



Investor

PSFV TUDELA I

**Proyecto de Ejecución Modificado
Separata Dirección General de Carreteras**

**Término Municipal de Ablitas, Fontellas, Tudela y
Ribaforada (Navarra)
Comunidad Foral de Navarra**

Enero 2023

Dirección del Servicio de Ordenación Industrial, Infraestructuras
Energéticas y Minas.
Gobierno de Navarra.

REF.: OS300211600800EP.S5

Versión: B

Ingeniero Industrial

Juan García Sopeña

Col. 4.302

Ingeca
Ingeniería y Calidad Sostenible

C/ Pérez de Ayala Nº1-1º
Esc. Izq., 33007 Oviedo

Tel.: 985 250 197

DECLARACIÓN RESPONSABLE DEL TÉCNICO COMPETENTE AUTOR DE TRABAJOS PROFESIONALES**1 IDENTIFICACIÓN DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE AUTOR DEL TRABAJO PROFESIONAL**NOMBRE Y APELLIDOS: **JUAN GARCÍA SOPEÑA** DNI: **71748977-V**DOMICILIO A EFECTO DE NOTIFICACIONES: **PEREZ DE AYALA 1 1º** CÓDIGO POSTAL **33007**MUNICIPIO: **OVIEDO** PROVINCIA: **ASTURIAS** TELEFONO: **985250197**✓ COMO TÉCNICO DE LA EMPRESA: **INGENIERIA Y CALIDAD SOSTENIBLE S.L. (INGECA S.L.)**

EN EL EJERCICIO LIBRE DE LA PROFESIÓN

TITULACIÓN: **INGENIERO SUPERIOR INDUSTRIAL** OBTENIDO EN: **UNIVERSIDAD DE OVIEDO**COLEGIO PROFESIONAL (SI PROCEDE) **COIIAS** NÚMERO DE COLEGIADO (SI PROCEDE) **4.302****2 DATOS DEL TRABAJO PROFESIONAL**TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO PROFESIONAL: **PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO**TÍTULO DEL DOCUMENTO TÉCNICO: **PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO PSFV TUDELA I
ABLITAS, FONTELLAS, TUDELA Y RIBAFORADA (NAVARRA)**FECHA DE ELABORACIÓN DEL TRABAJO: **ENERO, 2023****3 DECLARACIÓN RESPONSABLE**


ÉL ABAJO FIRMANTE, CUYOS DATOS IDENTIFICATIVOS CONSTAN EN EL APARTADO 1, DECLARA BAJO SU RESPONSABILIDAD QUE, EN LA FECHA DE ELABORACIÓN Y FIRMA DEL DOCUMENTO TÉCNICO CUYOS DATOS SE INDICAN EN EL APARTADO 2.

- ESTABA EN POSESIÓN DE LA TITULACIÓN INDICADA EN EL APARTADO 1.
- DICHA TITULACIÓN LE OTORGABA COMPETENCIA LEGAL SUFICIENTE PARA LA ELABORACIÓN DEL TRABAJO PROFESIONAL INDICADO EN EL APARTADO 2.
- SE ENCONTRABA COLEGIADO/A CON EL NÚMERO Y EN EL COLEGIO PROFESIONAL INDICADOS EN EL APARTADO 1.
- NO SE ENCONTRABA INHABILITADO PARA EL EJERCICIO DE LA PROFESIÓN
- CONOCE LA RESPONSABILIDAD CIVIL DERIVADA DEL TRABAJO PROFESIONAL INDICADO EN EL APARTADO 2.
- EL TRABAJO PROFESIONAL INDICADO EN EL APARTADO 2 SE HA EJECUTADO CONFORME A LA NORMATIVA VIGENTE DE APLICACIÓN AL MISMO
- DISPONE DEL CORRESPONDIENTE SEGURO DE RESPONSABILIDAD CIVIL PROFESIONAL O GARANTÍA EQUIVALENTE

C FIRMA DEL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE

Y PARA QUE CONSTE A LOS EFECTOS OPORTUNOS, EXPIDO LA PRESENTE DECLARACIÓN
EN **OVIEDO**, A **07** DE **FEBRERO** DE **2023**

FIRMADO EL TÉCNICO TITULADO COMPETENTE

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

<h2>INDICE GENERAL</h2>

DOCUMENTO I.....MEMORIA
DOCUMENTO II..... PLANOS



PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO
SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
PSFV TUDELA I


Enero 2023

DOCUMENTO I. MEMORIA




ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	1
2. OBJETO.....	2
3. PETICIONARIO Y PROMOTOR.....	3
4. DISPOSICIONES LEGALES.....	4
4.1. Medioambiental.....	4
4.2. Municipales.....	5
4.3. Producción eléctrica.....	5
4.4. Obra Civil.....	6
4.5. Instalaciones eléctricas de baja tensión.....	6
4.6. Instalaciones eléctricas de alta tensión.....	6
4.7. Seguridad industrial.....	6
4.8. Otras normativas.....	9
5. EMPLAZAMIENTO.....	10
5.1. Localización y accesos.....	10
5.2. Afecciones consideradas.....	10
6. CRITERIOS DE DISEÑO.....	12
6.1. Consideraciones de diseño.....	12
6.2. Dimensionado de la planta fotovoltaica.....	12
6.3. Diseño eléctrico.....	12
6.4. Diseño civil.....	13
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	15
7.1. Descripción técnica de la instalación.....	15
7.2. Módulo fotovoltaico.....	17
7.3. Estructura fija.....	19
7.4. Inversor fotovoltaico.....	19
7.5. Centros de transformación.....	23
7.6. Instalación de baja tensión en CC.....	30
7.7. Instalación de baja tensión en CA.....	33
7.8. Transformadores de servicios auxiliares.....	33

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

7.9. Instalación de media tensión.....	34
7.10. Puesta a tierra.....	40
7.11. Sistema de monitorización	43
7.12. Seguridad y vigilancia.....	44
8. OBRA CIVIL.....	46
8.1. Instalaciones provisionales.....	46
8.2. Centro Colector.....	47
8.3. Movimiento de tierras y adecuación del terreno	48
8.4. Caminos y accesos	49
8.5. Drenaje.....	51
8.6. Zanjas	52
8.7. Perforación Dirigida	52
8.8. Arquetas.....	53
8.9. Apoyos	53
8.10. Protección de la avifauna	55
8.11. Vallado perimetral	56
8.12. Cimentación estructura fija	61
8.13. Cimentación centro de transformación.....	62
9. DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.	63
9.1. Viales de acceso.....	63
9.2. Trabajos de desmantelamiento y restauración.	63
10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.....	65
11. PLAN DE OBRA	66
12. PRESUPUESTO	67
13. CONCLUSIONES	68

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---


1. ANTECEDENTES.

EDP RENOVABLES ESPAÑA S.L. está realizando la promoción del Proyecto de la planta solar fotovoltaica Tudela I, ubicada en los términos municipales de Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada, provincia de Navarra, de 50 MW de potencia instalada. La evacuación de la energía generada por la planta solar fotovoltaica se plantea a través de un Centro Colector que permita llegar a la subestación transformadora Tudela promotores 220/30 kV con un menor número de circuitos. Desde la SET Tudela Promotores 220 kV se conecta mediante una línea aérea/subterránea de alta tensión a la SET Tudela 220 kV, nudo de conexión a la red y propiedad de REE. La subestación elevadora y la línea aérea de alta tensión de 220 kV no son objeto del presente proyecto.

El presente documento describe y detalla las instalaciones que conforman el **Proyecto de Ejecución de la Planta Solar Fotovoltaica Tudela I**. Este Proyecto de Ejecución contempla, en una superficie vallada de aproximadamente 85,51 ha, la instalación de una parte generadora formada por 93.888 paneles fotovoltaicos bifaciales de 660 Wp*, con un factor de bifacialidad de 0,7 de acuerdo a la ficha técnica del fabricante, para una potencia pico total, por la cara delantera, de 61,97 MWp. Así mismo, este Proyecto de Ejecución contempla la instalación de 200 inversores de 250 kW, a cos phi 1, de potencia activa máxima cada uno, lo que hace que la **potencia total instalada del Proyecto de Ejecución de la Planta Solar Fotovoltaica Tudela I sea de 50 MW**.

() La potencia considerada de 660 Wp en paneles fotovoltaicos se corresponde sólo con la potencia en la cara delantera. Considerando el factor de bifacialidad (70 %) de estos paneles fotovoltaicos la potencia en paneles es mayor de 660 Wp y superior a la potencia de inversores fotovoltaicos (250 W). Por tanto, según la definición de potencia instalada establecida por Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, la potencia instalada de la Planta Solar Fotovoltaica Tudela I es 50 MW.*

Los módulos fotovoltaicos irán dispuestos en estructuras fijas, y centros de transformación que se conectan mediante tendido eléctrico de 30 kV soterrado en zanja que llegan hasta la subestación Tudela Promotores 220/30 kV.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---


2. OBJETO.

El presente proyecto de Ejecución de la planta solar fotovoltaica Tudela I, consiste en una planta de generación con tecnología fotovoltaica de 50 MW de potencia instalada y con capacidad de las infraestructuras eléctricas de 30 kV necesarias para su conexión a la subestación Tudela Promotores 220/30 kV.

Esta separata se elabora con el objeto de describir las posibles afecciones a la DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS generadas por la instalación de la Planta Solar Fotovoltaica Tudela I.


El proyecto propuesto por EDPR, apuesta por la mejora y el aprovechamiento de los recursos de la Comunidad Foral de Navarra, favoreciendo así a la sostenibilidad energética, mediante las más recientes tecnologías de aprovechamiento energético de recursos y desde el máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

El objeto del presente Proyecto de Ejecución Modificado es, por una parte, dar cumplimiento a la Resolución 9/2023 de 13 de enero del Director General de Medio Ambiente por la que se emite Declaración de Impacto Ambiental de la Planta Solar Fotovoltaica Tudela I; por otro, la descripción de las obras necesarias para la ejecución de la Planta Fotovoltaica Tudela I y de la infraestructura necesaria para la evacuación de la energía generada y, finalmente, servir de base como documento técnico para la obtención de la Autorización Administrativa Previa y de Construcción acreditando que se reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por el Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos; por el Real Decreto 1955/2000, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica; por el Real Decreto 960/2020, de 3 de noviembre, por el que se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción de energía eléctrica y por los Reglamentos Técnicos aplicables.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

3. PETICIONARIO Y PROMOTOR.

El Peticionario del Proyecto y Promotor de las obras es EDP Renovables España S.L.U. con C.I.F. nº B-91115196, con domicilio social en Plaza de la Gesta, 3 CP 33007, Oviedo, Asturias y domicilio para notificaciones C/ Serrano Galvache 56, Centro Empresarial Parque Norte Edif. Encina 1º, 28033-Madrid.


	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

4. DISPOSICIONES LEGALES.

Para la elaboración del presente modificado de proyecto se han tenido en cuenta los reglamentos, normas e instrucciones técnicas siguientes.

4.1. MEDIOAMBIENTAL.

- ✓ Ley 7/2021, de 20 de mayo, de cambio climático y transición energética.
- ✓ Ley 9/2018 de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre de evaluación ambiental.
- ✓ 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 Foral 19/1997, de 15 de diciembre, de vías pecuarias de Navarra.
- ✓ 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 37/2003, de 17 de noviembre, del ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.
- ✓ 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.
- ✓ Decreto Foral 23/2011, de 28 de marzo, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición en el ámbito territorial de la Comunidad Foral de Navarra.
- ✓ Real Decreto 849/1986, 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 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- ✓ Ley 43/2003, de 21 de noviembre de Montes.
- ✓ Ley 16/1985, de 25 de junio, del Patrimonio Histórico Español.
- ✓ Ley Foral 14/2005, de 22 de noviembre, del Patrimonio Cultural de Navarra.
- ✓ Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------


- ✓ Orden Foral 64/2006, de 24 de febrero, del consejero de medio ambiente, ordenación del territorio y vivienda, por la que se regulan los criterios y las condiciones ambientales y urbanísticas para la implantación de instalaciones para aprovechar la energía solar en suelo no urbanizable.
- ✓ Ley 3/95, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias, estatal.

4.2. MUNICIPALES.

- ✓ P.G.O.U. del Excmo. Ayuntamiento de Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada.
- ✓ Normas municipales del Excmo. Ayuntamiento de Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada

4.3. PRODUCCIÓN ELÉCTRICA.

- ✓ Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- ✓ Real Decreto 960/2020, de 3 de noviembre, por el que se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción de energía eléctrica.
- ✓ Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- ✓ Ley 17/2007, de 4 de julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- ✓ 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, Reglamento Unificado de Puntos de Medida de 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.
- ✓ Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- ✓ Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- ✓ ORDEN FOM/1079/2006, de 9 de junio, por la que se aprueba la Instrucción Técnica Urbanística relativa a las condiciones generales de instalación y autorización de las infraestructuras de producción de energía eléctrica fotovoltaica.

4.4. OBRA CIVIL.

- ✓ R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- ✓ Documentos Básicos del CTE aplicables.
- ✓ Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.
- ✓ Orden FOM 298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC sobre drenaje superficial (I.C.).
- ✓ EUROCODIGOS EN-1990.

4.5. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN.


- ✓ Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- ✓ Requisitos particulares de la compañía suministradora.
- ✓ Normativa IEC aplicable.
- ✓ Normativa UNE aplicable.

4.6. INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN.


- ✓ Real Decreto 337/2014 Por el que se regulan las 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 aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas. RLAT.
- ✓ Requisitos particulares de la compañía suministradora.
- ✓ Recomendaciones UNESA.
- ✓ Normativa IEC aplicable
- ✓ Normativa UNE aplicable

4.7. SEGURIDAD INDUSTRIAL.


- ✓ Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

- ✓ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- ✓ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción y todas las actualizaciones que le afectan.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- ✓ 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 327/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el 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 31/1995, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- ✓ Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- ✓ Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y todas sus actualizaciones.
- ✓ Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, y todas sus actualizaciones.
- ✓ 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 y todas las actualizaciones que le afectan.
- ✓ Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura, y todas sus actualizaciones.
- ✓ Directiva 2009/104/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de septiembre de 2009, relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo (segunda Directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado 1, de la Directiva 89/391/CEE).
- ✓ Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, y todas sus actualizaciones.
- ✓ Orden de 16 de mayo de 1994 por la que se modifica el período transitorio establecido en el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- ✓ Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- ✓ 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.
- ✓ Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- ✓ Orden de 18 de octubre de 1984 complementaria de la orden 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 (BOE nº 258 25/10/84) y sus actualizaciones o modificaciones posteriores.

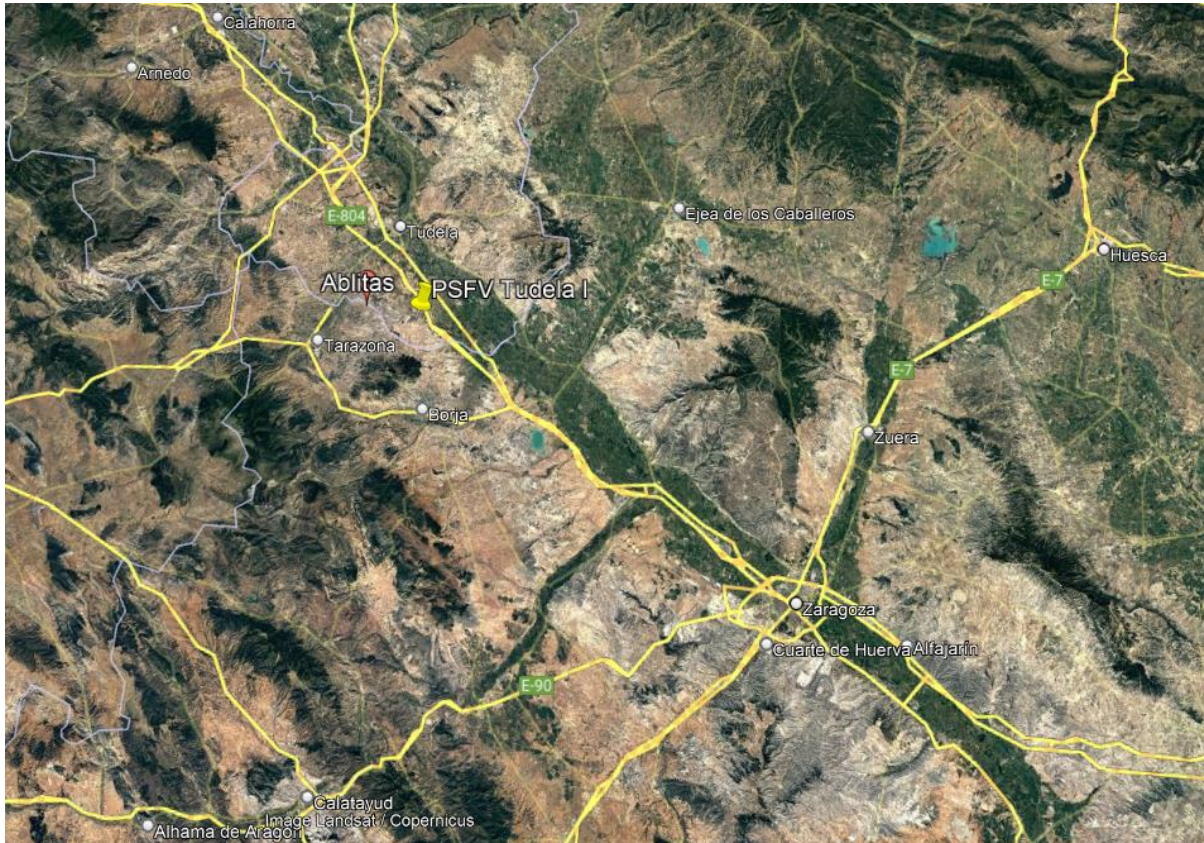
4.8. OTRAS NORMATIVAS.

- ✓ Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de Julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- ✓ Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.

5. EMPLAZAMIENTO.

5.1. LOCALIZACIÓN Y ACCESOS.

La planta solar fotovoltaica Tudela I se sitúa en la Comunidad Foral de Navarra, concretamente en los términos municipales de Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada, aproximadamente a 6,3 km al suroeste de la localidad de Ribaforada y a 8 km al sureste de la localidad de Ablitas.




PSFV TUDELA I	
COORDENADAS ETRS 89 – HUSO 30	
UTMX	UTMY
619.505	4.645.029

5.2. AFECCIONES CONSIDERADAS.

5.2.1. Dirección General de Carreteras

A la hora de realizar el diseño de la planta fotovoltaica, se han respetado la Ley 37/2015 de 29 de septiembre de carreteras y la Ley Foral 5/2007 de 23 de marzo de carreteras de Navarra

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

Dicha normativa nos marca las siguientes restricciones que han sido respetadas en la planta fotovoltaica Tudela I respecto a la carretera AP-68.

Zona de Dominio Público Adyacente: ocho metros desde la línea exterior de la explanación.


Zona de servidumbre: diecisiete metros desde la línea exterior de la zona de dominio público adyacente.

Línea de Edificación: cincuenta metros desde la línea exterior de delimitación de la calzada.

Por otra parte, será necesario realizar un cruzamiento con carreteras para la evacuación de los circuitos de media tensión. Se realizará con perforación dirigida horizontal, con el objetivo de no alterar el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, etc y no alterar el tráfico durante la obra minimizando así la afección.

Nº	AFECCIÓN	ELEMENTO	ETRS89 (Huso 30)	
			X	Y
1.1	Cruzamiento de zanja MT con AP-68	Perforación dirigida	615.102	4.652.453
			615.133	4.652.531

El cruzamiento se produce con la Autopista Vasco – Aragonesa, AP-68, en el P.K. 222. La ubicación y sección tipo del cruzamiento se puede consultar en el plano (OS300211600800EP4GL82B) “Afección Carreteras” del **DOCUMENTO 2 Planos**.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

6. CRITERIOS DE DISEÑO.

6.1. CONSIDERACIONES DE DISEÑO.

Para el diseño de la planta fotovoltaica, se detallan los datos para la realización de la configuración de la planta fotovoltaica con estructuras fijas:

- Potencia pico instalada en la cara delantera: 61,97 MWp
- Potencia instalada $\cos(\phi)=1$ y 40°C: 50 MW
- Potencia máxima de evacuación concedida: 50 MW
- Panel solar: Módulo bifacial de 660 Wp de GCL, modelo GCL-M12/66GDF o similar con un factor de bifacialidad de 0,7 según la ficha técnica del fabricante.
- Inversor: 250 kW @40°C de Sungrow, modelo SG285HX o similar.
- Estructura solar fija: Estructuras fijas de 2Vx32 y 2Vx16.
- Pitch (distancia entre ejes): 10 metros.


6.2. DIMENSIONADO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.

En base a las consideraciones de partida, se ha realizado el dimensionado de la planta fotovoltaica con los siguientes criterios:

- Maximizar la generación anual de energía

6.3. DISEÑO ELÉCTRICO.


- Los cables de baja tensión (BT) en corriente continua (CC) hasta los inversores han sido diseñados con una caída media de la tensión del 1,25 % en condiciones STC. Además, los cables de CC propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). Estos cables serán conductores unipolares de cobre o aluminio que irán soportados en la estructura existente o directamente enterrados en zanjas donde corresponda.
- Los cables de baja tensión (BT) en corriente alterna (CA) desde los inversores hasta los centros de transformación han sido diseñados con una caída media de la tensión del 1,25 %. Además, los cables de CA propuestos cumplen los criterios de máxima intensidad indicados en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT).
- Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1500 Vcc).

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p>SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p>PSFV TUDELA I</p>	<p>Enero 2023</p>
---	--	-------------------

- La red de media tensión que conecta los centros de transformación con la subestación Tudela Promotores 220/30 kV se realizará con cableado de aluminio, teniendo en cuenta los criterios de intensidad nominal y cortocircuito; y en ningún caso sobrepasando una caída de tensión media superior a 1,25%.
- El nivel de tensión considerado para la media tensión es de 30 kV.
- El cableado de aluminio seleccionado para la red de media tensión serán conductores unipolares que irán directamente enterrados en zanjas.
- Los consumos asociados a inversores y al sistema de seguridad perimetral serán alimentados desde los transformadores de los centros de transformación distribuidos a lo largo de la planta, mientras que el resto de consumos (almacenes, sala de control...) serán alimentados desde la subestación.

6.4. DISEÑO CIVIL.

- Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela.
- Se ha considerado el despeje y desbroce de todas las áreas donde se instalen los paneles.
- Los viales internos se han diseñado de 4 metros.
- Se ha considerado hincado directo de perfiles como cimentación para la estructura fotovoltaica.
- Se ha considerado una red de drenaje perimetral y otra red de drenaje interior en forma de cuneta en el lado de los viales internos donde se recoja el agua de escorrentía.
- Se ha tenido en cuenta una distancia entre ejes de filas (pitch) de 10 metros, quedando un espacio libre entre filas de 6 metros aproximadamente.
- El cableado entre módulos y las cajas de strings sobre la misma fila será fijado directamente a la estructura existente. El conexionado entre módulos se realizará en tresbolillo, por ello el panel FV debe tener un cable de al menos 1,5 metros de longitud.
- El cable CC de string irá fijado sobre la propia estructura mediante bridas y enterrado bajo tubo en zanjas de baja tensión (BT) en los tramos finales (de paso entre estructuras) hasta los inversores de strings.
- Los cables de CA desde los inversores de string a los centros de transformación serán enterrados directamente en las zanjas de baja tensión (BT), según el diseño del bloque tipo.
- El cableado entre centros de transformación y la subestación Tudela Promotores 220/30 kV será llevado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- El cableado perimetral del sistema de seguridad será diseñado enterrado directamente en zanja de acuerdo con la normativa y estándares de aplicación.
- Se instalarán arquetas en todos los cruces de cableado. Las dimensiones de las arquetas serán diseñadas acorde con el número de cables y las dimensiones de las zanjas.
- El sistema de puesta a tierra de la planta conectará los elementos metálicos a tierra de: estructuras fotovoltaicas, cajas de seccionamiento, bandeja metálica, centros de transformación, sistema de seguridad, vallado perimetral, etc. llevando el cable directamente enterrado en las zanjas de baja y media tensión.

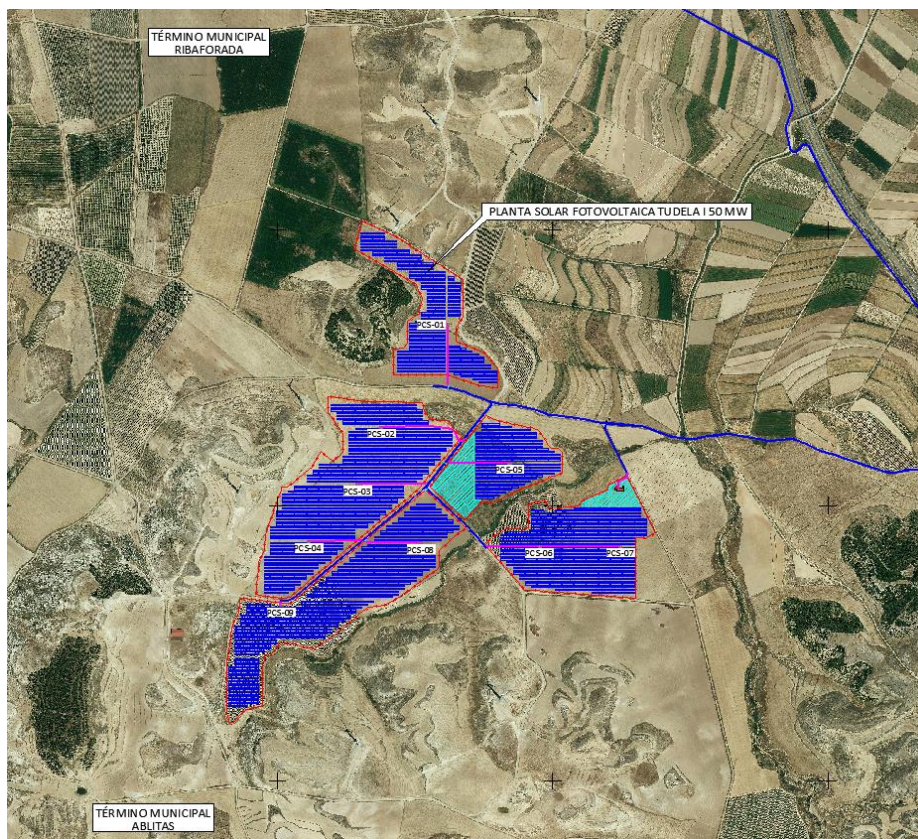
7. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

7.1. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN.


El presente proyecto consistirá en la construcción e instalación de una planta solar fotovoltaica con módulos fotovoltaicos de tecnología cristalina en estructura fija, orientados al sur con un ángulo de 25º que se construirá en los términos municipales de Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada.

La planta fotovoltaica contará con una potencia instalada de 50 MW. Se evacuará la energía producida en la planta a través de líneas subterráneas de media tensión de 30 kV, que se conectarán a la subestación Tudela Promotores 220/30 kV, localizada a, aproximadamente, 12 km de la planta solar fotovoltaica, en la que se elevará la tensión de 30 a 220 kV y desde donde se realizará la evacuación en alta tensión hasta la Subestación Tudela 220 kV, nudo de la Red de Transporte, propiedad de REE. La subestación y la línea de evacuación de alta tensión no son objeto del presente proyecto.

La planta fotovoltaica Tudela I tiene una potencia instalada de 50 MW, según el RD 413/2014 (modificada mediante disposición final tercera del RD 1183/2020). Para asegurar que la potencia nominal máxima se cumpla, se instalarán controladores de planta y softwares capaces de regular la potencia entregada en todo momento, de forma que esta potencia entregada en el punto de medida de la planta en 30 kV en la SET Tudela Promotores no supere en ningún momento el valor de 50,00 MW. Dicha limitación tendrá lugar en la SET Tudela Promotores.



La planta fotovoltaica está compuesta por los siguientes equipos principales:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- 93.888 módulos fotovoltaicos bifaciales de 660 Wp por la cara delantera y factor de bifacialidad de 0,7.
- 1.550 estructuras fijas (1.384 2Vx32 y 166 2Vx16).
- Inversores fotovoltaicos.
 - 200 inversores de potencia 250 kW a 40°C cos (f)=1.
- 9 centros de transformación.

El proyecto de ejecución de la planta solar fotovoltaica Tudela I contempla la instalación de una parte generadora formada por 93.888 paneles fotovoltaicos bifaciales de 660 Wp, con un factor de bifacialidad de 0,7 para una potencia pico total, **por la cara delantera**, de 61,97 MWp.

El módulo con el que se ha realizado el diseño de la planta tiene una bifacialidad de un 0,7 de acuerdo a la ficha técnica que el fabricante ha proporcionado para los modelos pertenecientes a esta familia. En condiciones STC (25°C de temperatura ambiente y 1.000 W/m² de radiación incidente sobre el módulo con una masa de aire 1.5 (AM1.5) del espectro), la cara delantera tiene una potencia de 660 Wp mientras que la cara trasera, expuesta a las mismas condiciones, alcanzaría una potencia teórica de 462 Wp.


Los inversores actuales solo admiten cierto número de entradas, por lo que los módulos fotovoltaicos se asocian en serie, formando strings de 32 paneles hasta alcanzar la tensión de generación deseada. Estos strings se conectan en paralelo, en la entrada de CC del inversor.

A través del inversor se acondiciona la energía obtenida en el campo de módulos fotovoltaico de tal manera que tras el inversor se dispone de dicha energía en un sistema trifásico alterno. La instalación estará formada por un total de 200 inversores. Para reducir las pérdidas que supondría una línea de corriente continua demasiado larga y de elevada sección, situaremos los inversores lo mejor repartidos posible respecto al campo de módulos.

Las características básicas del sistema trifásico empleado son:

- Sistema trifásico equilibrado.
- Frecuencia de trabajo de 50 Hz.
- Tensión de salida VAC: 800 V.
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD%, <1%

La evacuación de la energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos se realizará a través de los llamados centros de transformación (PCS, Power Conversion System), donde se ubicarán los transformadores trifásicos, que aumentarán la tensión del sistema de 800 V a 30 kV. En dicho PCS se encuentran además los cuadros para sus servicios auxiliares y las celdas de media tensión para la conexión del PCS con la red de media tensión.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

Las líneas colectoras de evacuación en media tensión de la planta fotovoltaica recogerán la energía generada y unirán los centros de transformación formando los circuitos de media tensión. Estas líneas colectoras tendrán su punto de evacuación en celdas de media tensión a 30 kV de la subestación elevadora Tudela Promotores 220/30 kV.

7.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO.

La característica principal de un panel o módulo fotovoltaico es su potencia pico, que es la potencia máxima que podríamos obtener del panel en condiciones estándar de radiación y temperatura, condiciones que normalmente no se suelen llegar a dar.

Otros parámetros básicos de los módulos fotovoltaicos son:

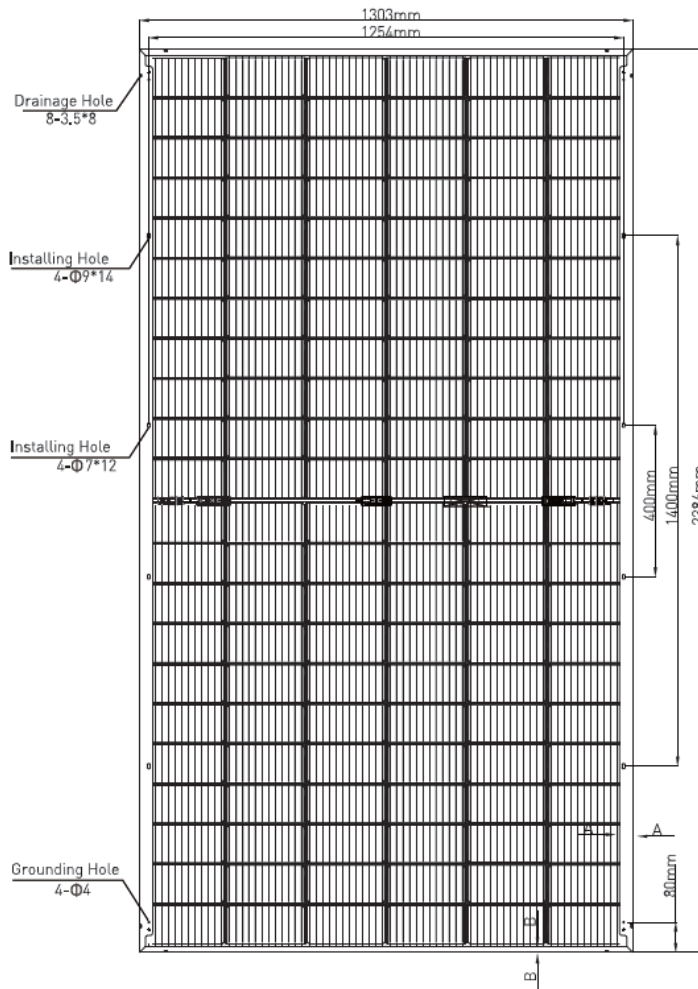
- Tensión máxima del sistema: máxima tensión que puede soportar las células que componen el módulo.
- Corriente de cortocircuito: es la máxima corriente que puede entregar un dispositivo cuando está sometido a tensión nula.
- Tensión a circuito abierto: máxima tensión que puede entregar un dispositivo en condiciones de corriente nula.
- Corriente a máxima potencia: corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima. Se considera la intensidad nominal del panel.
- Tensión a potencia máxima: tensión que entrega el dispositivo cuando la potencia alcanza su valor máximo. Se considera la tensión nominal del panel.
- Coeficiente de pérdidas por temperatura: refleja el grado de pérdida de rendimiento del panel por la temperatura.

Los módulos fotovoltaicos monocristalinos utilizados para el proyecto estarán compuestos por un total de 132 células (6 x 22) fotovoltaicas.

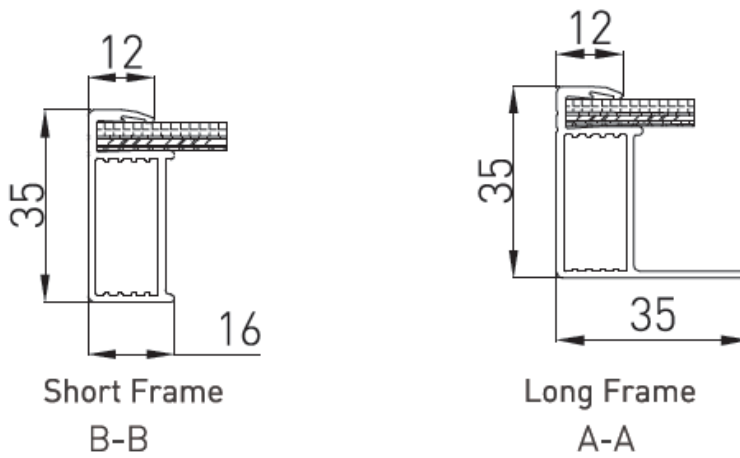
Las características principales de los módulos son las siguientes:


- Testing Condition	ST
- Maximun Power (Pmax/W)	660
- Open Circuit Voltage (Voc/V)	45,80
- Short Circuit Current (Isc/A)	18,31
- Voltage at Maximum Power (Vmp/V)	38,00
- Current at Maximum Power (Imp/A)	17,37
- Module Efficiency (%)	21,2

Constructivamente, los módulos fotovoltaicos son de idénticas dimensiones y características.



Back View



	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

7.3. ESTRUCTURA FIJA

Los paneles fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura fija en alineaciones este – oeste de forma que los módulos fotovoltaicos queden orientados al sur.

En este proyecto se utilizarán 2 tipos de estructura:

- Dos módulos en vertical y 64 módulos por estructura (2Vx32). Cada estructura fija tiene 2 strings, lo que significa que hay 32 módulos por string.
- Dos módulos en vertical y 32 módulos por estructura (2Vx16). Cada estructura fija tiene 1 string, lo que significa que hay 32 módulos por string.




7.4. INVERSOR FOTOVOLTAICO.

El inversor es el equipo encargado de convertir la corriente continua de la planta fotovoltaica en corriente alterna para poder inyectarla a la red.

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.

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. Se da 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 500V y 1500V.
- 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

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

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 entrega la frecuencia deseada 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 esta 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.

Para la planta proyectada se utilizarán inversores trifásicos, modelo SG285HX, de la marca Sungrow.


Tienen las siguientes características:

Entrada CC

- Tensión máxima: 1.500 V
- Rango de tensión MPP 500 V – 1.500 V
- Nº de entradas en CC 24
- Corriente máxima por MPPT 40 A
- Corriente de falla máxima por MPPT 60 A

Salida CA

- Potencia nominal 250 kW $\cos\phi=1$
- Corriente máxima de salida 206 A
- Tensión nominal 3 / PE, 800 V
- Frecuencia nominal 50Hz
- THD <3% (a la potencia nominal)

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

Rendimiento

- Máximo 99,0%
- Europeo 98,8%

Características generales


- Dimensiones 1.136 x 870 x 361 mm
- Peso ≤116 kg
- Protección contra polvo y agua IP66
- Consumo de potencia nocturno <6 W
- Rango operacional de temperaturas -30 to 60°C
- Comunicación RS485 / PLC
- Tipo de conexión CC MC4 EVO2 / TS4 (Max. 6mm²)
- Tipo de conexión CA OT/DT terminal (Max. 400 mm²)
- Conforme a: IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1 / 2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3.



Los inversores cumplirán con todas las condiciones establecidas en el PCT-IDAE que se detallan a continuación:

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 del día.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---


- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutados.
- 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.
- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

Los inversores cumplirán con las directivas de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética, incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna: 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.
- 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.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de red, etc.
- Temperatura elevada: el inversor dispone de un sistema de refrigeración por convección y ventilación forzada. En el caso de que la temperatura interior del equipo aumente, el equipo está diseñado para dar menos potencia a fin de no sobrepasar la temperatura límite, si bien, llegado el caso, se desconectará automáticamente.
- 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:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz C.A.
- Las características eléctricas de los inversores serán las siguientes:
 - El inversor seguirá entregando potencia a la red de forma continuada en condiciones de irradiancia solar un 10% superior a las CEM (condiciones estándar de medida). Además, soportará picos de magnitud un 30% superior a las CEM durante períodos de hasta 10 segundos.
 - Los valores de eficiencia al 25% y 100% de la potencia de salida nominal deberán ser superiores al 90% y 92% respectivamente.
 - El autoconsumo del inversor en modo nocturno ha de ser inferior al 2 % de su potencia nominal.
 - El factor de potencia de la potencia generada deberá ser superior a 0,95 entre el 25% y el 100% de su potencia nominal.
 - A partir de potencias mayores del 10% de su potencia nominal, el inversor deberá inyectar en red.
 - El inversor tendrá un grado de protección IP54 Las condiciones ambientales de operación de los inversores serán: entre 25°C y 60°C de temperatura y entre 0% y 95% de humedad relativa.


7.5. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.

Se distribuirán 9 centros de transformación de media tensión (PCS), que tendrán la misión de elevar la tensión de salida de los inversores para minimizar las pérdidas, antes de enviar la energía generada por la instalación fotovoltaica a la subestación.

Los centros de transformación utilizados serán de tipo prefabricado y proporcionados por el fabricante de los inversores.

A los centros de transformación se conectarán los inversores, mediante circuitos de baja tensión en corriente alterna. En la PSFV Tudela I habrá siete configuraciones tipo.

PCS	Inversor 250 kW @ 40°C	Bloque Tipo	Strings por inversor	Potencia pico por PCS (MWp)
PCS-01	24	I	16	8,11
PCS-02	24	I	16	8,11
PCS-03	24	II	16 / 14	8,07
PCS-04	12	III	16	4,05
PCS-05	20 (7/13)	IV	14 / 12	5,36

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

PCS	Inversor 250 kW @ 40°C	Bloque Tipo	Strings por inversor	Potencia pico por PCS (MWp)
PCS-06	24 (1/23)	V	14 / 12	6,12
PCS-07	24 (4/20)	VI	14 / 12	6,25
PCS-08	24 (20/4)	VII	16 / 14	7,94
PCS-09	24 (20/4)	VII	16 / 14	7,94

7.5.1. Centro de transformación 6,84 MVA (MVS6840-LV)

Cada centro de transformación estará compuesto de:

- Dimensiones 6,058 m x 2,896 m x 2,438 m
- Celdas de entrada y salida SF6
- 1 celda de protección del transformador
- 1 transformador de 6.840 KVA @40 °C de potencia nominal y relación de transformación 30/0,8 kV.
- Cuadro de baja tensión de generación.
- Cuadro de baja tensión de alimentación auxiliar
- Cuadro de control/monitorización
- Red de tierras de protección y servicio
- Conexiones eléctricas entre los diferentes componentes

Los centros de transformación se unirán entre sí a través de varios circuitos subterráneos que llegarán a la subestación Tudela Promotores 220/30 kV. En dicha subestación se instalarán celdas de línea, para la recepción de la totalidad de los circuitos provenientes de la planta. La tensión de salida de los centros de transformación será de 30 kV y la frecuencia de 50 Hz. En la subestación Tudela Promotores 220/30 kV se procederá a la elevación hasta 220 kV.




7.5.1.1. Transformador de Potencia.

El transformador elevador instalado en el centro de transformación es el encargado de adaptar y elevar la energía de salida del inversor a los niveles de tensión de la red colectora de la planta. El transformador trifásico está compuesto por dos devanados (devanado en baja tensión y en Media Tensión) arrollados en un núcleo. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico u otro líquido refrigerante. Sus características principales son:

- Trifásico
- Tensión del primario: La tensión de conexión a la red, en este caso de 30.000V.
- Tensión del secundario: Será la tensión de conexión de los equipos inversores. En la instalación será de doble devanado en 800V.
- Potencia nominal: Es la potencia máxima del transformador:
- 6.840 kVA @40°C
- Grupo de Conexión: Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario. Se utilizará una conexión Dy11 – y11.
- Modo de refrigeración: Nos 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 conectada a la red. Valor constante en todo el rango de funcionamiento.
- 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 este la intensidad nominal.

Los transformadores a emplear en esta instalación se tendrán las siguientes características:

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

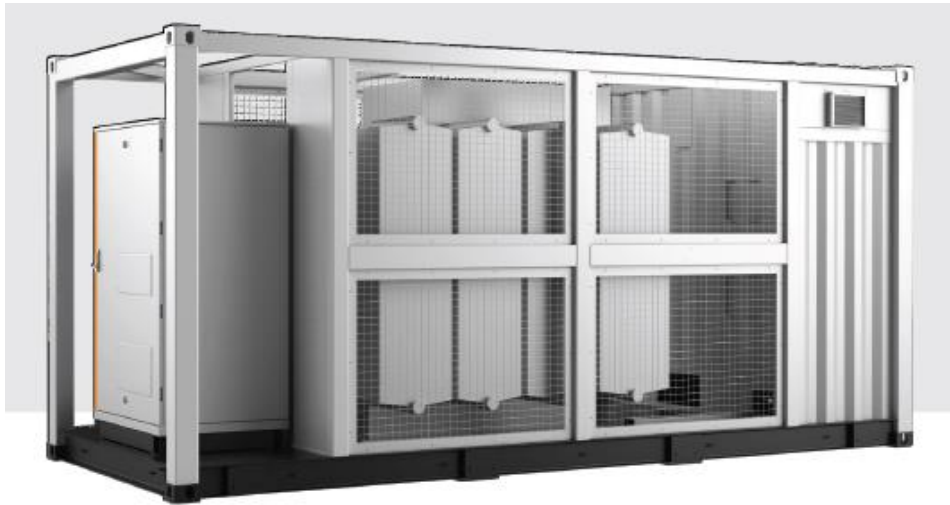
- Potencia Aparente: 6.840 kVA @40°C
- Aislamiento: Encapsulado en Aceite
- Grupo de Conexión: Dy11 – y11
- ONAN
- Impedancia: 8 %
- Tensión de primario: 30.000V ± 2,5% ± 5,0%
- Tensión del secundario: 800V

7.5.2. Centro de transformación 3,42 MVA (MVS3420-LV)

Cada centro de transformación estará compuesto de:

- Dimensiones 6,058 m x 2,896 m x 2,438 m
- Celdas de entrada y salida SF6
- 1 celda de protección del transformador
- 1 transformador de 3.420 KVA de potencia nominal y relación de transformación 30/0,8 kV.
- Cuadro de baja tensión de generación.
- Cuadro de baja tensión de alimentación auxiliar
- Cuadro de control/monitorización
- Red de tierras de protección y servicio
- Conexiones eléctricas entre los diferentes componentes


Los centros de transformación se unirán entre sí a través de varios circuitos subterráneos que llegarán a la subestación Tudela Promotores 220/30 kV. En dicha subestación se instalarán celdas de línea, para la recepción de la totalidad de los circuitos provenientes de la planta. La tensión de salida de los centros de transformación será de 30 kV y la frecuencia de 50 Hz. En la subestación Tudela Promotores 220/30 kV se procederá a la elevación hasta 220 kV.



7.5.2.1. Transformador de Potencia.

El transformador elevador instalado en el centro de transformación es el encargado de adaptar y elevar la energía de salida del inversor a los niveles de tensión de la red colectora de la planta. El transformador trifásico está compuesto por dos devanados (devanado en baja tensión y en Media Tensión) arrollados en un núcleo. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico u otro líquido refrigerante. Sus características principales son:

- Trifásico
- Tensión del primario: La tensión de conexión a la red, en este caso de 30.000V.
- Tensión del secundario: Será la tensión de conexión de los equipos inversores. En la instalación será de devanado en 800V.
- Potencia nominal: Es la potencia máxima del transformador:
- 3.420 kVA @40°C
- Grupo de Conexión: Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario. Se utilizará una conexión Dy11.
- Modo de refrigeración: Nos 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 conectada a la red. Valor constante en todo el rango de funcionamiento.
- 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 este la intensidad nominal.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

Los transformadores a emplear en esta instalación se tendrán las siguientes características:

- Potencia Aparente: 3.420 kVA @40°C
- Aislamiento: Encapsulado en Aceite
- Grupo de Conexión: Dy11.
- ONAN
- Impedancia: 7 %
- Tensión de primario: 30.000V $\pm 2,5\% \pm 5,0\%$
- Tensión del secundario: 800V

7.5.3. Celdas de media tensión.

Las celdas de media tensión empleadas en el proyecto serán del tipo compacta aisladas en SF6, formadas por un conjunto de dos (2) celdas de línea, una de entrada y otra de salida, y una celda de protección con interruptor automático para el transformador.

La aparata de MT será de tipo compacta con aislamiento en SF6 de 24kV, con las siguientes características:

Tensión asignada: 36 kV

Frecuencia asignada: 50 Hz


Corriente nominal barras: 630 A

Tensión de impulso tipo rayo: 170 kV

Tensión ensayo a frecuencia industrial: 60 kV

Corriente admisible corta duración 1seg: 25 kA

Corriente admisible valor de cresta: 40 kA

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---



Celda MT


Los diferentes compartimentos que conforman las celdas de media tensión se describen a continuación:

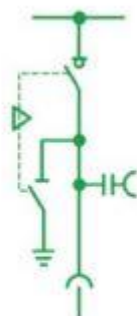
Llegada de línea: La unidad de llegada de línea proporciona busbars verticales para unir directamente el cable entrante con las barras colectoras ubicadas en la parte superior.



Unidad de llegada de línea

Salida de línea: La unidad de salida de línea está compuesta por un interruptor seccionador y un seccionador de puesta a tierra. El interruptor-seccionador 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.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------



Unidad de llegada de línea

Protección de Transformador: La unidad de protección del transformador está compuesta por 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. y un seccionador de puesta a tierra. 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



Unidad de protección del transformador


Por lo tanto, en función de la situación en la que se encuentre el centro de transformación, estará compuesto por:

- Centro de Transformación en un extremo: Estará formada por 1 unidad de salida de línea + 1 unidad de protección de transformador.
- Centro de Transformación intermedio: estará formado por 1 posición de entrada de línea + 1 posición de salida de línea + 1 unidad de protección de transformador

7.6. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN CC.

La instalación de baja tensión en corriente continua comprende desde la interconexión de módulos formando strings hasta la entrada al inversor. Estas instalaciones estarán compuestas por:

- Circuito formación de strings.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

- Conexión circuito strings a inversor.

Los cálculos eléctricos de esta parte de la instalación se han efectuado para el caso más desfavorable de los bloques estándar diseñados para la planta solar fotovoltaica Tudela I.

7.6.1. Criterios de diseño de la instalación de baja tensión en CC.

El diseño de la instalación de baja tensión en CC se realizará basándose en los siguientes criterios básicos:

Tensiones de operación 1.500 Vcc.

Caída de tensión media acumulada hasta entrada a Inversores <1,25%.

Para dimensionar conductores por corriente admisible, las intensidades de cálculo se maximizarán un 25%.

Tipo de Instalación:

- Circuito String a Inversor: irán instalados en bandeja a lo largo de las estructuras fijas y enterrado mediante tubo en los cruzamientos E-O y desde la salida de las estructuras fijas hasta el inversor.


7.6.2. Circuito formación de strings.

Se agruparán 32 paneles fotovoltaicos en serie para formar los strings, todos los módulos conectados en serie serán de la misma marca y modelo. Para conectar los diferentes módulos, se tendrá en cuenta la polaridad de sus terminales.

7.6.2.1. Conductor circuito de strings

El conductor empleado para la formación de los strings hasta su conexión en el inversor será el siguiente:

- Denominación: ZZ-F
- Sección: 6 mm²
- Conductor: Cobre Estañado
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Cubierta exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Tensión máxima: 1,8 kVcc
- Intensidad máxima: 70 A (al aire a 40°C) / 53 A (enterrado)
- Diámetro exterior: 6,1 mm

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- Radio de curvatura: Aprox. x5 diámetro del cable.
- Temperatura máxima del conductor: 90°C (120°C durante 20.000 horas)
- Temperatura máxima cortocircuito: 250°C (5 seg)
- Resistente a la intemperie: Si

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

- Grado Corriente nominal: hasta 30 A
- Tensión máxima: 1500 V
- Grado de protección: IP67
- Rango de temperatura -40°C hasta +90°C.




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.

7.6.3. Circuito String-Inversor.

Los strings se conectarán en paralelo en la entrada de corriente continua del inversor. El número máximo de strings conectados al inversor está limitado por el número de entradas y por la corriente máxima de entrada que admite el inversor. Cada string estará formado por 32 paneles en serie.

Las diferentes conexiones y conductores entre los componentes deben tener las protecciones eléctricas adecuadas, de modo que las tareas de conexión/desconexión, mantenimiento y uso del sistema puedan ser realizadas de manera segura.

Todo el cableado debe tener el nivel de aislamiento apropiado al nivel de la red eléctrica y del sistema de conexión a tierra elegido.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

La caída de tensión media entre las strings y el inversor en STC será inferior al 1,25%.

7.7. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN EN CA.

Se define como instalación de Corriente Alterna para planta generadora de Baja Tensión a todo el sistema que conecta desde el inversor hasta las bornas en Baja Tensión de entrada del transformador de potencia.

Las características generales del sistema son:

- Tensiones ≤ 1.000 V
- Trifásico equilibrado
- Frecuencia 50Hz

La conexión de los inversores con los transformadores de potencia se realizará mediante conductores con una intensidad máxima que vendrá definida por intensidad máxima de salida del inversor.

Entre la salida del inversor y la entrada al transformador se instalará un dispositivo de protección y maniobra, que constará de un Interruptor–seccionador de corte en carga. Este elemento se sumará a las protecciones que el propio inversor tiene incluidas a la salida.

La instalación de Servicios Auxiliares (SSAA) para la alimentación de los consumos internos del propio centro de transformación (PCS) abarca desde la salida del transformador auxiliar situado en el PCS, pasando por el cuadro de servicios auxiliares, hasta los puntos de consumo.


La caída de tensión media máxima entre los inversores y los transformadores en STC será inferior al 1%.

7.8. TRANSFORMADORES DE SERVICIOS AUXILIARES.

Se clasifica el medio donde se realizará la instalación interior como “sin riesgo de explosión e incendio” y como local “de no pública concurrencia”. En el interior del Centro de Transformación se instalará un transformador de SSAA para abastecer los SSAA necesarios para la alimentación de los consumos internos del propio PCS:

- Potencia Nominal: 40 kVA
- Aislamiento: Encapsulado seco
- Tensión de cortocircuito: 3%
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Tensión de primario: 800 V
- Tensión de secundario: 400 V

Cuadro general de baja tensión C.G.B.T.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

El cuadro general de baja tensión será el primer cuadro de reparto a la salida del transformador de SSAA. Se instalará uno por cada centro de transformación y será de poliéster de doble aislamiento con puerta y cerradura en triángulo.

En cada cuadro se instala un Interruptor Automático de corte Omnipolar de 4 polos con protección de sobrecarga, cortocircuito y sobretensiones con las características siguientes:

- 4 Polos
- Intensidad nominal 40A
- Intensidad de corte mínimo 6 kA

En su interior se montará la aparamenta necesaria y suficiente para dotar del nivel de seguridad admisible a la instalación, cumplir ITC-BT 17, 22, 23 y 24, y las normas particulares de la Compañía Suministradora.

De este cuadro partirán los circuitos principales de la instalación que alimentarán todos los receptores. Por lo tanto, el cuadro General de Baja Tensión de SSAA se encargará de alimentar y proteger los siguientes circuitos:

- Ventilación forzada PCS
- Servicios propios PCS (protecciones celdas, y PCS)
- Alumbrado PCS
- Comunicaciones
- Seguridad
- Reservas

Se procederá a proteger todos los circuitos de forma particular.


7.9. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

La instalación de MT es la encargada de la interconexión de los diferentes centros de Transformación hasta su conexión final en las celdas de MT en la barra de 30 kV de la SET elevadora "Tudela Promotores 220/30 kV".

Los Centros de Transformación se emplearán para adecuar el nivel de tensión de evacuación del parque fotovoltaico a 30 kV.

En el presente proyecto se utilizarán 3 circuitos de Media Tensión para conectar los centros de transformación.

En la siguiente tabla se recogen las características de cada uno de los tramos subterráneos y aéreos de los circuitos de media tensión de la PSFV Tudela I.


	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023

LÍNEA	INICIO	FINAL	LONGITUD	POTENCIA A	INSTALACIÓN	CONDUCTOR
			(m)	TRANSPORTAR (KVA)		
1	PCS01	PCS02	912	6.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 240
	PCS02	PCS05	680	12.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 240
	PCS05	CC	1.525	17.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
2	PCS03	PCS06	820	6.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 240
	PCS06	PCS07	353	12.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 240
	PCS07	CC	419	18.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
3	PCS09	PCS08	628	6.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 240
	PCS08	PCS04	447	12.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 240
	PCS04	CC	1.699	15.000	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
EVACUACIÓN CIRCUITO 1	CC	APOYO 1	15.856	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
	APOYO 1	APOYO 2	103	18.750	AÉREO	LA-145
	APOYO 2	SET	882	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
EVACUACIÓN CIRCUITO 2	CC	APOYO 1	15.856	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
	APOYO 1	APOYO 2	103	18.750	AÉREO	LA-145
	APOYO 2	SET	882	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
EVACUACIÓN CIRCUITO 3	CC	APOYO 1	15.856	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
	APOYO 1	APOYO 2	103	18.750	AÉREO	LA-145
	APOYO 2	SET	882	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
EVACUACIÓN CIRCUITO 4	CC	APOYO 1	15.856	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630
	APOYO 1	APOYO 2	103	18.750	AÉREO	LA-145
	APOYO 2	SET	882	18.750	SUBTERRÁNEO	AL-RHZ1 630

7.9.1. Criterios de Diseño de la Instalación de Media Tensión.

El diseño de la instalación de media tensión se realizará basándose en los siguientes criterios básicos:

- Tensiones de operación 30 kV (18/30 kV)
- Tensión máxima del sistema: 36 kV
- Minimización de la caída de tensión acumulada entre los Centros de Transformación y la subestación de planta.
- La intensidad máxima que circula por cada tramo del sistema de Media Tensión será menor al 85% de la intensidad de admisible del conductor actualizada para el tipo de instalación.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

7.9.2. Tramo Subterráneo Red Media Tensión

La instalación se ejecutará subterránea directamente enterrada a una profundidad de 1 metro de la superficie del suelo. El trazado será rectilíneo, con referencias de paralelismo y perpendicularidad a los elementos constructivos que define la topología de la planta fotovoltaica.


Se aprovechará la canalización de MT para además de los conductores, tender los circuitos de comunicación y el conductor de protección.

- Tipo de Instalación:
 - Como norma general los circuitos se tenderán en tresbolillo, directamente enterrados y siempre que sea posible técnica y económicamente, irán paralelos a los caminos. Cuando se instalen más de un circuito en la misma zanja se respetará un total de 20 cm entre circuitos.
 - En los cruces de caminos y arroyos los circuitos irán enterrados bajo tubo y embebidos en un prisma de hormigón. Cuando se instalen más de un circuito en la misma zanja se respetará un total de 20 cm entre circuitos.

Conductores Empleados.

Los cables empleados para la ejecución de la instalación de MT tendrán las siguientes características:

- Tensión asignada: 18/30 kV
- Nº Fases: 3
- Material Conductor: Aluminio Clase 2
- Envoltante del conductor: Poliolefina termoplástica
- Aislamiento: XLPE
- Pantalla: Cinta de Cobre
- Norma: IEC y UNE
- Denominación: RHZ1
- Sección: 240 mm²
 - Intensidad máxima enterrado: 345 A
 - Resistencia esperada: 0,161 Ohm/km
 - Peso aproximado: 1.910 kg/km
- Sección: 630 mm²
 - Intensidad máxima enterrado: 545 A
 - Resistencia esperada: 0,0643 Ohm/km

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- Peso aproximado: 3.600 kg/km

7.9.3. Circuitos Red Aérea Media Tensión

La evacuación de la energía de la PSFV Tudela I se realizará a través de la subestación elevadora “Tudela Promotores 220/30 kV”. Para llegar hasta la subestación es necesario realizar un cruce con el Canal de Lodosa y la carretera local de Navarra NA-3010. Se proyecta realizar dicho cruce a través de un tramo de línea aérea de 102,53 m de longitud para luego continuar nuevamente en subterráneo.

Para poder ejecutar el cruce de las 4 líneas, el tramo aéreo se divide en 2:


- Dos tramos de 2ª categoría, trifásicos, simplex, doble circuito (DC) y tensión nominal 30 kV.

Para realizarlo será necesaria la ejecución de 4 apoyos.

El trazado de la línea a construir discurre por zona A.

De esta forma, el tramo aéreo presenta las siguientes características:

- Longitud 102,53 m
- Tensión nominal 30 kV
- Categoría 2ª
- Altitud Entre 0 y 500 m (Zona A)
- Nº de Circuitos Cuatro trifásicos
- Nº de conductores por fase Uno (simplex)
- Disposición conductores Tresbolillo
- Tipo de conductor Aluminio–Acero, tipo 119-AL1/28-ST1A (LA – 145)
- Aislamiento Cadenas horizontales de aisladores formado por simple columna de 5 elementos de vidrio tipo E70/127 (U70 BS)
- Apoyos Metálicos de celosía galvanizada tipo HALCON REAL
- Cimentaciones Monobloque: un bloque de hormigón, de sección cuadrada recta.
- Tomas de tierra Tomas de tierra en anillo

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

7.9.3.1. Conductor

Se utilizarán conductores del tipo 119-AL1/28-ST1A (LA-145), que cumplirán la norma UNE-EN 50182:2002 y UNE 21018. Las principales características de dicho conductor se muestran a continuación:

- Tipo 119-AL1/28-ST1A (LA-145)
- Sección total 147,1 mm²
- Composición 30 hilos de Al + 7 hilos de Acero
- Diámetro 15,80 mm
- Peso 547,4 kg/Km
- Carga de rotura 5510 kg
- Módulo elástico 8.000 kg/mm²
- Coeficiente de dilatación 17,9 mm x 10⁻⁶ °C⁻¹

Condición y Zona		LA-145
-5°C + viento zona A	(kg)	1.000

Los tenses elegidos aseguran un coeficiente de seguridad de 3 para el valor de carga de rotura del conductor de 6.520 kg.


La temperatura máxima de servicio de los conductores será de 50 °C.

El ancho total de la zona de servidumbre de la Línea será variable, dependiendo del punto donde se mida, y la misma corresponderá en cada caso a la distancia existente entre las proyecciones sobre el terreno de la parábola de viento de los conductores extremos, a 15 °C de temperatura, más la distancia adicional de seguridad que corresponda, a cada lado de ellos.

7.9.3.2. Aisladores

Las cadenas de aislamiento del presente Proyecto estarán formadas por **aisladores de amarre de vidrio templado**, con caperuza y vástago, de las siguientes **características**:

- Modelo U70 BS
- Línea de fuga 280 mm
- Tensión soportada a frecuencia industrial en seco 70 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia 40 kV
- Tensión soportada al impulso de choque en seco 100 kV

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

- Tensión de perforación en aceite 130 kV
- Paso: 127 mm
- Diámetro: 255 mm
- Norma de acoplamiento (UNE 21009): 16
- Carga de rotura: 70 kN

Para el presente Proyecto se ha considerado un Nivel de Contaminación III (Fuerte), por lo que el valor de la Línea de Fuga Específica nominal mínima es de 29 mm/kV.

En consecuencia, para una Tensión más elevada de la Red de 36 kV, el valor absoluto de la línea de fuga para dicho Nivel de Contaminación es de 29 mm/kV x 36 kV = 1.044 mm.

En el presente proyecto se contempla la utilización de cadenas de amarre.

En ambos casos, las cadenas dispondrán de una serie simple de 5 aisladores, tipo U70 B.

Por ser cadenas de menos de 10 aisladores para el cálculo de la línea de fuga de la cadena se considera un elemento menos. $4 \times 280 = 1.120$ mm, superior a los 1.044 mm necesarios

El conjunto tiene las siguientes características:

- Línea de fuga 5 x 280 = 1.400 mm
- Peso aproximado 22,19 kg
- Carga de rotura 70 kN
- Coeficiente de seguridad 3
- Longitud aproximada, incluyendo herrajes 1,144 m

El coeficiente de seguridad mecánica de todos los herrajes y aisladores que componen las cadenas no será inferior a 3.

7.9.3.3. Botellas Terminales


Se instalarán botellas terminales en cada apoyo para realizar los empalmes de la conversión aéreo subterránea.

7.9.3.4. Protección contra sobretensiones.

Con el objeto de proteger los tramos de línea subterránea, se han dispuesto un conjunto de tres pararrayos de óxidos metálicos en cada apoyo, con dispositivo de desconexión de red incorporado.

Se montarán mediante abrazadera tipo collarín al armado del apoyo.

Sus características principales son:

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- Corriente de descarga nominal: 10 kA
- Tensión asignada: 36 kV

7.9.3.5. Cable de fibra óptica

Se tenderá conductor de fibra óptica para dar continuidad al circuito de fibra óptica que conecta la PSFV Tudela I con la subestación “Tudela Promotores 220/30 kV”.

7.10. PUESTA A TIERRA

7.10.1. Puesta a tierra de la instalación fotovoltaica.

La instalación de puesta tierra cumplirá con lo dispuesto en el artículo 15 del R.D. 1699/2011 sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a una red de tierras independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el RBT, así como de las masas del resto del suministro.

La instalación deberá disponer de una separación galvánica entre la subestación y la instalación fotovoltaica, es decir, la red de tierra la subestación y la red de tierra de la instalación fotovoltaica serán independientes y no estarán conectadas entre sí.

La red de tierras se realizará a través de picas de cobre. La configuración de las mismas será redonda y de alta resistencia, asegurando una máxima rigidez para facilitar su introducción en el terreno. Se evitará que la pica se doble a la hora de su colocación. El valor de la resistencia de puesta a tierra se determinará en función de la que determine la legislación de referencia para este tipo de electrodos en función de la resistividad del terreno.

Se realizará una instalación de puesta a tierra constituida por un cable de cobre desnudo enterrado de 35 mm² de sección y picas de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro mínimo en las zonas donde sean necesarias, tales como los centros de transformación.

Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.


La instalación de puesta a tierra del parque fotovoltaico se deberá realizar teniendo en cuenta la ITC-RAT 13: Instalaciones de puesta a tierra, y la ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

Todos los elementos metálicos de la instalación estarán unidos a la malla de tierras inferior, dando cumplimiento a las exigencias descritas en la ITC-RAT 13 del “Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión”.

7.10.2. Red de puesta a tierra del centro de transformación.

Se utilizarán dos esquemas de tierras en función de la instalación:

- Para instalación de CC: Aislado de Tierra (Tierra flotante)

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

- Para CA de SSAA: Esquema TT. Para CA de SSAA: Esquema TT.

Se conectarán a tierra todas las masas susceptibles a ponerse en tensión en la instalación, incluida canalizaciones metálicas y red equipotencial de masas.

Según marca la norma ITC-BT 18, todas las instalaciones deben conectarse a una red de tierra.

La puesta a tierra de los centros de transformación estará formada por conductor de anillo de cobre desnudo de 1x50 mm² y por picas de 95 mm² y 3 metros de longitud. Se aprovecha la apertura de las canalizaciones subterránea para tender el anillo de cobre desnudo de 1x50 mm² donde se conectarán todas las picas de tierra y que se tenderá perimetral al centro de transformación. El sistema de tierras de BT se ejecutará así a una profundidad aproximada de 0,8m.

En cada cuadro de SSAA se conectará una pica y se dará toma mediante soldadura aluminotérmica al anillo de puesta a tierra del CT o mediante brida de conexión y conductor RV-K 06/1kV 1x16mm² Cu se dará tierra al cuadro.

El objetivo de la red de tierra es la de dar tierra a todas las partes metálicas de la instalación que sean susceptibles a estar en tensión, así como se dará tierra a las estructuras portantes.

De la misma manera, todos los circuitos de salida de los cuadros de baja tensión deberán poseer su correspondiente cable de tierra con sección igual a la de los conductores activos.


7.10.3. Puestas a tierra de los apoyos. Tensiones de paso y de contacto

De acuerdo con el capítulo 7 de la ITC-LAT-07 del RD 223/2008, de 15 de febrero, los apoyos contemplados en el presente proyecto dispondrán de un electrodo de tierra subterráneo específico, con el propósito de limitar las tensiones peligrosas de paso y de contacto a las que pudieran verse sometidas las personas que permanezcan o circulen en sus proximidades.

Como medida de seguridad, cuando se tenga un electrodo de tierra subterráneo con anillo, éste se conectará a la línea de tierra aérea en dos puntos opuestos.

Los electrodos de tierra para cada uno de los apoyos se han diseñado en base a los siguientes puntos:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia térmica a la corriente de falta más elevada.
- Garantizar la seguridad de las personas durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la Línea.
- Material constitutivo del apoyo.
- Ubicación del apoyo:
 - No frecuentados.
 - Frecuentados con calzado.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

- Frecuentados sin calzado.
- Tiempo de la desconexión automática en caso de defecto a tierra.
- Aumento del potencial de tierra en caso de defecto a tierra.
- Actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra.

En base a los tres primeros puntos anteriores, para la configuración del electrodo de tierra de cada uno de los apoyos se ha proyectado una puesta a tierra de anillo cuadrado de 4 metros de lado, con 4 picas dispuestas en los vértices. El electrodo en anillo, se ubicará a 1 metro de los montantes del apoyo y deberá unirse directamente con las partes metálicas del apoyo, herrajes, apartameta de maniobra y pararrayos, mediante líneas de tierra formadas por conductor de cobre de 95 mm² de sección, evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. En dichas líneas de tierra no se insertarán fusibles ni interruptores.

En el presente proyecto el electrodo de tierra está formado por picas de acero cobreado, con recubrimiento de 300 micras, de 2 m de longitud y 18 mm de diámetro, y conductor desnudo de cobre de 50 mm² de sección.

La intensidad de defecto máxima que podrá soportar dicho electrodo durante 1 segundo, con una temperatura final de 200°C, será de 8.000 amperios.

El electrodo de tierra se dispondrá a una profundidad de 0,5 m.

Las uniones entre el conductor y las picas se realizarán mediante soldaduras aluminotérmicas.

Entre las partes más próximas de dicho electrodo de tierra, y el del neutro de la red de baja tensión que pudiera existir en sus proximidades, deberá existir siempre una distancia mínima de separación de 25 metros, debiendo en todo caso cumplirse la siguiente expresión:

$$D_t \geq \frac{\rho \times Id}{2 \times \pi \times 1.500}$$


Siendo:

D_t = Distancia de separación entre los electrodos de tierra AT y BT (metros).

ρ = Resistividad del terreno (Ohmios x metro)

I_d = Intensidad de defecto a tierra (Amperios)

Las instalaciones de puesta a tierra de cada uno de los apoyos deberán ser comprobadas al menos una vez cada 6 años.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

7.11. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA y el sistema de control de la planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de sistemas de la planta.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition, es decir, Supervisión, Control y Adquisición de Datos) no es una tecnología concreta sino un tipo de aplicación. Cualquier aplicación que obtenga datos operativos acerca de un “sistema” con el fin de controlar y optimizar ese sistema es una aplicación SCADA.

El sistema integra la información procedente de los componentes suministrados por diferentes contratistas, permitiendo la operación y monitorización global del funcionamiento de la planta, la detección de fallos y modificaciones del funcionamiento de los distintos componentes.


El sistema de Control y Monitorización permitirá supervisar en tiempo real la producción de la planta, permitiendo atender de forma inmediata cualquier incidencia que afecte o pueda afectar a la producción y permitiendo la optimización de la capacidad productiva al operador. Para ello se basa en los datos que obtiene de los distintos componentes, entre otros:

- Inversores: Envían al sistema de control las variables de entrada y salida del inversor, las cuales permiten evaluar el funcionamiento del equipo.
- Estaciones Meteorológicas.
- Remotas de Adquisición de E/S de cada CT.
- Remotas de Adquisición de E/S en la Subestación.
- Medidores de Facturación ubicados en la subestación de interconexión.
- Sistema de seguridad
- Sistema PCI

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario. En principio se encontrará integrado en los inversores, si bien se dispondrá de un sistema adicional centralizado de monitorización de toda la planta fotovoltaica ubicado en el centro de protección y reparto de energía.

El SCADA debe estar preparado para comunicar por Ethernet con terceras partes mediante el Protocolo IEC-60870-5-104 (perfil de interoperabilidad). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

Para el listado de señales a trabajar, los estados deben tratarse como señales dobles; asimismo debe tenerse en cuenta que la comunicación con el otro extremo es con equipos redundantes, dos IPs con las cuales comunicar.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

El SCADA debe permitir realizar control remoto sobre el mismo desde cualquier lugar con conexión con el parque a través de los programas convencionales (p. ej., VNC). Además, debe permitir mostrar los esquemas unifilares y posibilitar la realización de mandos, y permitir la visualización del registro histórico, de la lista de alarmas activas y de la pantalla de mantenimiento. También deberá poder realizar la comunicación directa con los equipos y relés a nivel de “protección” para análisis de eventos, informes de faltas, ajuste de señales/oscilaciones y pruebas de disparos.

Toda la información a recoger por parte del SCADA se puede clasificar en cuatro tipos de señales

- ED (entradas digitales): indicaciones, alarmas.
- EM (entradas de medida).
- EC (entradas contadoras).
- SD (salidas digitales): mandos / órdenes.

En la medida de lo posible se cablearán, a cada una de las unidades de control de posición, contactos libres de potencial directos de interruptores, seccionadores, protecciones, transformadores y, en definitiva, de todos los componentes de los cuales se solicite señalización, evitando en la medida de lo posible la utilización de contactos procedentes de relés auxiliares (esta opción sólo se considerará válida cuando se precisen más contactos libres de potencial que los disponibles en los equipos).

7.12. SEGURIDAD Y VIGILANCIA.

Se instalará un sistema de videovigilancia (CCTV) en tiempo real distribuido por la planta.

El sistema de cámaras estará concebido de tal manera que en el mismo pueda habilitarse un barrido de toda la extensión de la planta, con detector de movimiento configurable. Dicho sistema será autónomo y será gestionado por un servidor web integrado o sistema equivalente,


Todos los canales de CCTV irán grabados sobre disco duro, y el conexionado de los equipos grabadores será IP.

Las cámaras de vídeo serán de tipo térmicas analógicas, las cuales se convertirán en digitales para poder transmitir la señal a través de fibra óptica. Serán de uso exterior, térmicas con lente de 10° de apertura y 19, 24 o 50 mm de longitud focal.

Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente.


Las cámaras se instalarán en lugares altos quedando a una altura sobre el nivel del suelo que sea suficiente para evitar obstáculos. También permitirán el cambio automático de color a blanco y negro cuando las condiciones de luminosidad sean bajas.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

Las lentes de las cámaras garantizarán imágenes nítidas y bien delineadas, por lo que los sistemas de lentes serán diseñados, dimensionados y configurados para operar en zonas en las que se ubicarán las cámaras, teniendo en cuenta la luminosidad del lugar, los requerimientos de zoom y las distancias mínima y máxima entre los objetos que se desean registrar y la cámara.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad, a pesar de realizar un cercado de seguridad perimetral, mediante vigilancia permanente.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------


8. OBRA CIVIL.

8.1. INSTALACIONES PROVISIONALES

Se denominarán instalaciones provisionales a aquellas que sean necesarias disponer para poder llevar a cabo, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los trabajos para la construcción de la instalación fotovoltaica, y que una vez que hayan sido realizados, serán retiradas en un período de tiempo definido, generalmente corto, entendiéndose por tal a un período no superior a seis meses.

Incluye los trabajos de preparación y adecuación de las instalaciones provisionales necesarias para la construcción de la planta, que serán removidas una vez finalizada:

- Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones de acuerdo con las necesidades de los contratistas.
- Comedores: Se habilitarán en contenedores metálicos prefabricados o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa nacional.
- Servicios higiénicos temporales: Incluyen aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
- Zonas de acopio y almacenamiento: Se dimensionarán varias zonas de almacenamiento y acopio de materiales al aire libre. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos prefabricados. Además, quedará prevista una zona de almacenamiento de residuos y otra para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de obra.
- Suministro de agua y energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de agua y energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---




8.2. CENTRO COLECTOR

Se construirá un edificio para realizar el control y la evacuación de la planta fotovoltaica Tudela I. Este dispondrá de una sala independiente para las celdas de M.T. con aislamiento sólido o en SF6, sala para control, sala para los equipos de control de la planta fotovoltaica, despacho, un almacén, sala para el grupo electrógeno, cocina y aseos con vestuarios.

El edificio estará dotado de los siguientes sistemas:

- Un sistema de Control de la planta fotovoltaica para la recogida de datos y envío de órdenes, señales y alarmas a distancia, que se instalará en la sala de control del edificio.
- Conjunto de celdas:
 - Nueve (9) celdas de línea.
 - Dos (2) celdas de medida.
 - Una (1) celda para transformador Servicios Auxiliares.
- Un (1) transformador de servicios auxiliares 30/0,420 kV de 100 kVA.
- Un (1) conjunto de armarios de baja tensión para servicios auxiliares de corriente alterna y continua.
- Un (1) grupo electrógeno.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- Un conjunto de líneas de baja tensión para los servicios auxiliares, fuerza y alumbrado, y de comunicaciones.
- Elementos de alumbrado y tomas de corriente.
- Conexionado de todos los elementos.
- Sistemas de seguridad contra incendios y contra intrusismo y antimúridos.
- Red de tierras y elementos de seguridad.

El esquema utilizado será dispuesto en celdas de interior, en las que se conectarán las líneas de media tensión de los distintos circuitos de la planta fotovoltaica y el transformador de servicios auxiliares.

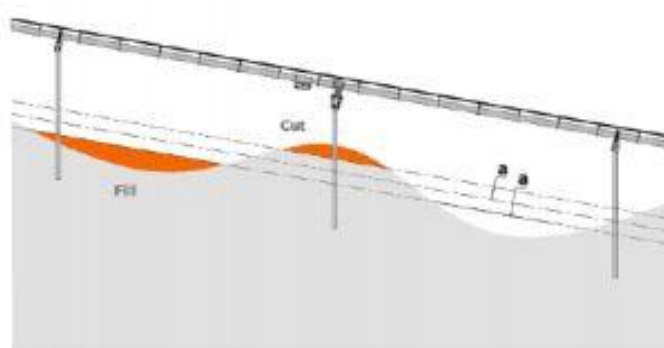
Todas las posiciones estarán dotadas de los elementos de maniobra, medida y protección necesarios para una operación segura.

8.3. MOVIMIENTO DE TIERRAS Y ADECUACIÓN DEL TERRENO

El movimiento de tierras a realizar será el mínimo necesario para la adecuación mediante excavación y relleno de las zonas de instalación de módulos, así como para la construcción de los caminos interiores que vertebran la planta.


Las obras necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen la planta solar fotovoltaica, consisten en:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas de estructuras fijas solares hasta unas pendientes máximas del 15%.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de estructuras fijas solares con irregularidades puntuales en el terreno.



Adecuaciones en el terreno

Se procederá a realizar las operaciones de tala, desbroce de terreno, demolición de la estructura de hormigón existente y todas las demoliciones en general.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	--	-------------------

En el caso de este proyecto, no será necesario realizar ninguna demolición de ninguna estructura existente en el emplazamiento.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación, se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo.

Se realizarán los siguientes movimientos de tierra para la adecuación del terreno:

Adecuación PSFV	VOLUMEN DE DESMONTE (m³)	VOLUMEN DE TERRAPLEN (m³)
TOTAL	1.882,80	1.896,76

8.4. CAMINOS Y ACCESOS

La planta fotovoltaica dispondrá de una red de caminos internos y aprovechará parte del trazado de caminos existentes en la zona de implantación. Los caminos tienen como misión el conformar una red viaria que sirva para acceder a los distintos elementos que conforman la planta.


En la siguiente tabla se puede consultar los metros de vial nuevo:

METROS DE VIAL NUEVO
2.110,49

A través de los caminos se dotará a la planta de distintos puntos de acceso para optimizar la explotación de la misma y facilitar las labores de mantenimiento.

Se realizarán los siguientes movimientos de tierras para la ejecución de los viales:

VIAL	VOLUMEN DE DESMONTE (m³)	VOLUMEN DE TERRAPLEN (m³)
VIAL 01	160,63	86,19
VIAL 02	403,09	164,19
VIAL 03	136,44	45,17
VIAL 04	337,33	60,73
VIAL 05	149,01	61,48
VIAL 06	126,07	59,42

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO	Enero 2023
	SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS	
	PSFV TUDELA I	

VIAL 07	19,86	8,69
VIAL 08	80,11	24,36
VIAL 09	760,71	185,51
TOTAL	2.173,25	695,74

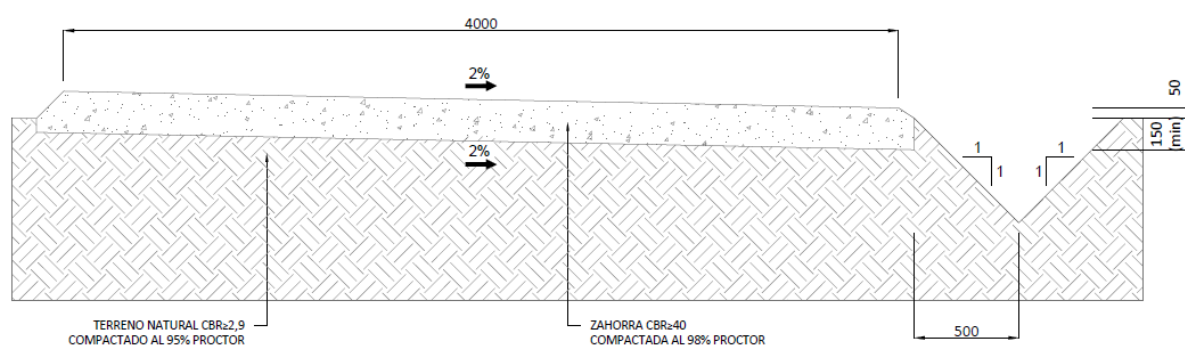
8.4.1. Accesos principales

Se accederá a las distintas áreas que componen la planta fotovoltaica, desde un acceso habilitado en la zona norte de la instalación, a través de la salida del P.K. 9+336 de la carretera NA-3042 por caminos municipales.

8.4.2. Caminos internos


La red de caminos internos servirá para acceder a las inmediaciones de los módulos fotovoltaicos y de los centros de transformación distribuidos por la planta.

En general seguirán un trazado perimetral en las áreas de implantación de módulos fotovoltaicos con ramales internos donde sea necesario para el acceso a los centros de transformación.



Los viales interiores de la planta y de acceso a la planta serán de 4 metros de ancho. El firme consistirá en una capa de zahorra artificial de 20 cm de espesor, debidamente compactada, con una pendiente transversal del 2%.

En el caso de viales existentes, se utilizará el perfil del camino actual, realizando sobreechamientos en las zonas comprometidas para el paso de los transportes. Se restaurarán los caminos con una capa de zahorra artificial en caso de encontrarse en mal estado el firme. Una vez finalizadas las obras se repararán los caminos que se hayan visto afectados por los transportes.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

Corte

En aquellos sectores en que la subrasante del camino va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos no se acepta corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar el relleno y deficiente compactación.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se extrae en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado por la ingeniería y compactándolo a una densidad no inferior al 98% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del Proctor Modificado, o al 80% de la densidad relativa, según corresponda. Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados

Relleno de viales

Se forman con el mejor material proveniente de la excavación o de préstamos si se requiere. El CBR mínimo exigible del material de la sub base es de 20.

Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno es aceptado siempre que su CBR sea mayor o igual el mínimo exigible y posea una composición granulométrica uniforme

Estabilizado

El suelo estabilizado es transportado y se deposita en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener el espesor de diseño. El material es acordonado por medio de motoniveladora, y se mezcla hasta obtener completa uniformidad en el cordón. Finalmente es esparcido en una capa uniforme.

Compactación


El suelo estabilizado se compacta en condiciones de humedad óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr el CBR de diseño, según corresponda. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material.

8.5. DRENAJE

Se dotará de una red de drenaje al conjunto de la planta fotovoltaica para canalizar la escorrentía de la zona hacia puntos de desagüe natural y dar continuidad a los cursos de agua permanentes en la zona.

También tiene una misión protectora frente a posibles cursos de agua no previstos o zonas de acumulación de aguas detectadas en distintas visitas a campo y que no aparezcan en la documentación oficial disponible.

Se dispondrá una cuneta triangular en el lado del camino donde se recoja el agua de escorrentía, 50 cm de calado y 1 m de base y talud 1H:1V natural. En total se ejecutarán 2.110,49 m de cuneta en tierra.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

8.6. ZANJAS

Las instalaciones de baja tensión en corriente continua (DC) entre los strings y los inversores irán canalizadas sobre bandeja portacables y directamente enterradas entre alineaciones. La bandeja estará sujeta a la estructura de las estructuras fijas.

La instalación de baja tensión en corriente alterna entre los inversores y los centros de transformación irán directamente enterrada.

Los circuitos de media tensión se canalizarán directamente enterrados en zanja.

8.6.1. Baja tensión

Las dimensiones de las zanjas de baja tensión dependen del número de circuitos que alojen: Para BT en CC se usan zanjas de 0,85 m de profundidad y 0,26 m de ancho, y para BT en CA se usan, para 1-4 circuitos, zanjas de 0,85 m de profundidad y 1,05 m de ancho y, para 5-8 circuitos, zanjas de 1,04 m de profundidad y 1,05 m de ancho.

Además de los circuitos, las zanjas llevarán instalado la red de comunicaciones por fibra óptica, cables de datos, alimentación (si procede) y red de puesta a tierra.

8.6.2. Media tensión

Las secciones tipo de todas las zanjas de media tensión que se utilizarán en el proyecto se encuentran en el plano “*Secciones Tipo de Zanjas MT*” (OS300211600800EP4ZT12B) del **DOCUMENTO 2 Planos**.

Como se indica en la tabla resumen de los circuitos de MT en el apartado “*Instalaciones de Media Tensión*”, las zanjas del presente proyecto alojaran 1, 2, 3 o 4 circuitos, siendo sus respectivas anchuras de 0,40 m, 0,60 m, 1 m y 1,3 m. La profundidad de la zanja es la misma en todos los casos y es 1,20 m.

Además de los circuitos, en todas las zanjas se instalará la red de comunicaciones por fibra óptica, los cables de datos, alimentación y la red de puesta a tierra.


Los circuitos irán tendidos sobre una cama de arena de 10 cm de espesor y relleno con la misma arena hasta superar con holgura la generatriz superior del cable de comunicaciones, punto en el que se coloca una protección de PVC para los circuitos. El resto de la zanja se rellenará con material procedente de la propia excavación.

En los cruzamientos bajo caminos o arroyos los cables se alojarán dentro de tubos corrugados de doble pared de polietileno de alta densidad (PEAD) embebidos en un prisma de hormigón. Sobre este prisma se colocarán las placas plásticas de protección y señalización y las capas de terraplén, subbase o base correspondiente de la sección tipo del camino.

8.7. PERFORACIÓN DIRIGIDA

El cruzamiento de la autopista AP-68 se ejecutará mediante una perforación horizontal dirigida, una técnica que permite la instalación de tuberías con el control absoluto de la trayectoria de la perforación. Es un sistema orientable utilizando una plataforma de perforación en la superficie.

En total se realizará 1 perforaciones dirigida horizontal.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

8.8. ARQUETAS

Las arquetas serán del tipo hormigón prefabricado o modular de polipropileno con marco y tapa metálica.

Las arquetas serán independientes y se utilizarán para el sistema de seguridad, habiendo una por cada cámara de seguridad (CCTV).

8.9. APOYOS

Los apoyos a instalar contemplados en el presente proyecto son de tipo metálico, compuestos por armaduras de celosía con perfiles de alas iguales y los materiales constituyentes, son piezas férreas, protegidas contra la corrosión mediante galvanización en caliente por inmersión.

Los armados de los apoyos metálicos serán igualmente metálicos, compuestos por armaduras de celosía con perfil angular de alas iguales. El material será acero no aleado y estará protegido contra la corrosión, mediante galvanización en caliente por inmersión.

Los armados de los apoyos se han seleccionado de manera que se cumplan las distancias reglamentarias entre conductores y la distancia reglamentaria entre éstos y masa.

CIRCUITOS MT PSFV Tudela I						
COORDENADAS UTM-HUSO 30 ETRS89						
Nº APOYO	UTM-E	UTM-N	UTM-Z	TIPO APOYO	ALTURA	ARMADO
1	614.028	4.654.084	303	HALCON REAL-13000	13	NHR2
2	613.947	4.654.146	303	HALCON REAL-13000	13	NHR2

La elección del tipo de apoyo más adecuado para las características mecánicas y geométricas de cada ubicación, se ha realizado con la ayuda del catálogo del fabricante, habiéndose considerado las siguientes cargas y sobrecargas, combinadas según las distintas hipótesis reglamentarias:

Cargas Permanentes verticales, debidas al peso propio de los distintos elementos que componen la Línea, como conductores, cable de fibra óptica, aisladores, herrajes, etc.


Sobrecargas debidas al viento sobre los conductores y cable de fibra óptica, cadenas de aisladores y apoyos.

Sobre cada conductor (F_{v1}):

$$F_{v1} = \frac{q \cdot d \cdot (a_1 + a_2)}{2} \text{ (daN)}$$

siendo:

q = Presión del viento (daN/m²)

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

d = Diámetro del conductor o cable de fibra óptica (m)

a_1 y a_2 = Longitudes de los vanos adyacentes (m)

Sobre cada cadena de aisladores (F_{v2}):

$$F_{v2} = q \cdot A_1 \text{ (daN)}$$

siendo:

q = Presión del viento (daN/m²)

A_1 = Área de la cadena de aisladores, proyectada horizontalmente en un plano vertical paralelo al eje de la cadena de aisladores (m²)

Sobre cada apoyo de celosía (F_{v3}):

$$F_{v3} = q \cdot A_T \text{ (daN)}$$

siendo:

q = Presión del viento (daN/m²)

A_T = Área del apoyo expuesta al viento, proyectada en el plano normal a la dirección del viento (m²)

Sobrecargas motivadas por el hielo.

Al situarse las instalaciones objeto del presente proyecto dentro de la Zona A, es decir la situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar, no es necesario considerar sobrecargas por hielo.

Desequilibrio de tracciones.


Para el presente Proyecto, donde la tensión nominal de la Línea es de 36 kV, se han considerado por este concepto esfuerzos longitudinales equivalentes a los siguientes porcentajes de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cable de fibra óptica, distribuidos en el eje de los apoyos:

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de suspensión: 8 %

Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de amarre: 15 %

Apoyos de anclaje: 50 %

Apoyos de fin de línea: 100 %

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

Rotura de conductores.

Se ha considerado la rotura de los conductores por cada apoyo, considerando el esfuerzo resultante aplicado en el punto del apoyo que produzca la sollicitación más desfavorable.

Esfuerzo resultante de ángulo.

En los apoyos situados en los puntos donde el trazado de la Línea realiza un cambio de dirección, se ha considerado, además, para cada conductor, el esfuerzo resultante de ángulo, utilizando para ello la siguiente expresión general:

$$F_{v1} = T_{max} \cdot 2 \cdot \text{sen}(\alpha/2) \text{ (daN)}$$

siendo:

T_{max} = Tracción máxima del conductor o cable de fibra óptica (daN)

α = Ángulo de desviación de la traza (Grados centesimales)

8.10. PROTECCIÓN DE LA AVIFAUNA


Para prevenir y evitar colisiones y electrocuciones de la avifauna contra la Línea Aérea de Alta Tensión objeto de presente Proyecto, conforme a lo establecido en los artículos 3.1, 4.1.b y 7 del Real Decreto 1432/2008 por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en las líneas eléctricas de Alta Tensión, se tomarán las siguientes medidas:

8.10.1. Medidas contra la electrocución

- Las cadenas de amarre dispondrán de conjunto de alargadera antiposada, con el objeto de que la distancia horizontal entre la punta de la cruceta y la grapa de amarre sea como mínimo de 1 metro.
- Se aislarán los puentes de unión entre elementos en tensión, cuya distancia a masa o entre fases sea inferior a 1,5 metros. Para ello se utilizará cubierta de silicona para cable desnudo, 3M CSCD serie C (Wigeva) o similar, destinado al aislamiento del cable conductor. Dicho aislamiento se considera solamente a efectos de protección de aves, pero nunca a efectos de proteger contactos directos por personas.

8.10.2. Medidas contra la colisión

- Los conductores irán provistos de señalizadores visuales o salvapájaros, tipo “pajarita” fotoluminiscente o reflectante.

	<p>PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p>SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p>PSFV TUDELA I</p>	<p>Enero 2023</p>
---	--	-------------------

- Al no disponer la Línea contemplada en el presente Proyecto de cable de tierra, los salvapájaros se dispondrán directamente sobre los conductores.
- Dichos dispositivos salvapájaros se colocarán de tal forma que se genere un efecto visual equivalente a una señal cada 10 metros, como máximo, para lo cual se dispondrán de forma alterna en cada conductor extremo, con una distancia máxima de 20 metros entre señales contiguas de un mismo conductor.

8.11. VALLADO PERIMETRAL

Se ejecutará un vallado metálico perimetral cuyo trazado seguirá la implantación de las distintas áreas ocupadas por los módulos fotovoltaicos y los caminos internos.

Los metros totales de vallado perimetral ascienden a 10.471 m.

METROS TOTALES VALLADO
10.471

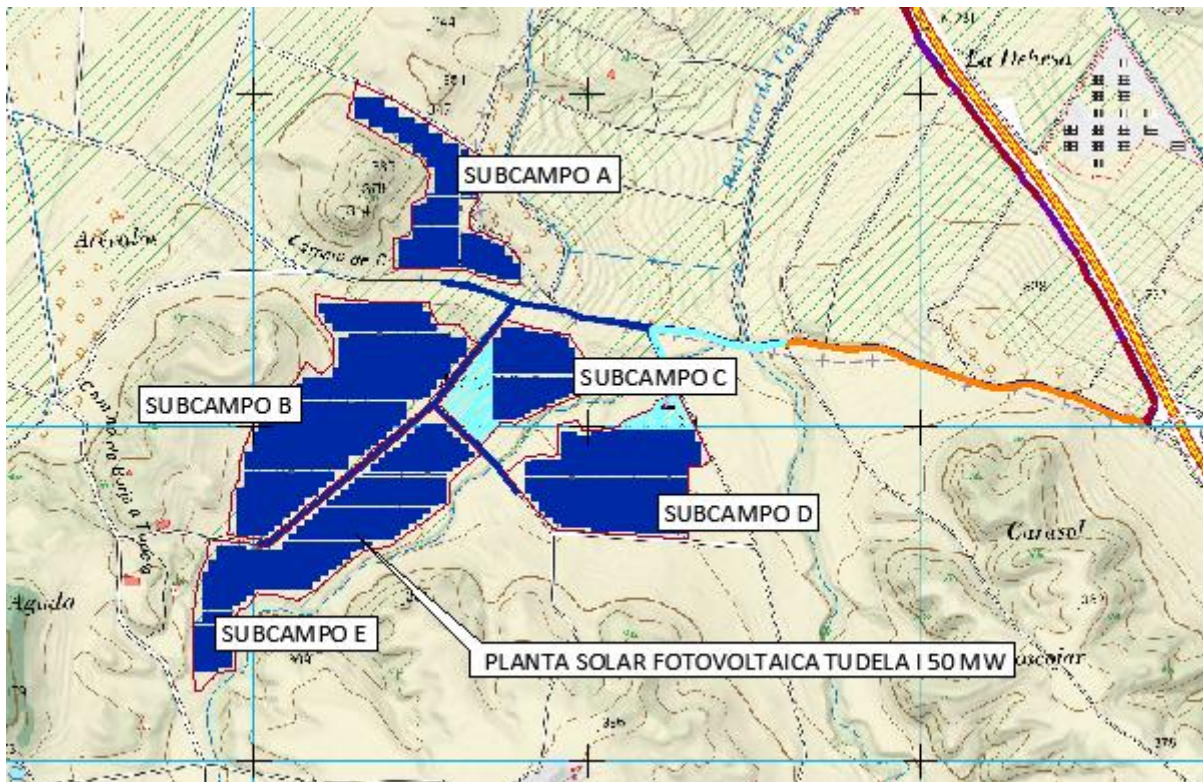
El acceso de vehículos a la instalación fotovoltaica se realizará a través de un portón con 6 metros de ancho, suficiente para la correcta entrada y salida de camiones de alto tonelaje. El portón de acceso de vehículos estará formado por 2 hojas batientes de 3 metros cada una, y una altura de 2,00 metros sobre el nivel del suelo, con bastidores en perfiles de acero galvanizado y paneles Acmafor galvanizados, lo que le otorga una gran terminación y durabilidad.

El vallado a instalar será un vallado cinagético con una altura máxima de 2 metros. La instalación de los cerramientos cinagéticos de gestión, así como sus elementos de sujeción y anclaje se realizará de tal forma que no impidan el tránsito de la fauna silvestre no cinagética presente en la zona. Además, en las zonas menos visibles se realizarán gateras de 0,20 x 0,20 cm para incrementar la permeabilidad del vallado.

Estos cerramientos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estarán contruidos de manera que el número de hilos horizontales sea como máximo el entero que resulte de dividir la altura de la cerca en centímetros por 10, guardando los dos hilos inferiores sobre el nivel del suelo una separación mínima de 15 centímetros. Los hilos verticales de la malla estarán separados entre sí por 15 centímetros como mínimo.
- Carecer de elementos cortantes o punzantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo “piquetas” o “cable tensor” salvo que lo determine el órgano competente en materia de caza.
- El vallado dispondrá de placas visibles de señalización para evitar colisión de la avifauna.

La situación de vallado se aprecia en la siguiente imagen.



En los siguientes cuadros, se indican los vértices que definen la poligonal del área de afección de la PSFV Tudela I, dividida en subcampos, en coordenadas UTM ETRS89 (Huso 30):

- Subcampo A.

PSFV TUDELA I SUBCAMPO A		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
A01	619.306	4.646.034
A02	619.425	4.645.980
A03	619.549	4.645.900
A04	619.672	4.645.820
A05	619.672	4.645.682
A06	619.648	4.645.644
A07	619.648	4.645.596
A08	619.751	4.645.557
A09	619.801	4.645.497
A10	619.801	4.645.427
A11	619.747	4.645.433
A12	619.738	4.645.434
A13	619.624	4.645.472
A14	619.420	4.645.476
A15	619.420	4.645.567
A16	619.459	4.654.565
A17	619.472	4.645.588



PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO
SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
PSFV TUDELA I

Enero 2023

PSFV TUDELA I SUBCAMPO A		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
A18	619.472	4.645.669
A19	619.515	4.645.696
A20	619.525	4.645.756
A21	619.504	4.645.802
A22	619.400	4.645.865
A23	619.280	4.645.930

- Subcampo B.

PSFV TUDELA I SUBCAMPO B		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
B01	619.185	4.645.396
B02	619.311	4.645.378
B03	619.525	4.645.374
B04	619.528	4.645.368
B05	619.535	4.645.339
B06	619.552	4.645.311
B07	619.620	4.645.307
B08	619.641	4.645.272
B09	619.672	4.645.251
B10	619.510	4.645.058
B11	619.276	4.644.861
B12	619.043	4.644.665
B13	619.026	4.644.662
B14	618.930	4.644.675
B15	618.932	4.644.770
B16	618.933	4.644.797
B17	618.952	4.644.840
B18	618.956	4.644.894
B19	618.964	4.644.916
B20	619.015	4.645.065
B21	619.037	4.645.066
B22	619.125	4.645.140
B23	619.157	4.645.196
B24	619.200	4.645.160
B25	619.238	4.645.193
B26	619.238	4.645.263
B27	619.185	4.645.338

- Subcampo C.

PSFV TUDELA I SUBCAMPO C		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
C01	619.757	4.645.326
C02	619.799	4.645.308
C03	619.946	4.645.277
C04	619.994	4.645.207
C05	620.018	4.645.207
C06	620.033	4.645.192
C07	620.033	4.645.117
C08	620.000	4.645.106
C09	619.906	4.645.066
C10	619.890	4.645.063
C11	619.794	4.645.015
C12	619.716	4.645.016
C13	619.693	4.644.983
C14	619.709	4.644.978
C15	619.681	4.644.947
C16	619.554	4.645.068
C17	619.655	4.645.197


- Subcampo D.

PSFV TUDELA I SUBCAMPO D		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
D01	619.752	4.644.861
D02	619.820	4.644.913
D03	619.869	4.644.915
D04	619.889	4.644.910
D05	619.912	4.644.919
D06	619.911	4.644.962
D07	619.910	4.645.006
D08	619.970	4.645.018
D09	619.988	4.644.989
D10	620.056	4.644.994
D11	620.100	4.645.002
D12	620.105	4.645.017
D13	620.150	4.645.036
D14	620.195	4.645.055
D15	620.204	4.645.076
D16	620.263	4.645.105
D17	620.266	4.645.098
D18	620.273	4.645.102

PSFV TUDELA I SUBCAMPO D		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
D19	620.324	4.645.001
D20	620.374	4.644.900
D21	620.336	4.644.881
D22	620.302	4.644.883
D23	620.302	4.644.773
D24	620.302	4.644.663
D25	620.100	4.644.678
D26	619.899	4.644.693
D27	619.825	4.644.777

- Subcampo E.

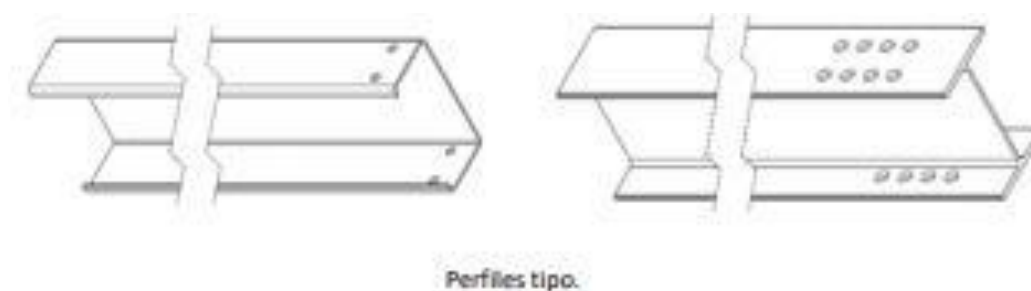
PSFV TUDELA I SUBCAMPO E		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
E01	619.538	4.645.057
E02	619.611	4.644.988
E03	619.684	4.644.918
E04	619.633	4.644.880
E05	619.584	4.644.835
E06	619.586	4.644.779
E07	619.580	4.644.769
E08	619.512	4.644.718
E09	619.443	4.644.667
E10	619.396	4.644.640
E11	619.332	4.644.630
E12	619.300	4.644.607
E13	619.245	4.644.561
E14	619.190	4.644.514
E15	619.170	4.644.504
E16	619.135	4.644.481
E17	619.097	4.644.483
E18	619.069	4.644.495
E19	619.009	4.644.500
E20	618.976	4.644.455
E21	618.954	4.644.455
E22	618.945	4.644.408
E23	618.945	4.644.272
E24	618.883	4.644.257
E25	618.840	4.644.211
E26	618.824	4.644.211
E27	618.815	4.644.263
E28	618.815	4.644.423

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

PSFV TUDELA I SUBCAMPO E		
VÉRTICES UTM-HUSO 30 ETRS89		
VÉRTICE	UTM-E	UTM-N
E29	618.836	4.644.566
E30	618.859	4.644.607
E31	618.865	4.644.664
E32	619.025	4.644.644
E33	619.046	4.644.644
E34	619.292	4.644.851

8.12. CIMENTACIÓN ESTRUCTURA FIJA

Se optará por una cimentación mediante hinca directa de perfil de acero galvanizado de perfiles CF200 y W8 según los requerimientos de carga de viento y de un espesor mínimo de 2,5 mm.



Se realizarán previamente ensayos in-situ bajo las condiciones establecidas en CTE y UNE correspondiente, así como cumplir los requerimientos específicos de los esfuerzos a los que estará sometido el pilar durante la vida útil de la estructura.

No se descarta la posibilidad de recurrir a una cimentación tipo pre-perforación y posterior hinca del perfil para áreas donde el suelo sea tipo roca o de consistencia dura y los trabajos de hinca directa sean imposibles de llevar a cabo. Este sistema consiste en realizar una perforación previa de longitud igual a la longitud prevista de penetración y de diámetro igual o inferior al diámetro del perfil, para posteriormente hincar dicho perfil en la perforación con el mismo procedimiento que la hinca directa.


	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---



Imagen-croquis de cimentación con preperforación

8.13. CIMENTACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN


El parque está formado por 9 centros de transformación. Cada uno de estos centros de transformación estará formado por bloques independientes.

La cimentación del bloque funciona a la vez como cimentación y como tanque de recogida de posibles fugas de aceite del transformador.

La cimentación de cada bloque independiente consiste en una estructura de hormigón armado prefabricado por cada inversor o celda, compuesta por una solera y muretes laterales en los que están previstos todos los huecos para cables, pletinas y tornillería necesaria para la correcta manipulación y fijación.

Cada bloque se fija mediante pletinas metálicas, sobre una solera de nivelación ejecutada “in situ” con hormigón de 10 cm de espesor. Esta solera es continua para todos los bloques que componen el Centro de Transformación.

No se descarta que en función del tipo de terreno pueda ser necesaria una mejora del apoyo bajo la solera de hormigón ejecutada “in situ”, sustituyendo el suelo actual por otro de mejores condiciones en un espesor indeterminado.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

9. DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES.

El objetivo de las operaciones de desmantelamiento de una planta solar fotovoltaica una vez ha concluido su vida útil, es la restauración de los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción del parque, minimizando así la afeción al medio ambiente y recuperando el valor ecológico de la zona afectada.

9.1. VIALES DE ACCESO.

Los accesos generales al parque fotovoltaico se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona, por lo que no serán necesarias actuaciones de desmantelamiento. Los caminos de acceso existentes serán acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra artificial y su posterior compactación.

9.2. TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN.

Una vez concluida la explotación de la planta fotovoltaica se realizarán los trabajos de desmantelamiento y restauración que se indican a continuación.


9.2.1. Fase de desmontaje.

- Retirada de los paneles: comprende la desconexión, desmontaje y transporte hasta un centro de reciclado de todos los paneles fotovoltaicos de la planta.
- Desmontaje de la estructura soporte: consiste en el desamblaje y posterior transporte hasta un centro de gestión autorizado de la estructura soporte que sostiene los paneles.
- Desmontaje de estaciones de potencia: se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada del inversor y resto de equipos instalados en la estación de potencia. En su caso, se realizará la demolición y/o transporte hasta un vertedero de las casetas prefabricadas donde se alojaron los equipos.
- Retirada de las cimentaciones existentes: una vez desmontada la estructura ubicada sobre el cimiento (en caso de haberlo), se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones mediante una excavadora, que desmantelará cada pieza para transportarla posteriormente a una planta de tratamiento. Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados con tierra vegetal.


9.2.2. Fase de Restauración.

Tras el desmontaje de los componentes de la planta, se procederá a la restauración de la parcela donde se ubica la planta.

- Remodelación del terreno: se rellenarán huecos y eliminarán ángulos con terreno vegetal.
- Descompactación del terreno: con la descompactación se persigue que los suelos recuperen una densidad equivalente a la que poseen capas similares en suelos no perturbados, de modo que el medio que encuentre la vegetación para su desarrollo sea el adecuado.

	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

- En su caso, aporte de tierra vegetal: procedente de los montículos creados en la fase de construcción. Una vez remodelado y descompactado el terreno, se procederá al aporte y extendido de la tierra acopiada. La tierra vegetal acopiada se extenderá en las zonas que fueron desprovistas de ella durante la fase de obra.
- Despedregado del terreno: como último paso de la fase de restauración del terreno, se eliminará la pedregosidad superficial. Las piedras recogidas se depositarán en montones, que posteriormente serán trasladadas a canteras o vertederos cercanos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

10. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento con el RD1627/1997, de 24 de octubre, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se establece la obligatoriedad de elaborar un estudio de seguridad y salud.

El estudio de seguridad y salud se adjunta en el denominado **DOCUMENTO 5 Estudio de Seguridad y Salud** de este proyecto.

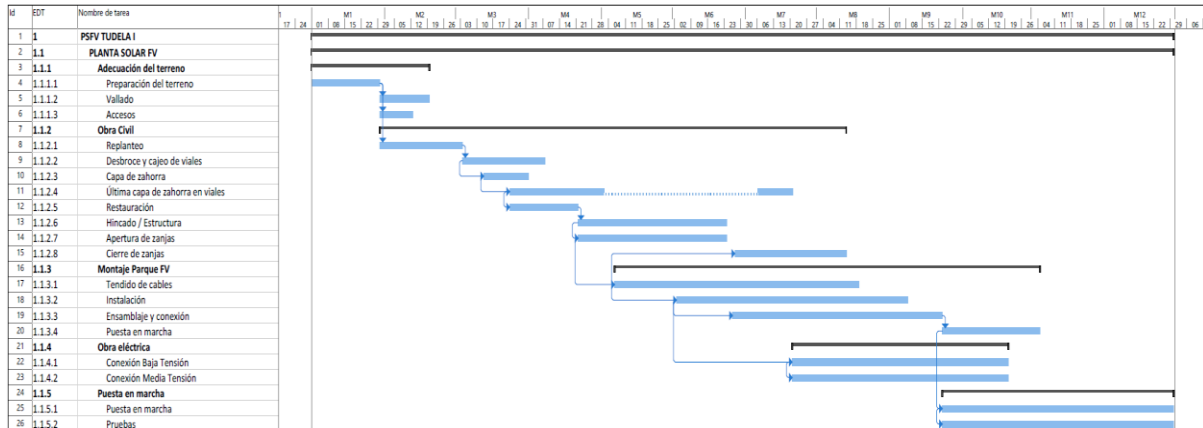



PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO
SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
PSFV TUDELA I

Enero 2023

11. PLAN DE OBRA

Los plazos de ejecución para las diferentes actividades en la planta solar fotovoltaica Tudela I se estima en un tiempo aproximado de 12 meses.



	<p style="text-align: center;">PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO</p> <p style="text-align: center;">SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS</p> <p style="text-align: center;">PSFV TUDELA I</p>	<p style="text-align: center;">Enero 2023</p>
---	--	---

12. PRESUPUESTO

A continuación, se presenta un resumen del presupuesto que se concretará en el presupuesto de ejecución con las correspondientes mediciones.



PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO


PSFV TUDELA I

ABLITAS

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	30.647.535,79 €
01. EQUIPOS PRINCIPALES	20.211.936,00 €
02. OBRA CIVIL	903.100,75 €
03. SUMINISTRO CABLEADO	3.246.487,61 €
04. INSTALACION ELECTRICA	400.993,19 €
05. MONTAJE MECANICO	5.073.666,00 €
06. MONITORIZACIÓN	201.325,00 €
07. SEGURIDAD	148.260,00 €
08. CENTRO COLECTOR	461.767,25 €
GESTIÓN DE RESIDUOS	16.026,00 €
SEGURIDAD Y SALUD	61.405,96 €
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	30.724.967,75 €

El presente Presupuesto de Ejecución Material a la cantidad de **TREINTA MILLONES SETECIENTOS VEINTICUATRO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO.**

	PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS PSFV TUDELA I	Enero 2023
---	---	------------

13. CONCLUSIONES

Con el presente proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente las diferentes instalaciones de la planta solar fotovoltaica Tudela I, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas, para la obtención de todas las licencias y permisos necesarios para su construcción.



PROYECTO DE EJECUCIÓN MODIFICADO
SEPARATA DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
PSFV TUDELA I

Enero 2023

DOCUMENTO 2. - PLANOS



ÍNDICE DE PLANOS

PLANTA FOTOVOLTAICA TUDELA I	
GL	IMPLANTACIÓN GENERAL
OS300211600800EP4GL82B	Afecciones: Carreteras
ZT	ZANJAS
OS300211600800EP4ZT12B	Secciones tipo de Zanjas MT
OS300211600800EP4ZT13B	Perforación Dirigida

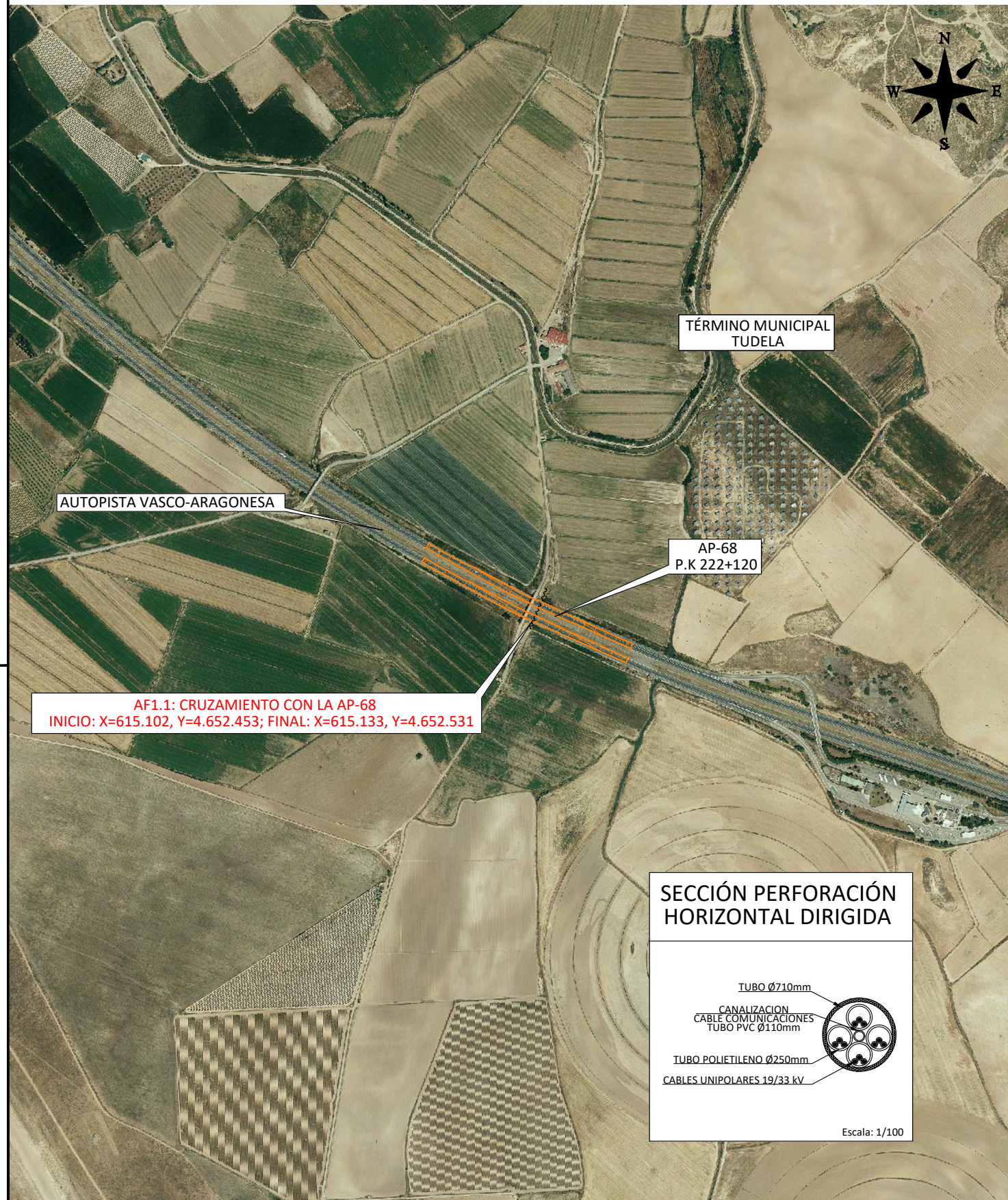
PSFV TUDELA I

AFECCIÓN: DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS

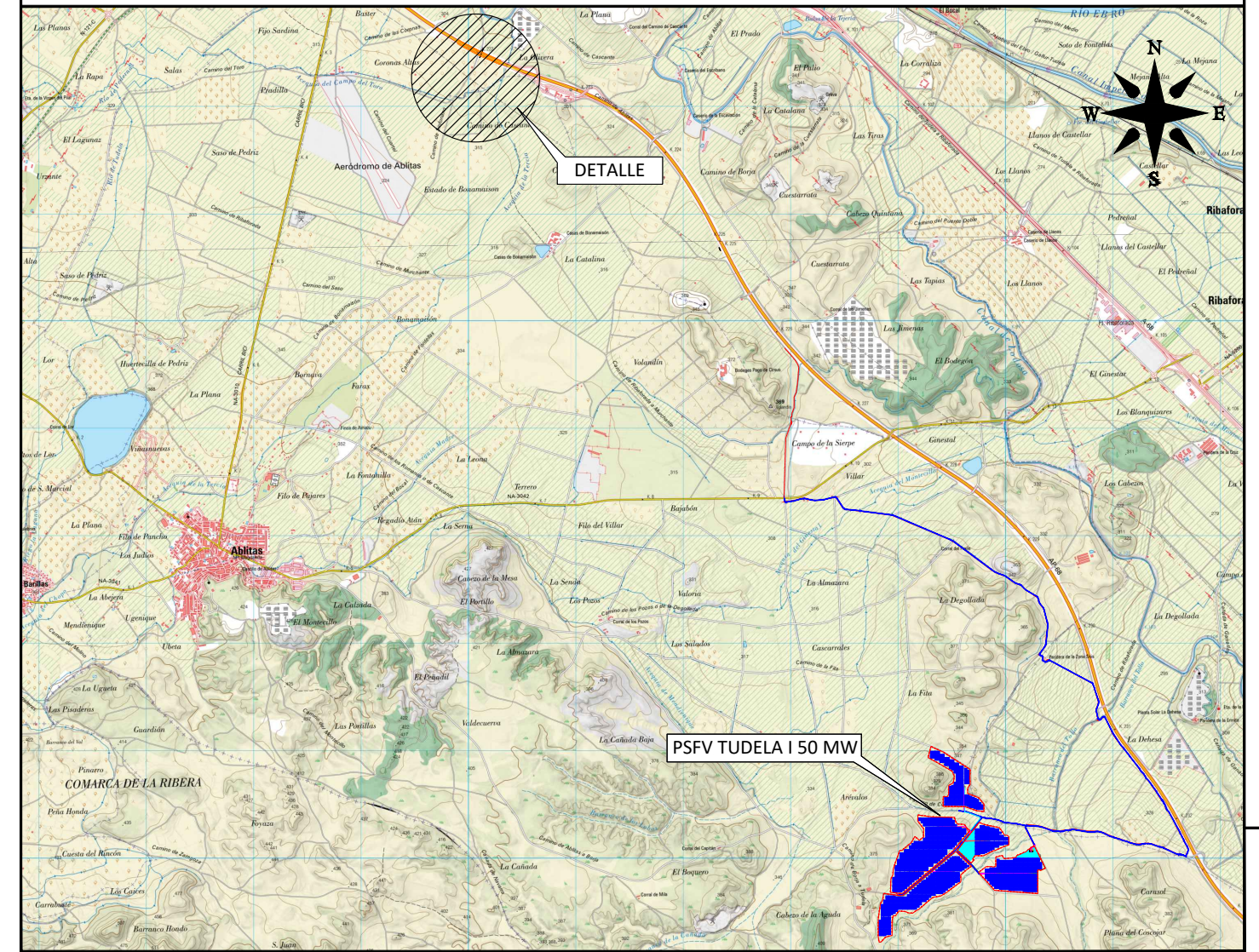
Ingeniero Industrial
 Juan García Sopena
 Colegiado Nº 4.302
 C.O.I.I.A.S.

EDIC.	DATE	MODIFICATION	PAGES MODIFIED	DATE	SCALE	Format A3	 PSFV TUDELA I AFECCIÓN: DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)	 CAD Vers.: B Page Vers.: B		
B	01/23	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN	TODAS	01/23	DRAWN	ING		Name collection: Others	Page: A0 Cont: 80	
A	11/20	INICIAL	TODAS	01/23	CHECKED	ING			CAD Nº: OS300211600800EP4GL82B	
					REVISÉD-EDPR	EGC				

PLANTA DETALLE (Escala 1/15.000)



PLANTA GENERAL (Escala 1/60.000)



LEYENDA

	ZANJA MT
	PERFORACIÓN DIRIGIDA
	CARRETERAS

AFECCIÓN Nº1.1
Cruzamiento de zanja MT con la Autopista Vasco-Aragonesa (AP-68).
Dirección General de Carreteras.

AFECCIÓN Nº 1.1	
CARRETERAS	ZANJA (m²)
AP-68	107,9

NOTA
Ver sección tipo de zanjas MT en plano OS300211600800EP4ZT12B.
Ver sección tipo de perforación dirigida en plano OS300211600800EP4ZT13B.

Ingeniero Industrial
Juan García Sopena
Colegiado Nº 4.302
C.O.I.I.A.S.

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
B	01/23	ING	ING	EGC	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
A	11/20	H.L.M.	C.C.	I.B.	INICIAL

DATE	SCALE	VARIAS
01/23	DRAWN	ING
01/23	CHECKED	ING
01/23	REVISED-EDPR	EGC
Format A3		


PSFV TUDELA I
 AFECCIÓN: DIRECCIÓN GENERAL DE CARRETERAS
 TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)

CAD Vers.: B Page Vers.: B
 Name Collection: Others Page: 01
 Cont: -
 CAD Nº: OS300211600800EP4GL82B

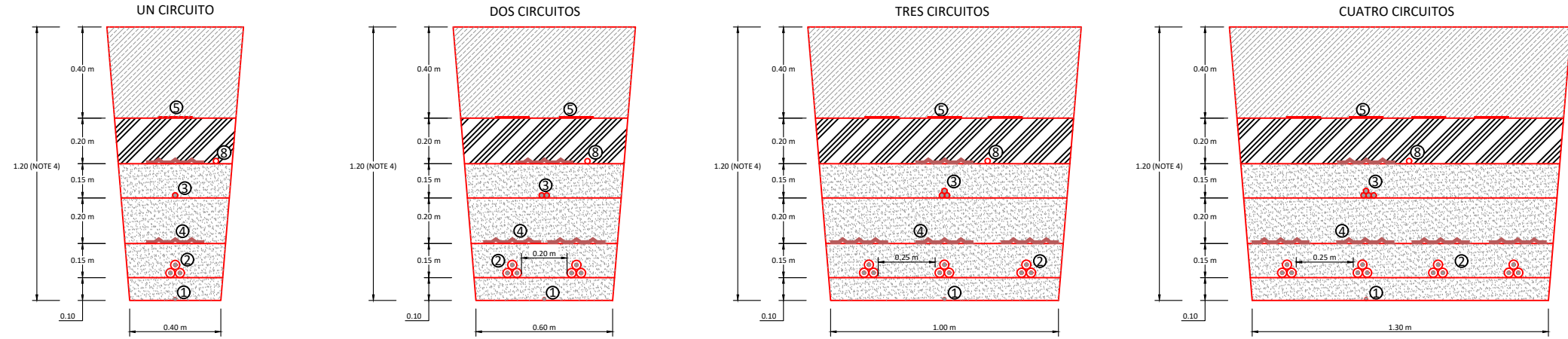
PSFV TUDELA I

SECCIONES TIPO DE ZANJAS MT

Ingeniero Industrial
 Juan García Sopeña
 Colegiado Nº 4.302
 C.O.I.I.A.S.

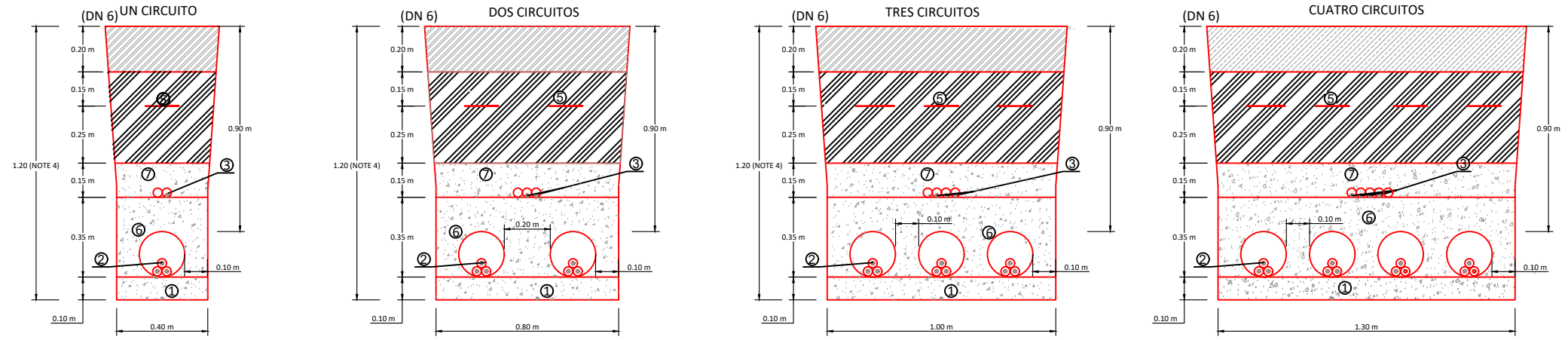
EDIC.	DATE	MODIFICATION	PAGES MODIFIED	DATE	SCALE	FORMAT	PROJECT TITLE	CAD Vers.:	Page Vers.:
				01/23	DRAWN	ING	 PSFV TUDELA I SECCIONES TIPO DE ZANJAS MT TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)	B	B
B	01/23	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN	TODAS	01/23	CHECKED	ING		Name collection:	Page: A0
A	11/20	INICIAL	TODAS	01/23	REVISED-EDPR	EGC		Section Details	Cont: 80
							Format A3	CAD Nº: OS300211600800EP4ZT12B	

SECCIÓN TRANSVERSAL DE ZANJA TIPO

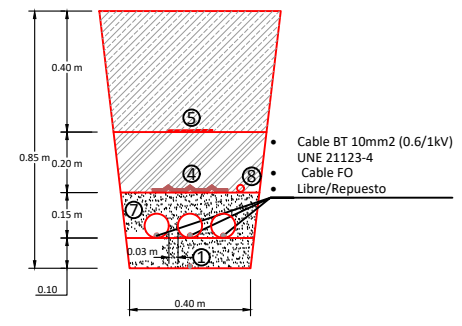


LEYENDA	
	Grava
	Arena de río lavada (suelo protector de cama)
	Material seleccionado, compactado manualmente (material de relleno)
	Material seleccionado, compactado mecánicamente (material de relleno)
	Hormigón C15 HM-20
①	Cable de tierra
②	Cables de MT
③	Cable F.O. de comunicación
④	Baldosas prefabricadas para protección mecánica y señalización
⑤	Cinta advertencia 200mm (Amarilla)
⑥	Tubería HDPE Ø200mm
⑦	Tubería HDPE Ø40mm. Una pieza de tubería para el cruce, sin juntas.
⑧	RFID transpondedor

SECCIÓN TRANSVERSAL DE ZANJA DE CRUCE DE CARRETERA



ZANJA ESTACIÓN METEOROLÓGICA



NOTAS DE DISEÑO (ND)

- CABLES ENTERRADOS DIRECTOS - LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA ZANJA SERÁ DE 1,2 m PERO DEPENDIENDO DEL TIPO DE SUELO SE PUEDE MODIFICAR:**
 - TERRENO AGRÍCOLA: PROFUNDIDAD MÍNIMA DE ZANJA 1,4 m. AÑADIR 0,20 cm DE MATERIAL DE RELLENO MECÁNICO COMPACTADO
 - TIERRA ROCOSA: LA PROFUNDIDAD MÍNIMA DE LA ZANJA SE PUEDE REDUCIR PERO LA PARTE SUPERIOR DE LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DEBERÁ TENER UNA PROFUNDIDAD MÍNIMA ABSOLUTA DE 0,6 m POR DEBAJO DEL GRADO FINAL.
- CABLES ENTERRADOS DIRECTAMENTE: CAPA SUPERIOR SEGÚN LAS CONDICIONES INICIALES DEL SUELO. SI ES TERRENO AGRÍCOLA: 0,25 M DE TIERRA VEGETAL.**
- CRUCE DE CARRETERA: EL CONDUCTO SE EXTENDERÁ 1,5 m DESPUÉS DE LA SERVIDUMBRE DE PASO.**
- CRUCES DE CARRETERA: SE INCLUIRÁ TUBO ADICIONAL, CUANDO SEA POSIBLE, EN LOS CRUCES PARA FUTURA EXPANSIÓN.**
- CRUCE DE CARRETERAS: ESPESOR Y MATERIAL DE LA CAPA SUPERIOR SEGÚN EL ACABADO DE CARRETERA EXISTENTE.**
- GENERAL: SI NO ES POSIBLE PASAR POR TERRENO ABIERTO, LAS ZANJAS SE DISEÑARÁN PARALELAS A LAS CARRETERAS Y A UNA DISTANCIA MÍNIMA ENTRE EL BORDE DE LA PENDIENTE DE LA CARRETERA Y EL CENTRO DE LA ZANJA DE:**
 - 1,20m PARA ZANJAS ENTRE 0,60m Y 0,80m DE ANCHO
 - 1,50m PARA ZANJAS ENTRE 1m Y 1,20m DE ANCHO

NOTAS DE CONSTRUCCIÓN (NC)

- EL CABLE DE TIERRA DEBE SER ENTERRADO DIRECTAMENTE A MENOS QUE EN CASO DE CRUCE DE CARRETERA CON HORMIGÓN DONDE EL CABLE DE TIERRA DEBE SER PROTEGIDO CON CINTA ADHESIVA DE SUFICIENTE GROSOR PARA EVITAR LA ENTRADA DE HORMIGÓN O INSTALARLO DEBAJO DE UNA CAPA DE TIERRA O EN UNA TUBERÍA. ESTO DEBE SER HECHO EN LA LONGITUD DE CRUCE CRUCE 1 m EN CADA LADO.
- LOS CABLES DE ALIMENTACIÓN DEBERÁN INSTALARSE EN CONFIGURACIÓN TRIANGULAR. EMBRIDAR CADA 3 m.
- EL SUELO PROTECTOR DE LECHO ALREDEDOR DE CABLES DEBERÁ SER RELLENO DE ARENA DE RÍO LAVADO NO PLÁSTICO, CON DIMENSIONES DE GRANO ENTRE 3 mm Y 0,2 mm CON UN CONTENIDO ORGÁNICO INFERIOR AL 1%. SI SE COMPRUEBA QUE LA ARENA LAVADA DEL RÍO NO ESTÁ DISPONIBLE EN EL ÁREA DEL PROYECTO, SE PUEDE PROPONER PARA APROBACIÓN DE OTRO MATERIAL, SIENDO ESTE MATERIAL CAMBIADO PARA EVITAR CUALQUIER ROCA Y SIN ESCOBROS.
- TODO EL MATERIAL DE RELLENO POR ENCIMA DE LA CAPA PROTECTORA DE LECHO DEBERÁ SER MATERIAL SELECCIONADO DE EXCAVACIÓN, LIBRE DE MADERA, RAÍCES, MATERIA VEGETAL, ACEITE U OTRO MATERIAL PERJUDICIAL. EL RELLENO DEBE SER COMPACTADO EN SECCIONES DE 20cm DE ESPESOR HASTA EL 85% DEL VALOR DE DENSIDAD EN SECO DEL PROCTOR ESTÁNDAR (ASTM D698). LOS PRIMEROS 20 cm SE COMPACTARÁN MANUALMENTE Y EL RESTO COMPACTARÁN MECÁNICAMENTE.
- EL DISEÑO DEL EQUIPO DE CUBIERTA DE CABLES Y LA OPERACIÓN DE CUBIERTA DEBERÁN SER TAL QUE EL CABLE NO SE DAÑE POR DOBLARSE, PRESIÓN DE LA PARED LATERAL O TENSIÓN EXCESIVA DEL CABLE.
- CABLES ENTERRADOS DIRECTOS: LOS TRANSPONDEDORES RFID SE INSTALARÁN SOBRE LAS BALDOSAS PREFABRICADAS PARA PROTECCIÓN MECÁNICA SI LAS HAY, MANTENIENDO UNA DISTANCIA MÍNIMA RECOMENDADA DE 0,1 m CON CUALQUIER MATERIAL METÁLICO. ANCLE EL TRANSPONDEDOR CON UNA BRIDA DE CABLE SI ES NECESARIO. EN CUALQUIER CASO, EL TRANSPONDEDOR DEBERÁ SER ENTERRADO A UNA PROFUNDIDAD MÁXIMA DE 1,5 m Y DEBERÁ LLENARSE A MANO POR LO MENOS 0,15 m PARA EVITAR MOVIMIENTOS O DAÑOS DURANTE EL RELLENO.
- CRUCE DE CARRETERAS: EL TRANSPONDEDOR RFID DEBE INSTALARSE EN AMBOS EXTREMOS DEL CONDUCTO.

Ingeniero Industrial
Juan García Sopena
Colegiado Nº 4.302
C.O.I.I.A.S.

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	DATE	SCALE	1/25	DATE	SCALE	1/25	DATE	SCALE	1/25	DATE	SCALE	1/25
B	01/23	ING	ING	EGC	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN	01/23	DRAWN	ING	01/23	CHECKED	ING	01/23	REVISED-EDPR	EGC	01/23	REVISED-EDPR	EGC
A	11/20	H.L.M.	C.C.	I.B.	INICIAL												

PSFV TUDELA I

 SECCIONES TIPO DE ZANJAS MT

 TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)

CAD Vers.: B Page Vers.: B

 Name Collection Page: 01



 Section Details Cont: -

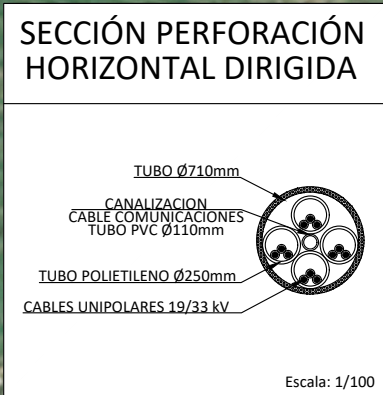
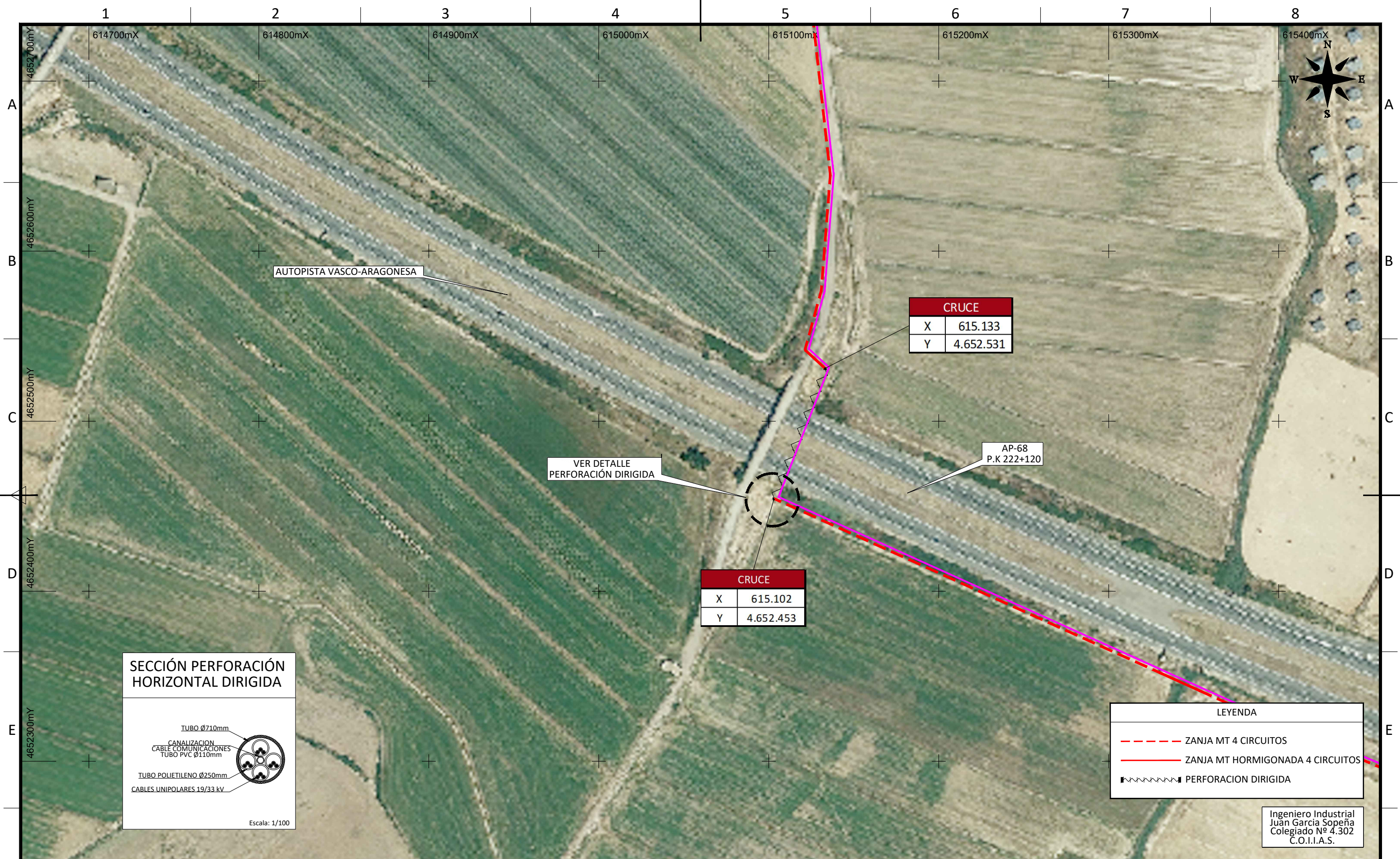
 CAD Nº: OS300211600800EP4ZT12B

PSFV TUDELA I

PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA

Ingeniero Industrial
 Juan García Sopena
 Colegiado Nº 4.302
 C.O.I.I.A.S.

EDIC.	DATE	MODIFICATION	PAGES MODIFIED	DATE	SCALE	Format A3	 PSFV TUDELA I PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)			
B	01/23	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN	TODAS	01/23	DRAWN	ING		CAD Vers.: B	Page Vers.: B	
A	11/20	INICIAL	TODAS	01/23	CHECKED	ING		Name collection:	Page: A0	
					REVISED-EDPR	EGC		Section Details	Cont: 80	
								CAD Nº: OS300211600800EP4ZT13B		



LEYENDA

- ZANJA MT 4 CIRCUITOS
- ZANJA MT HORMIGONADA 4 CIRCUITOS
- PERFORACION DIRIGIDA

Ingeniero Industrial
Juan García Sopeña
Colegiado Nº 4.302
C.O.I.I.A.S.

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION
B	01/23	ING	ING	EGC	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN
A	11/20	H.L.M.	C.C.	I.B.	INICIAL

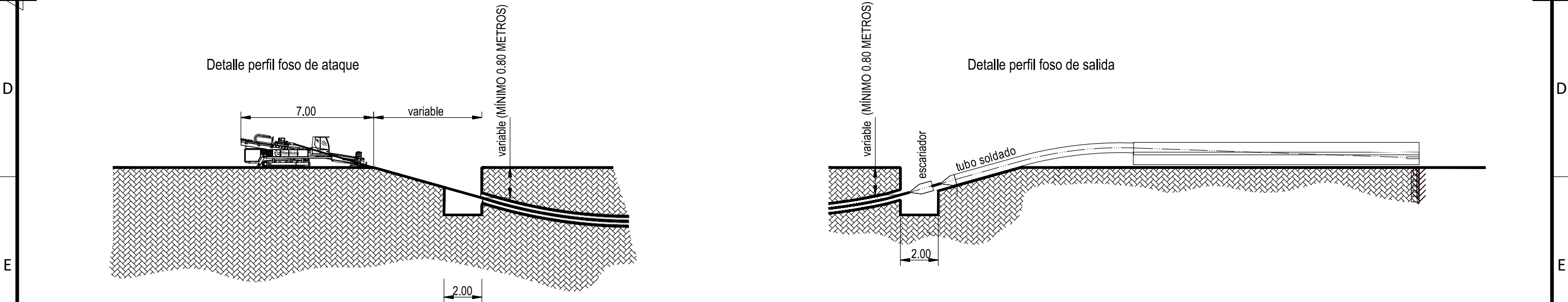
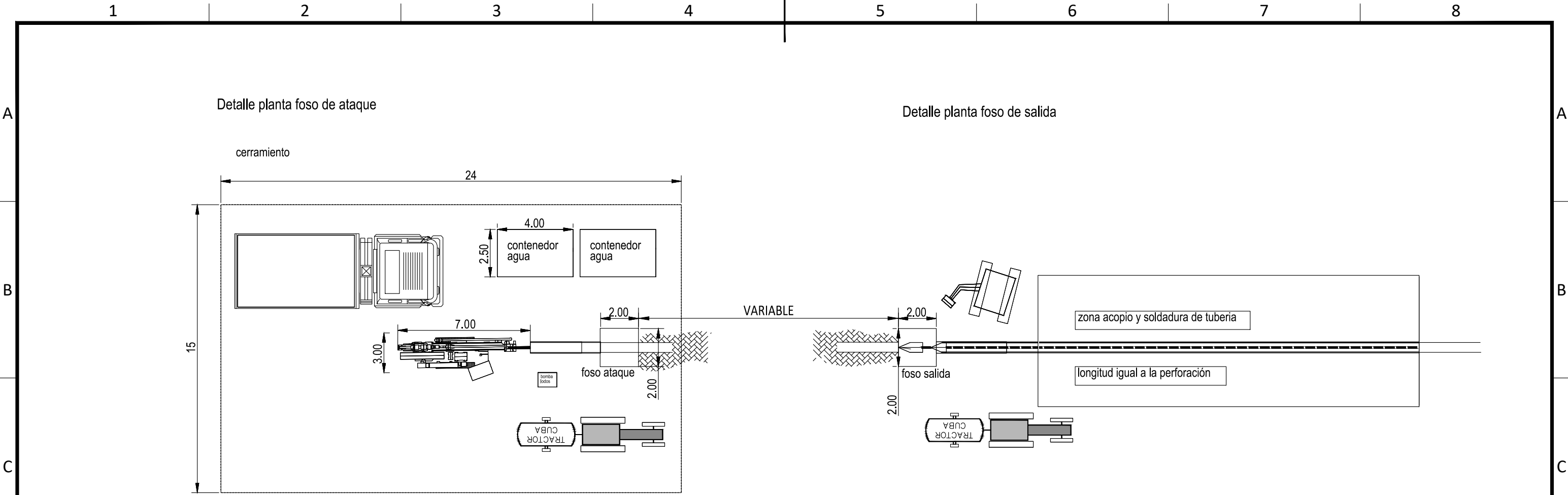
DATE	SCALE	1/2.000
01/23	DRAWN	ING
01/23	CHECKED	ING
01/23	REVISED-EDPR	EGC

Format A3



PSFV TUDELA I
 PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA
 TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)

Ingeca

CAD Vers.: B	Page Vers.: B
Name Collection Section Details	Page: 01 Cont: 02
CAD Nº: OS300211600800EP4ZT13B	



Ingeniero Industrial
 Juan García Sopena
 Colegiado Nº 4.302
 C.O.I.I.A.S.

EDIC.	DATE	DRAWN	CHECKED	REVISED-EDPR	MODIFICATION	DATE	SCALE	1/200	 PSFV TUDELA I PERFORACION HORIZONTAL DIRIGIDA TT.MM. Ablitas, Fontellas, Tudela y Ribaforada (Navarra)	 CAD Vers.: B Page Vers.: B	
B	01/23	ING	ING	EGC	MODIFICACIÓN DE IMPLANTACIÓN	01/23	DRAWN	ING		Name Collection	Page: 02
A	11/20	H.L.M.	C.C.	I.B.	INICIAL	01/23	CHECKED	ING		Section Details	Cont: -
							REVISED-EDPR	EGC		CAD Nº: OS300211600800EP4ZT13B	