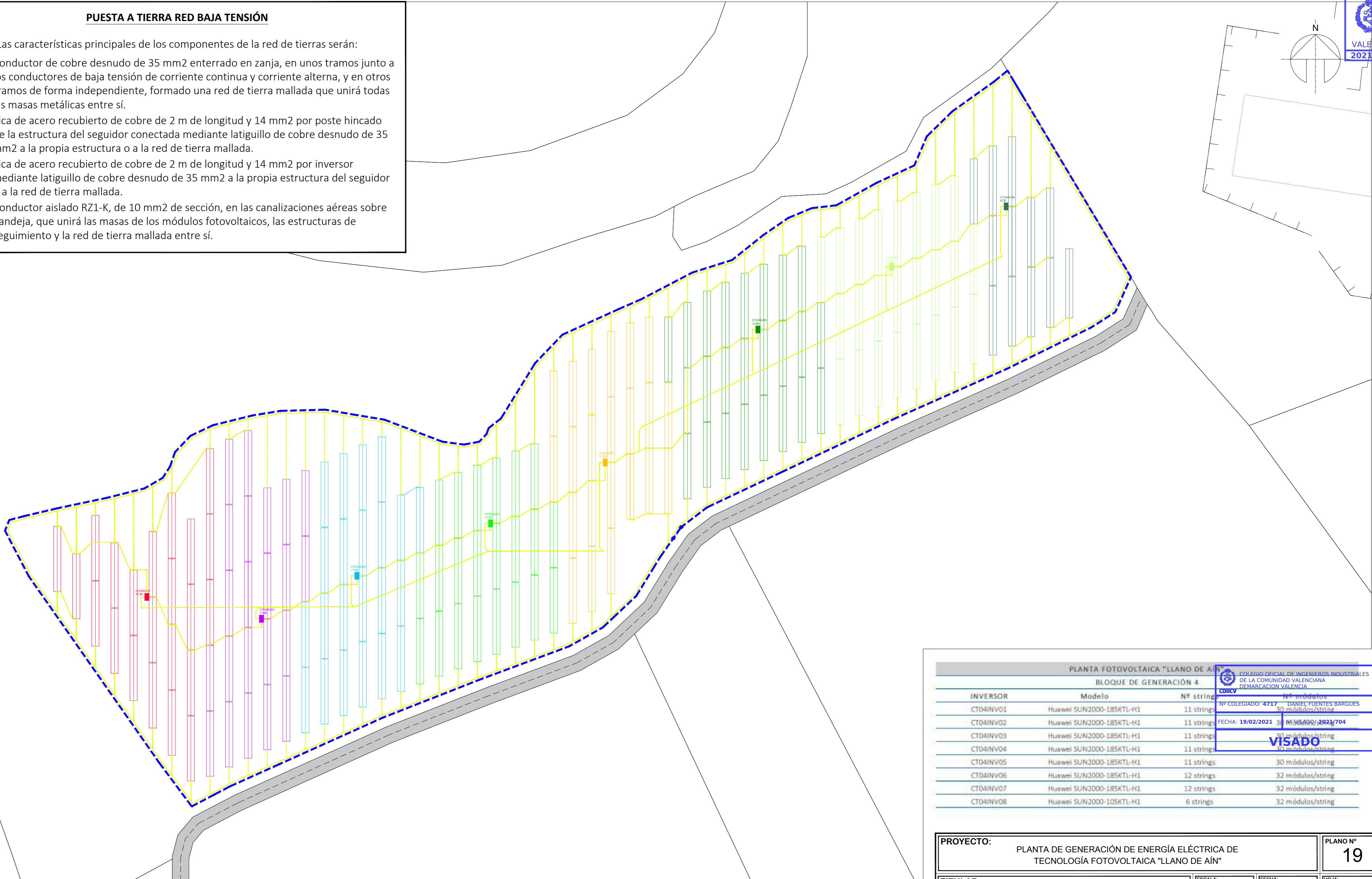
Daniel Fuentes Bargues
 Ingeniero Industrial
 Colegiado nº 4.717 - COICV

La normativa aplicable al trabajo es la que se indica en el presente documento. En caso de dudas o discrepancias, el autor del mismo, el COICV responderá subsidiariamente de los daños que puedan derivarse de su uso.

PUESTA A TIERRA RED BAJA TENSIÓN

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

- Conductor de cobre desnudo de 35 mm² enterrado en zanja, en unos tramos junto a los conductores de baja tensión de corriente continua y corriente alterna, y en otros tramos de forma independiente, formado una red de tierra mallada que unirá todas las masas metálicas entre sí.
- Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por poste hincado de la estructura del seguidor conectada mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura o a la red de tierra mallada.
- Pica de acero recubierto de cobre de 2 m de longitud y 14 mm² por inversor mediante latiguillo de cobre desnudo de 35 mm² a la propia estructura del seguidor o a la red de tierra mallada.
- Conductor aislado RZ1-K, de 10 mm² de sección, en las canalizaciones aéreas sobre bandeja, que unirá las masas de los módulos fotovoltaicos, las estructuras de seguimiento y la red de tierra mallada entre sí.



CONDUCTOR DE COBRE DESNUDO DE 35 mm² ENTERRADO EN ZANJA

PLANTA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"			
BLOQUE DE GENERACIÓN 4			
INVERSOR	Modelo	Nº strings	Nº módulos
CT04INV01	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV02	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV03	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV04	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV05	Huawei SUN2000-185KTL-H1	11 strings	30 módulos/string
CT04INV06	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	32 módulos/string
CT04INV07	Huawei SUN2000-185KTL-H1	12 strings	32 módulos/string
CT04INV08	Huawei SUN2000-105KTL-H1	6 strings	32 módulos/string

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE LA COMUNIDAD VALENCIANA DEMARCACIÓN VALENCIA

 Nº COLEGIADO: 4717 DANIEL FUENTES BARGUES

 Nº VISADO: 2021/704

 FECHA: 19/02/2021

VISADO

PROYECTO: PLANTA DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA DE TECNOLOGÍA FOTOVOLTAICA "LLANO DE AÍN"		PLANO Nº 19	
TITULAR: JACA SOLAR, S.L.	ESCALA: E. 1-750	FECHA: ENE 2021	HOJA: 4 de 4
SITUACIÓN: JACA (HUESCA)		 INSEGMA, S.L.	
VERSION: v01	VERIFICADO: 20210130	VALIDADO: DFB	REF.: 00-19-01
Daniel Fuentes Bargues Ingeniero Industrial Colegiado nº 4.717 - COIICV			