

DECLARACIÓN RESPONSABLE DEL/DE LA TÉCNICO/A COMPETENTE AUTOR/A DE TRABAJOS PROFESIONALES

Resolución de la Dirección General de Industria, Energía y Minas por la que se establece el modelo de declaración responsable del técnico competente autor de trabajos profesionales presentados en los procedimientos administrativos en materia de industria, energía y minas

1 IDENTIFICACIÓN DEL/DE LA TÉCNICO/A COMPETENTE AUTOR/A DEL TRABAJO PROFESIONAL							
NOMBRE Y APELLIDOS:						NIF/NIE:	
DOMICILIO A EFECTOS DE NOTIFICACIÓN:							
TIPO DE VÍA		NOMBRE DE LA VÍA					
KM EN LA VÍA	NÚMERO	ESCALERA	PLANTA	LETRA	BLOQUE	PORTAL	PUERTA
PAÍS		PROVINCIA		MUNICIPIO			C. POSTAL:
							□ □ □ □
TITULACIÓN:				ESPECIALIDAD			
UNIVERSIDAD:							
COLEGIO PROFESIONAL AL QUE PERTENECE:						Nº DE COLEGIADO/A:	

2 DATOS DEL TRABAJO PROFESIONAL	
TIPO Y CARACTERÍSTICAS DEL TRABAJO PROFESIONAL:	
TÍTULO DEL DOCUMENTO TÉCNICO PRESENTADO ANTE ESTA ADMINISTRACIÓN:	
FECHA DE ELABORACIÓN DEL TRABAJO:	

3 DECLARACIÓN RESPONSABLE	
El/La 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.	
1.- Estaba en posesión de la titulación indicada en el apartado 1.	
2.- Dicha titulación le otorgaba competencia legal suficiente para la elaboración del trabajo profesional indicado en el apartado 2.	
3.- Se encontraba colegiado/a con el número y en el colegio profesional indicados en el apartado 1.	
4.- No se encontraba inhabilitado para el ejercicio de la profesión.	
5.- Conoce la responsabilidad civil derivada del trabajo profesional indicado en el apartado 2.	
6.- El trabajo profesional indicado en el apartado 2 se ha ejecutado conforme a la normativa vigente de aplicación al mismo.	
En a de de	
Fdo.: _____	

ILMO/A. SR/A. DELEGADO/A TERRITORIAL DE LA CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPLEO EN

PROTECCIÓN DE DATOS

Los datos de carácter personal contenidos en este impreso podrán ser incluidos en un fichero para su tratamiento por este órgano administrativo como titular responsable del fichero, en el uso de las funciones propias que tiene atribuidas y en el ámbito de sus competencias. Asimismo, se le informa de la posibilidad de ejercer los derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición, todo ello de conformidad con lo dispuesto en el artículo 5 de la Ley Orgánica 15/1999, de Protección de Datos de carácter Personal (BOE nº 298, de 14/12/1999)



002050

Anteproyecto Instalación Solar Fotovoltaica Tan Energy 2

Tayan Energy S.L.

Documento Nº1: Memoria

TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Memoria		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_DOCUMENTO Nº 1 - MEMORIA	
Fecha: 09/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	63	09/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



Contenido

<u>1.</u>Antecedentes	5
2.Introducción y Objeto	6
3.Entidad peticionaria	7
4.Documentos que componen el Proyecto	8
5.Descripción general del Proyecto	10
5.1.Descripción de una instalación fotovoltaica	10
5.2.Ubicación y accesos	11
5.3.Criterios de selección de emplazamiento	13
5.4.Condiciones ambientales de referencia	13
5.5.Descripción general de la planta fotovoltaica	14
5.6.Vida útil	15
6.Normativa de aplicación	16
7.Descripción de las instalaciones de la Planta	23
7.1.Módulos fotovoltaicos	23
7.2.Seguidor solar	25
7.3.Centros de transformación	27
7.4.Protecciones y cableados	31
7.5.Cableado de corriente continua	32
• 7.5.1. Caja de conexiones	32
• 7.5.2. Conductor Media Tensión	33
• 7.5.3. Zanjas y entubados	33
7.6.Puesta a tierra	34
7.7.Instalaciones auxiliares de la Planta	35
• 7.7.1. Instalaciones de seguridad y vigilancia	35
7.8.Obra civil	36
• 7.8.1. Adecuación del terreno	36



• 7.8.2. Caminos	37
• 7.8.3. Accesos	38
• 7.8.4. Drenajes	38
• 7.8.5. Cerramiento	38
• 7.8.6. Edificaciones	39
• 7.8.7. Temporales de obra	48
8.Evaluación de la producción energética	50
9.Operación y mantenimiento de la Planta	51
9.1.Operación	51
9.2.Mantenimiento	52
• 9.2.1. Mantenimiento preventivo	52
• 9.2.2. Mantenimiento correctivo	56
10.Plazo de ejecución de las obras	57
11.Resumen de presupuesto	59
12.Organismos afectados	60



1. Antecedentes

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el Sol resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural.

En el conjunto de la Unión Europea, la energía procedente de fuentes renovables representó el 17.9% del total en el año 2018 (Fuente: Eurostat), y en España representó el 17.4%. El objetivo del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 es alcanzar el 42% de *renovables* sobre el consumo total de *energía* final para toda la UE. A raíz del nuevo Plan Energético, España se ha marcado el objetivo de instalar 27 GW de energía eólica y 31 GW de fotovoltaica, entre otras renovables, antes de 2030.

Promoviendo el impulso de la energía fotovoltaica en España, con fecha 21 de noviembre de 2019, la empresa TAYAN INVESTMENT 13, SL. presentó ante la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en Cádiz (Servicio de Industria y Energía), el resguardo del depósito de aval, en virtud de lo dispuesto en el artículo 59 bis del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, como garantía económica para tramitar la solicitud de acceso a la red de planta solar fotovoltaica Tan Energy 2.

Con fecha 02 de julio de 2020 la empresa TAYAN INVESTMENT 13, SL. Recibió la contestación por parte de REE de acceso coordinado a la red de transporte en la Subestación "Pinar del Rey 400 kV" para una potencia pico de 49,8 MWp y una potencia nominal máxima de generación de 43,35 MWn.



2. Introducción y Objeto

Este documento ha sido redactado con la finalidad de solicitar la autorización administrativa y aprobación del Anteproyecto de la Planta Solar Fotovoltaica “Tan Energy 2”, trámite preceptivo según las premisas establecidas en el 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.

En el presente Anteproyecto se describen las instalaciones correspondientes a la Planta Fotovoltaica “Tan Energy 2” de 49,8 MWp, cuya ubicación se ha establecido en el término municipal de Jimena de la Frontera, en la provincia de Cádiz.

El Proyecto contempla los siguientes elementos:

- Instalaciones eléctricas.
- Centros de inversores y transformación.
- Módulos fotovoltaicas y estructura con seguimiento a un eje.
- Edificio de control.
- Línea eléctrica de media tensión hasta la subestación colectora Tan Energy.



3. Entidad peticionaria

Titular	TAYAN INVESTMENT 13, SL.
C.I.F.	B-88454384
Domicilio social	C/ Diego De León 47, 28006 - Madrid
Persona de contacto	Arantxa Pérez Serrano (aperez@tayanenergy.com)
Teléfono	682 645 710



4. Documentos que componen el Proyecto

DOCUMENTO Nº 1.- MEMORIA

- Memoria Descriptiva.
- Anejos a la Memoria:
 - Anejo Nº 1.- Ficha Técnica del proyecto
 - Anejo Nº 2.- Memoria cálculos eléctricos
 - Anejo Nº 3.- Especificaciones técnicas.
 - Anejo Nº 4.- Simulación de la producción
 - Anejo Nº 5.- Gestión de Residuos
 - Anejo Nº 6.- Seguridad y Salud

DOCUMENTO Nº 2.- PLANOS

- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-002-DETALLE CAMINO-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-004-DETALLE VALLADO-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-005-ZANJAS MT-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-006-ZANJAS BT-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-010-DETALLE INSTALACIONES TEMPORALES-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-011-DETALLE ESTRUCTURA-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-002-LAYOUT STRINGBOX-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-003-CABLES MT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-004-UNIFILAR MT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-005-UNIFILARES BT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-006-CABLE BT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-007-CABLE SOLAR-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-009-PUESTA A TIERRA-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-011-DETALLE SALA DE CONTROL Y ALMACEN-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-012-DETALLE POWER STATION-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-013-DETALLE PUESTA A TIERRA-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-014-DETALLE CENTRO DE SECCIONAMIENT
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-001-LAYOUT GENERAL-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-002-PLANO TOPOGRAFICO-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-003-PLANO DE SITUACION-R00



- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-004-ACCESO A PLANTA-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-005-OCUPACION DE PARCELAS-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-006-PLANO DE EMPLAZAMIENTO-R00
- ESP-TAN2-PV-IC-DRW-001-ARQUITECTURA SCADA-R00
- ESP-TAN2-PV-IC-DRW-002-COMUNICACIONES GENERAL-R00
- ESP-TAN2-PV-SS-DRW-001-FIBRA CCTV-R00
- ESP-TAN2-PV-SS-DRW-002-LAYOUT CCTV-R00

DOCUMENTO Nº 3.- PRESUPUESTO

DOCUMENTO Nº 4.- PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SEPARATAS:

- Separata Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (Vías Pecuarias)
- Separata Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas de Andalucía. Subcuenca Guadiaro
- Separata Ayuntamiento de Jimena de la Frontera
- Separata E-Distribución (Endesa)



5. Descripción general del Proyecto

La empresa TAYAN INVESTMENT 13, SL es la promotora que desarrolla el presente Anteproyecto de la planta solar fotovoltaica Tan Energy 2 con 49,8 MWp de capacidad instalada.

La extensión a gran escala de este tipo de proyectos ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y, por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

5.1. Descripción de una instalación fotovoltaica

Una instalación solar fotovoltaica interconectada es aquella que dispone de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio, y disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema.

Los módulos fotovoltaicos basan su funcionamiento en el efecto fotovoltaico, utilizando unos dispositivos denominados células solares, constituidos por materiales semiconductores en los que, artificialmente, se ha creado un campo eléctrico constante.

Los módulos fotovoltaicos se interconectan en serie formando ramas para obtener el voltaje requerido, y estas ramas a su vez se asocian en paralelo hasta obtener la potencia deseada formando así el generador fotovoltaico que entrega una corriente continua proporcional a la radiación incidente sobre los módulos.

La energía eléctrica en corriente continua entregada por el generador fotovoltaico se transformará, mediante la utilización de inversores trifásicos, en corriente alterna. Esta energía es inyectada en la red de distribución a través de varios centros de transformación y una subestación que elevan hasta alta tensión.

Las instalaciones fotovoltaicas se caracterizan por las siguientes ventajas:

- Sencillez.
- Simplicidad y fácil instalación.



- Ser modulares.
- La vida útil de las instalaciones fotovoltaicas es elevada, en particular, la vida útil de los módulos es superior a cuarenta años, igual que la de los elementos auxiliares que componen la instalación, cableado, canalizaciones, cajas de conexión, etc. La de la electrónica puede cifrarse en más de treinta años.
- Mantenimiento que se requiere es reducido.
- Fiabilidad.
- Las instalaciones fotovoltaicas producen energía limpia, sin gran incidencia negativa en el medio ambiente. Al no producirse ningún tipo de combustión, no se generan contaminantes atmosféricos en el punto de utilización, ni se producen efectos como la lluvia ácida, efecto invernadero por CO₂, etc. Tampoco produce alteración en los acuíferos o aguas superficiales, además su incidencia sobre las características fisicoquímicas del suelo o erosionabilidad es nula.
- Funcionamiento silencioso.

5.2. Ubicación y accesos

La planta solar fotovoltaica se situará en el término municipal de Jimena de la Frontera, en Cádiz. La subestación colectora Tan Energy se encuentra en los terrenos de esta instalación, por lo que las líneas de media tensión se recogen directamente en las celdas de la propia subestación. Posteriormente desde la misma se conectará con la subestación de Pinar del Rey 400 kV, punto de conexión de la planta fotovoltaica.

El núcleo de población más cercano a las instalaciones propuestas es Marchenilla, situado a 6 km del emplazamiento en dirección Suroeste.

Las parcelas ocupadas por el desarrollo de la planta fotovoltaica son:



Nº Parcelas	Polígono	Parcela	Ref. catastral
1	8	39	11021A00800039
2	8	40	11021A00800040
3	8	52	11021A00800052
4	8	55	11021A00800055
5	8	56	11021A00800056
6	8	62	11021A00800062
7	8	79	11021A00800079
8	8	80	11021A00800080
9	8	81	11021A00800081
10	8	88	11021A00800088
11	8	89	11021A00800089
12	8	90	11021A00800090
13	8	165	11021A00800165
14	9	32	11021A00900032
15	9	33	11021A00900033
16	9	34	11021A00900034

Tabla 1. Polígonos y parcelas de la planta.

Véase plano ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-005-OCUPACIÓN DE PARCELAS

Debido a la configuración del terreno, la planta fotovoltaica está dividida en 12 vallados, con al menos un acceso cada uno. El detalle de los accesos se muestra en el plano ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-004-ACCESO A PLANTA.

Al camino existente que conecta las entradas de los diferentes vallados se accede entre los km 6 y 7 de la carretera CA-8200.

Desde el acceso 16 se llega a la Subestación Colectora Tan Energy, situada en la parcela 11021A00800090, a la que vierten también su energía las plantas Tan Energy 1, Tan Energy 3 y Tan Energy 4, descritas en sus respectivos proyectos.

Tanto la línea de evacuación que parte desde la Subestación Colectora Tan Energy, previamente mencionada, hasta otra Subestación Colectora compartida con otros promotores, como la línea que conecta con la Subestación Pinar del Rey 400 kV, donde finaliza su recorrido, se describen en Proyectos específicos aparte, así como ambas Subestaciones.



5.3. Criterios de selección de emplazamiento

Los criterios de selección del emplazamiento han sido criterios técnico-energéticos y medioambientales.

- **Recurso solar:** El emplazamiento considerado tiene un alto nivel de radiación directa. Las velocidades máximas del viento se encuentran dentro de los niveles aceptables. El perfil de temperatura ambiente es moderado, lo que favorece la eficiencia de los módulos.
- **Evacuación eléctrica:** El emplazamiento seleccionado está próximo a infraestructuras eléctricas que permiten evacuar la energía producida por la planta.
- **Amplitud y características geomorfológicas del terreno:** El terreno seleccionado tiene unas características geotécnicas adecuadas para asegurar la cimentación, pendientes compatibles con las instalaciones para el correcto funcionamiento de la planta y está exento de riesgos de inundaciones y riesgos de movimientos sísmicos.
- **Infraestructuras de acceso:** La existencia de infraestructuras de accesos al emplazamiento facilitarán el transporte de los elementos del Proyecto.
- **Criterios medioambientales:** La ubicación de la planta se ha realizado para evitar la afección a los espacios protegidos, tanto por la legislación comunitaria, estatal o autonómica.

5.4. Condiciones ambientales de referencia

- Elevación sobre el nivel del mar (Aprox.): 96.6 m.s.n.m.
- Latitud: 36.42 °
- Longitud: -5.39 °



5.5. Descripción general de la planta fotovoltaica

Las siguientes tablas muestran las principales características de la instalación fotovoltaica de la planta Tan Energy 2.

PSFV Tan Energy 2					
Potencia modulo (Wp)	Nº Módulos	Modelo módulo	Nº módulos por string	Nº Strings	Nº string por tracker
530	93912	Jinko, JKM530M-7TL4-V	28	3354	3
Nº Tracker	Modelo tracker	Nº Tracker por SKID	Modelo inversor	Potencia inversor (MW) 50°C	Nº Inversores por SKID
1118	Soltec, SF7 521	80 / 160 / 78	Sungrow SG3125HV	3.437	1 ó 2
Potencia SKID (MVA)	Nº SKID	Potencia instalada (MWp)	Potencia inversor (MVA)	Potencia punto conexión (MW)	Relación MWp/MWn
3.5/7	8	49.77	3.437	43.32	1.15

Tabla 2. Características de la planta.

La planta está dividida en 8 bloques. De estos bloques, 6 están formados por 13440 módulos monocristalinos de 530 Wp cada uno, 1 bloque por 6720 módulos y el último por 6552 módulos. Estos primeros 6 bloques se unen en dos inversores de 3,437 MW (50°C) y un transformador de 7 MVA que conforman un centro de transformación. Los siguientes bloques de módulos se unen cada uno en un centro de transformación con un solo inversor de 3,437 MW (50°C) y un transformador de 3,5 MVA.

El total de módulos fotovoltaicos es de 93912 con lo que la potencia pico del parque fotovoltaico "Tan Energy 2" es de 49,8 MWp. Los módulos estarán ubicados en los 1118 seguidores solares



a 1 eje (tracker) con configuración 2Vx84 y del tipo monofila.

La energía producida por los bloques se canaliza a través de tres líneas subterráneas que van hasta la Subestación Colectora Tan Energy, posteriormente mediante otra línea se derivará la energía a otra Subestación Colectora compartida con otros promotores (132 kV) y finalmente desde la misma se evacuará a la Subestación Pinar del Rey 400 kV.

Para acceder y discurrir por el interior de la planta se han proyectado 4171 metros de caminos interiores. La pendiente del terreno de las parcelas es inferior al 15%, por lo que no se requiere explanación del mismo para la implantación.

5.6. Vida útil

La vida útil del Proyecto se estima en 30 años. No obstante, al término de este período se evaluará mantener en operación la planta, pudiendo ser su vida útil de 5 a 10 años más.

Desde el punto de vista de la eficiencia de la planta fotovoltaica, hay que tener presente que se produce un aumento de las pérdidas de año en año, estimándose que al final de su vida útil el rendimiento de la planta se puede haber reducido en un 20-25%.



6. Normativa de aplicación

La normativa de aplicación es la siguiente:

- **INSTALACIONES ELÉCTRICAS:**

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.

Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003.

Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para baja tensión.

Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.

Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía.

Eléctrica Normas de UNESA.

Ley 82/1980 de 30 de Diciembre (Jefatura de Estado), sobre Conservación de la Energía.



Ley 40/1994, de 30 de diciembre, de Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional.

Orden ITC/2794/2007, de 27 septiembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de octubre de 2007.

RD 1432/2002, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para la aprobación o modificación de la tarifa eléctrica.

RD 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

Circular de la Consejería de Presidencia e Innovación Tecnológica de referencia AT01/03, en relación con las protecciones de generales de centro de transformación, así como transformadores individuales.

Orden del Ministerio de Industria y Energía, 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.

Real Decreto de 26 de diciembre de 1997, por el que se aprueba el Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica

Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, de Liberalización Industrial

Orden de 19 de diciembre de 1980, sobre Norma de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 2135/1980, de 26 de septiembre, de Liberalización Industrial

Real Decreto 3275/1982, de 12 de noviembre (BOE nº288 del 01/12/82). Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.

Circular de la Consejería de Industria Nº1, sobre la interpretación del R.D. 3275/1982 de 12 de noviembre y O.M. de 6 de julio de 1984 que aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Estaciones Transformadoras y modificaciones posteriores.

Reglamento de Instalaciones de Protección Contra Incendios aprobado por Real Decreto 1492 /



1993 de Ministerio de Industria y Energía.

Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifica determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.

Orden del Ministerio de Industria y Energía, 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.

Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico. (BOE nº258 del 28/11/97).

Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

Corrección de errores del Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.

Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Aprobado por Real Decreto 3275/1982, de noviembre, B.O.E. 1-12-82

Real Decreto-ley 6/2009, de 30 de abril, por el que se adoptan determinadas medidas en el sector energético y se aprueba el bono social, y se modifican algunos aspectos del RD 661/2006

Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. B.O.E. 25-10-84.

Instrucciones Técnicas Complementarias, denominadas MI-BT. Aprobadas por Orden del MINER de 18 de Septiembre de 2002.

Modificaciones a las Instrucciones Técnicas Complementarias. Hasta el 10 de Marzo de 2000.

Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales

Normas UNE y recomendaciones UNESA.



Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

Condiciones que puedan ser emitidos por organismos afectados por las instalaciones.

Normas particulares de la compañía suministradora.

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

Resolución de 9 de marzo de 2016, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se delegan determinadas competencias en materia de autorizaciones de instalaciones eléctricas en las Delegaciones Territoriales de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo

Ley 2/2007, de 27 de marzo, de fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.

Decreto-ley 2/2018, de 26 de junio, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.

- **OBRA CIVIL**

Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.

Instrucción para el Proyecto y la Ejecución de Obras de Hormigón en Masa o Armado EH-98. Orden del Ministerio de Obras Públicas y Transporte.

ORDEN FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC «Secciones de firme», de la Instrucción de Carreteras.

Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.



Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación. Normativa DB SE-A Acero.

Normativa DB SE Seguridad Estructural.

Orden de 16 de diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.

Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.

Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.

Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.

Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

- **SEGURIDAD Y SALUD:**

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.

Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud



relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. M^o Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.

O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre “Señalizaciones de Obras” y consideraciones sobre “Limpieza y Terminación de las obras”.

Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.

Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.

Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

- **NORMAS Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO:**

Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-



RAT02 del Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Serán de obligado cumplimiento las normas y especificaciones técnicas detalladas en la ITC-LAT02 del Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

- **EQUIPOS:**

Todos los equipos que se instalen deberán incorporar marcado CE.

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

Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Los seguidores solares cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas: UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales, UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento, y según la IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.



7. Descripción de las instalaciones de la Planta

En este apartado se van a describir en detalle los equipos que forman la instalación solar fotovoltaica de generación, los cuales son los módulos fotovoltaicos, los seguidores solares, los centros de inversores y el resto de infraestructura eléctrica y de obra civil necesaria para el correcto funcionamiento de la Planta.

7.1. Módulos fotovoltaicos

Para el presente estudio se consideran módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino cuyas características se muestran en la tabla siguiente. La ficha técnica proporcionada por el fabricante se incluye en el “Anejo 3: Especificaciones Técnicas de Equipos”.

Potencia máxima P _{mpp} (Wp)	530
Tolerancia % (+/-)	3
Eficiencia (%)	21,44
Longitud (m)	2,206
Anchura (m)	1,122
Superficie (m ²)	2,475
Peso (kg)	28,2
Tensión punto de máx. potencia U _{mpp} (V)	41,5
Corriente punto de máx. potencia I _{mpp} (A)	12,80
Tensión de circuito abierto U _{dc} (V)	49,34
Corriente de cortocircuito I _{sc} (A)	13,41
NOCT temperatura normal de operación (+/- 2°C)	45
Coef. de variación de P _{max} por temperatura γ (%/°C)	-0,350
Coef. Temp. Tensión de circuito abierto β (%/°C)	-0,304
Coef. Temp. Corriente de cortocircuito α (%/°C)	0,048
Máxima tensión del sistema (V)	1.500

Tabla 3. Características principales módulo fotovoltaico.



Los módulos seleccionados para ser instalados cumplirán los siguientes apartados:

- Los módulos fotovoltaicos incorporarán el marcado CE, según Directiva 2016/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.
- Además, deberán cumplir la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos. Adicionalmente, deberán satisfacer la norma UNE-EN 61215: Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos, lo que deberá ser comunicado por escrito a la Dirección General de Política Energética y Minas, quien resolverá sobre la conformidad o no de la justificación y acreditación presentadas.

- El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.
- Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.
- Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del $\pm 3\%$ de los correspondientes valores nominales de catálogo.
- Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.
- La estructura del generador se conectará a tierra.



- Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante durante un periodo mínimo de 10 años y contarán con una garantía de rendimiento durante 25 años.

7.2. Seguidor solar

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

Esta estructura será capaz, de forma motorizada y automática, de reorientar el plano de módulos fotovoltaicos para seguir el movimiento diario del sol, desde las primeras horas de la mañana hasta la última hora de la tarde.

Los seguidores fotovoltaicos que se instalarán serán similares a los de la ficha técnica que se muestra en el “Anejo 3. Especificaciones Técnicas de Equipos”, los detalles de la estructura pueden verse en el plano ESP-TAN2-PV-CV-DRW-011-DETALLE ESTRUCTURA-R00.

Estos seguidores permiten una pendiente máxima del terreno en dirección Norte a Sur de 17% y 50% en dirección Este-Oeste y sus bases serán postes que se hincarán en el terreno. En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico tiene una pendiente elevada, aun así, para que los seguidores queden con una posición horizontal en el eje, se jugará con la altura de hincado de cada poste. Lo anterior permitirá que los seguidores se puedan ajustar mejor al terreno absorbiendo así la diferencia entre las distintas pendientes.

En aquellas zonas puntuales en que se supere la pendiente máxima aceptada por el seguidor, no es necesario realizar una nivelación de toda la superficie que ocupa el mismo, sino solo eliminar las zonas donde se supera la pendiente máxima. Con esto se equilibra el movimiento de tierras sin generar un exceso a vertedero.

La distribución de los seguidores se proyecta de forma que la distancia entre las filas de seguidores nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de 9.6 metros.

El tracker seleccionado cumplirá las siguientes especificaciones:



- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante, y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.
- El tracker incluirá sistema de motorización con autoalimentación y equipos de acumulación de energía necesarios para la maniobra del tracker a posición de seguridad.
- El tracker deberá tener incorporado algoritmos astronómicos y contar con sistema de backtracking.
- Al ser seguidores solares estos incorporarán el marcado CE y cumplirán lo previsto en la Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas, y su normativa de desarrollo, así como la Directiva 2006/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 17 de mayo de 2006 relativa a las máquinas.



Modelo	SF Utility - 1500V
Fabricante	Soltec
Tecnología	Single-row
Configuración	2V
Algoritmo de seguimiento	Astronómico con TeamTrack Backtracking
Alimentación	Autoalimentado PV Series
Ángulos límite de seguimiento	+60 / -60 °
Comunicación inalámbrica	Radio + cable RS-485
Número de módulos por fila	84 módulos (máximo 90 módulos)
Pendiente norte-sur	17%
Pendiente este-oeste	50%
Ratio de ocupación	Configurable. Rango típico: 28-50%
Distancia entre filas	9.6 m
Altura del punto más bajo	0.5 m
Longitud total	45.1 m
Anchura total	3.92 m
Altura del punto más alto (+60/-60 °)	4,35 m
Cimentaciones	Hinca/Tornillo/Zapata
Diseñado para módulos	MONOFACIAL
Rango de temperatura estándar	-20°C a +55°C
Rango de temperatura extendida	-40°C a +55°C
Distancia adicional para el motor	1000 mm

Tabla 4.- Características del seguidor

7.3. Centros de transformación

Los centros de inversores son los encargados de transformar la energía eléctrica generada por los módulos en corriente continua a corriente alterna.

Los centros de inversores estarán formados por dos inversores cuyas tensiones de salida habrá que elevar a los circuitos de media tensión 30 kV mediante un transformador. Este conjunto inversores-transformador junto con la celda de media tensión, se instalará en un único Centro



de Transformación que estará compuesto por:

- 1 o 2 inversores de características:
 - Fabricante Sungrow
 - Modelo SG3125HV
 - Potencia max (kVA) 3437
 - Dimensión (mm) 2591x2991x2438
 - Peso (kg) 6500

- 1 Transformador tipo 1 de características:
 - Fabricante Sungrow
 - Modelo SG6800HV-MV
 - Voltaje y potencia 660 V y 7 MVA
 - Conexión Dyn11
 - Eficiencia >99%

- 1 Transformador tipo 2 de características:
 - Fabricante Sungrow
 - Modelo SG3400HV-MV-30
 - Voltaje y potencia 660 V y 3,5 MVA
 - Conexión Dyn11
 - Eficiencia >99%

- Celda de protección con interruptor automático, dotado con los siguientes relés:
 - Relé 81, de frecuencia.
 - Relé 79, de reenganche.
 - Relé 86, de enclavamiento.
 - Relé 74, de alarma.
 - Relé 50/51, instantáneo de sobre intensidad o de velocidad de aumento de intensidad.
 - Relé 50N/51N, instantáneo de sobre intensidad homopolar o de velocidad de aumento de intensidad homopolar.
 - Relé 49T, de temperatura



- Celdas de seccionamiento, para entrada de línea.
- Celdas de seccionamiento, para salida de línea.

El funcionamiento de los inversores es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que esta es suficiente, el aparato empieza a inyectar a la red. Los centros de inversores estarán protegidos por un cerramiento de simple torsión, con una puerta ubicada al lado opuesto del transformador del conjunto y señalización de equipos de alta tensión. Además, con objeto de aumentar la protección de personas contra contactos directos, se dispondrá de un acerado perimetral de ancho mínimo 1,1 metros.

El detalle de los centros de inversores se muestra en el plano ESP-TAN2-PV-EL-DRW-010-DETALLE POWER STATION.

Modelo	SG6800HV-MV
Fabricante	Sungrow
Número de inversores	2 x SG3125HV
Rango tensión DC	875 – 1500 V
Rango de tensión DC MPPT	875 – 1300 V
Tensión máxima DC	1500 V
Corriente máxima DC 50°C (estándar)	2 x 3997 A
Número de puertos DC	Hasta 32/36/44/48/56 fusibles (+) y (-) monitorizados
MPPT	4
Potencia AC PF=1 25°C	7000 kVA
Potencia AC PF=1 50°C (estándar)	6874 kVA
Número de fases	Trifásico
Frecuencia	50/65 Hz
Tipo de transformador	ONAN
Grupo de conexión del transformador	7.0 MVA Dyn11yn11
Rango factor de potencia	0.8 - >0.99
Dimensiones (Ancho/Alto/Largo)	12192 x 2896 x 2438 mm
Temperatura operación	-35°C a 60°C
Máxima altitud (sin degradación)	1000 m >1000m opcional



Nivel de protección	IP54, IP55 (IP65 opcional)
Refrigeración	Aire forzado
Nivel de ruido a 1 metro de distancia	< 80 dB
Nivel de ruido a 10 metros de distancia	< 65 dB

Tabla 5.- Características del centro de transformación tipo 1

Modelo	SG3400HV-MV
Fabricante	Sungrow
Número de inversores	1 x SG3125HV
Rango tensión DC	875 – 1500 V
Rango de tensión DC MPPT	875 – 1300 V
Tensión máxima DC	1500 V
Corriente máxima DC 50°C (estándar)	3997 A
Número de puertos DC	Hasta 18/22/24/28 fusibles (+) y (-) monitorizados
MPPT	2
Potencia AC PF=1 25°C	3500 kVA
Potencia AC PF=1 50°C (estándar)	3437 kVA
Número de fases	Trifásico
Frecuencia	50/65 Hz
Tipo de transformador	ONAN
Grupo de conexión del transformador	3.5 MVA Dyn11yn11
Rango factor de potencia	0.8 - >0.99
Dimensiones (Ancho/Alto/Largo)	6058x2896x2438 mm
Temperatura operación	-35°C a 60°C
Máxima altitud (sin degradación)	1000 m >1000m opcional
Nivel de protección	IP54, (IP65 opcional)
Refrigeración	Aire forzado
Nivel de ruido a 1 metro de distancia	< 80 dB
Nivel de ruido a 10 metros de distancia	< 65 dB

Tabla 6.- Características del centro de transformación tipo 2



7.4. Protecciones y cableados

Las instalaciones fotovoltaicas deberán cumplir en todo momento el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, RD 842/2002 de 2 de agosto, este RD tiene por objeto establecer las condiciones técnicas y las garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas de B.T, con la finalidad de:

- Preservar la seguridad de las personas y los bienes.
- Asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
- Contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.

Al tratarse de una instalación a la intemperie, se debe tener en cuenta la ITC-BT-30 en su apartado 2: Instalaciones en locales mojados, dado que en ella se indica que se consideran como locales mojados las instalaciones a la intemperie, con lo que resulta preceptivo tener en cuenta las indicaciones de la citada ITC.

En el resto de las instrucciones complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión también se encuentran otros apartados que resultan de aplicación para la instalación proyectada. Se citan a continuación las ITC más significativas que definen las medidas de seguridad que se cumplirán:

- ITC-BT-08 Sistemas de conexiones del neutro y de las redes de distribución de energía eléctrica.
- ITC-BT-18 Instalaciones de puesta a tierra.
- ITC-BT-22 Protección contra sobreintensidades.
- ITC-BT-23 Protección contra sobretensiones.
- ITC-BT-24 Protección contra los contactos directos e indirectos.

Para la determinación de las características de las medidas de protección contra choques eléctricos en caso de defecto (contactos indirectos) y contra sobreintensidades, así como de las especificaciones de la aparamenta encargada de tales funciones, será preciso tener en cuenta el esquema de distribución empleado. Los esquemas de distribución se establecen en función de las conexiones a tierra de la red de evacuación, por un lado y de las masas de la instalación generadora, por otro.



7.5. Cableado de corriente continua

Los conductores de interconexión entre módulos FV serán de sección no inferior a 6 mm^2 de cobre flexible con aislamiento de 1.500 Vcc especial para instalaciones fotovoltaicas a la intemperie, de conexión rápida multicontacto. Este conductor está diseñado especialmente para instalaciones tipo PV1-F hasta 120°C . Estos conductores serán suministrados por el fabricante de los módulos.

Los conductores que llegan hasta las cajas de conexiones serán de sección 16 mm^2 tipo H1Z2Z2-K.

Estos conductores de los cables están constituidos por cobre electrolítico recocido, formación clase 5 según UNE 21022/IEC 228, con una cubierta especial que permite que los conductores resistan temperaturas de hasta 120°C .

El aislamiento de los cables, reticulado sin halógenos, es un material termoestable que presenta muy buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

Los conductores han sido calculados de tal manera que la máxima caída de tensión sea del 1,5% en la parte DC de la instalación.

7.5.1. Caja de conexiones

Con el fin de optimizar las secciones del cableado en la parte de corriente continua, se instalarán cajas de conexionado intermedio entre las series de módulos (cables de 16 mm^2 Cu según los cálculos) y los inversores ($1 \times 2 \times 400\text{-}630 \text{ mm}^2$ Al, según las intensidades y distancias a considerar).

La caja de conexión CC (corriente continua) estará formada por un máximo de 8 entradas (24 strings) de corriente continua de hasta 16 mm^2 Cu y una salida máxima de líneas CC $1 \times 2 \times 400\text{-}630 \text{ mm}^2$ Al.

Las líneas procedentes de los módulos están protegidas por fusibles tipo gPV de calibre apropiado.



Contendrá un disyuntor-seccionador general de amperaje adecuado a la carga máxima prevista, así como descargadores de sobretensión para proteger la instalación. En los planos y anexos del Anteproyecto se describirá con detalle la caja de conexiones, así como sus dimensiones de montaje.

La caja de conexiones debe ser completamente estanca, IP 65, para asegurar el aislamiento frente a la humedad, al agua y al polvo que producen una progresiva degradación en los circuitos.

7.5.2. Conductor Media Tensión

Los circuitos colectores y de evacuación de energía eléctrica en media tensión se instalarán directamente enterrados. Los conductores serán de aluminio circulares compactas, y estarán formados por varios alambres de aluminio cableados, el aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) y de tensiones asignadas, U₀/U, 18/30kV. Las secciones normalizadas del conductor a utilizar serán de: XLPE Al 185, 240, 400 o 630 mm².

Los accesorios estarán constituidos por materiales pre-moldeados o termo-retráctiles; no se admitirán los basados en encintados.

7.5.3. Zanjas y entubados

El tramo de red subterránea discurrirá por los caminos previstos. Los cables se alojarán directamente enterrados en las zanjas, a una profundidad mínima, medida hasta la parte inferior de los cables, de 0,80 metros, a excepción de los tramos de cruce de caminos y arroyos.

Los cables se instalarán en cama de arena sobre la cual se colocarán los cables y se cubrirán también con arena para su protección. Sobre esta capa de arena se instalará una banda de protección con placas de material plástico, sobre la cual se procederá a realizar el relleno del resto de la excavación con material seleccionado de la propia excavación, quitando los escombros y piedras. Este relleno se compactará por tongadas y se incluirá una banda de señalización plástica de presencia de cables eléctricos conforme a los planos.

En los tramos de cruce de viales (tanto internos como públicos) o arroyos, los cables se colocarán entubados bajo tubo de polietileno de 200 mm de diámetro de Polietileno doble capa. Se



colocarán arquetas en los extremos de los cruces, estas serán de hormigón con tapa resistente al paso de vehículos.

La anchura de la zanja vendrá dada por los servicios que deban disponerse en la misma. En el apartado de planos de la presente memoria se muestran los distintos tipos de zanjas a efectuar donde figura la anchura mínima de estas y la situación, protección y señalización de los cables.

Ver plano ESP-TAN2-PV-CV-DRW-005-ZANJAS MT y ESP-TAN2-PV-CV-DRW-006-ZANJAS BT

7.6. Puesta a tierra

Las puestas a tierra tienen por objeto principal el limitar la tensión que pueda aparecer en un momento dado entre las masas metálicas y tierra o entre dos masas metálicas distintas en contacto con diferentes equipos de generación eléctrica, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone la avería del material utilizado.

Se tendrán en cuenta las prescripciones técnicas de la norma NSE-2-14, dimensionamiento de equipos de puesta a tierra.

Se conectarán a tierra todos elementos metálicos que estén en contacto con las instalaciones eléctricas.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctrica continua, en la que no podrán incluirse en serie ni masas, ni elementos no metálicos. Se prohíbe intercalar seccionadores, fusibles o interruptores en los circuitos de tierra.

El sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Conductor de tierra.
- Electrodo.

Los electrodos estarán constituidos por pica de acero cobreado de 14 mm de diámetro mínimo y 2 m de longitud. Se han considerado 113 electrodos distribuidos por el campo solar, así como electrodos en cada uno de los SKID y cuatro electrodos para la puesta a tierra del edificio eléctrico.



Se realizará una malla de cobre de 23.188 metros enterrada con conductor de cobre de 50 mm², que se conectará al principio final de cada una de las mesas, garantizándose así la equipotencialidad. Los cálculos de la red de tierra se muestran en el “Anejo 2. Memoria cálculos eléctricos”.

Con el fin de establecer una protección contra contactos indirectos, la instalación cuenta con un sistema de puesta a tierra según lo establecido en la ITC-BT 19 e ITC-BT 24.

7.7. Instalaciones auxiliares de la Planta

La planta fotovoltaica necesitará una serie de instalaciones auxiliares para el funcionamiento de la planta, pero que no son necesarias para la producción de energía. Entre estas instalaciones se contemplan:

- Instalación eléctrica del edificio de control.
- Instalación de seguridad y vigilancia.

Para ello, en el edificio eléctrico se instalará un transformador de 100 kVA para los servicios auxiliares de la planta fotovoltaica. Dicho transformador se ubicará en la sala de celdas del propio edificio eléctrico.

7.7.1. Instalaciones de seguridad y vigilancia

Tanto por la importancia de los bienes de que constará la Planta, como por la seguridad de las personas, es necesario implantar un sistema de seguridad en la instalación.

Se desarrollará un proyecto específico de seguridad para proteger la Planta.

Principalmente, el sistema de seguridad consistirá en una protección perimetral a lo largo de toda la valla de cerramiento, y de protección volumétrica en el interior de las casetas de los inversores.

El sistema de seguridad estará conectado a una Central Receptora de Alarma 24 horas 365 días, con el fin de poder atender cualquier incidente por intrusión, vandalismo o sabotaje. Dispondrá de alimentación de emergencia para poder funcionar al menos 72 horas en caso de fallo del suministro eléctrico.



El sistema de seguridad deberá ser instalado y mantenido por una empresa homologada de seguridad.

Como complemento al cerramiento perimetral se plantea la video vigilancia del perímetro exterior con cámaras tipo domo con zoom antivandálicas para exterior, instaladas en columnas. Las cámaras estarán apoyadas por iluminación infrarroja.

Las cámaras serán tipo IP POE, por lo que la alimentación irá por el propio cable de comunicaciones. Se instalará un cable de fibra óptica monomodo de 12 fibras. El cableado discurrirá por una zanja perimetral.

En la sala de control, se instalará un rack de CCTV, que albergue el grabador de una capacidad de almacenaje mínima de 30 días en full HD.

El sistema de gestión CCTV se basará en una plataforma web, con acceso de manera remota.

7.8. Obra civil

La obra civil comprende varios aspectos entre los que destacan:

- Acondicionamiento y nivelación del terreno para el montaje de las estructuras.
- Diseño de viales internos de acceso a los inversores.
- Obras de acceso necesarias para acceder hasta la Planta.
- Drenaje de la zona de actuación correspondiente a la Planta.
- Cerramiento perimetral.
- Edificio eléctrico y de control.
- Zanjas para las canalizaciones.

7.8.1. Adecuación del terreno

Se llevará a cabo el despeje y desbroce del terreno consistente en extraer y retirar de la zona de excavación todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, escombros, basura o cualquier otro material indeseable, así como su transporte a vertedero autorizado.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes: remoción de los materiales objeto de desbroce y retirada y transporte a vertedero autorizado.



Las operaciones de despeje y desbroce se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en el entorno y las construcciones existentes.

El desbroce se ejecutará con medios mecánicos mediante motoniveladora, tractor con orugas (con bulldozer y ripper) y pala cargadora con ruedas. Para el transporte de material a vertedero autorizado se usará camión con caja basculante.

El terreno ocupado por el campo solar tiene unas pendientes máximas que no superan en su mayoría la pendiente máxima permitida para la instalación de la estructura del seguidor (17% para el seguidor seleccionado en este proyecto), por lo que no será necesario llevar a cabo grandes movimientos de tierras para poder instalar los seguidores a 1 eje.

En aquellas zonas puntuales donde no se puedan ajustar los postes de soporte a la longitud máxima y mínima recomendada por el fabricante debido a variaciones en el terreno a lo largo de la longitud del seguidor, se tendrán que hacer ajustes de tierras localizados sobre el replanteo de postes de la estructura, según las recomendaciones del fabricante.

La distribución de los seguidores se proyecta de forma que la distancia entre las filas de seguidores nos permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de 9.6 metros.

7.8.2. Caminos

Dentro de la planta fotovoltaica se diseñarán una serie de caminos cuya función es la de dar acceso hasta los centros de inversores y edificio eléctrico.

Los caminos se diseñarán con un ancho de 4m, de manera se permita la circulación en dos sentidos.

El acabado firme de los caminos interiores consistirá en una capa de zahorra de 10 cm y una mejora de 20 cm de suelo seleccionado. El espesor definitivo de zahorra y la posible mejora de suelo a realizar bajo esta capa de pavimento deberá ser confirmado por el estudio geotécnico.

Ver plano ESP-TAN2-PV-CV-DRW-002-DETALLE CAMINO



7.8.3. Accesos

La planta fotovoltaica cuenta con 16 vallados diferenciados, con un total de 20 accesos (al menos uno por vallado). Los accesos están situados en el sur de las instalaciones y parten de la Cañada Real de Manilva.

Ver plano ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-004-ACCESO A PLANTA

7.8.4. Drenajes

Con el fin de solucionar la evacuación de las aguas pluviales del interior de la implantación de la planta se diseñará una red de drenaje interior.

Esta red consistirá en el diseño de cunetas junto a los caminos de manera que desagüen hacia el punto de vertido más próximo cada cierto tiempo, evitando que de esta forma se sobredimensionen estas cunetas.

Las cunetas serán sin revestir en su mayoría, adoptándose un revestimiento mínimo de hormigón cuando la pendiente de las mismas sea muy pronunciada (>3%), se empleará una zona de encachado de vertido en los puntos de entrega a los cursos de agua existentes.

Los cruces de las cunetas con los caminos se ejecutarán con pequeños vados de poca pendiente que recogerán el agua de las cunetas. Se proyectan “playas de grava” a ambos lados de los vados, así como en aquellas zonas en las que la recogida de agua pudiera producir una acumulación excesiva de la misma, provocando la erosión del terreno.

7.8.5. Cerramiento

La superficie utilizada para la instalación de los módulos fotovoltaicos y conjunto de inversores y transformadores, quedará vallada en todo su perímetro; además, la valla quedará separada de los elementos de la planta por una distancia mínima de tres metros (3 m) para permitir el paso de un vehículo y realizar labores de mantenimiento.

El cerramiento perimetral del complejo se realizará mediante malla de alambre galvanizado de simple torsión con luz de malla 30x15, permitiendo el paso de pequeños mamíferos por el inferior del portón del vallado.



El cerramiento de malla estará tendido entre postes, que están unidos entre sí por tres alambres horizontales que sostienen la malla. Estos postes están separados unos 3 m entre sí, y están anclados al suelo mediante zapatas de hormigón en masa, en la que se ha insertado el perfil metálico que conforma el poste. Cada cierto número de postes, se sitúa un centro tensor, con elementos inclinados y anclados, que da estabilidad al conjunto y mantiene la malla tensada, y en los ángulos y extremos, también hay elementos inclinados y unidos a los postes que dan estabilidad a esta zona de concentración de esfuerzos.

7.8.6. Edificaciones

La planta fotovoltaica tendrá un edificio para operación y mantenimiento general. Se ha considerado la construcción de un edificio donde se ubicarán una sala eléctrica para la ubicación de las celdas de media tensión y transformador de 100 kVA para alimentación de los servicios auxiliares, una sala de control, un aseo y un almacén.

El uso característico del conjunto de la planta fotovoltaica es el industrial, destinado a la generación de energía eléctrica. Dentro del edificio hay otros usos subordinados y complementarios al anterior, como es el propio de almacenes, aseos y salas eléctricas y de control.

La nave ocupará una superficie de unos 200 m² y una altura de 4 m. La estructura está formada por pórticos de estructura metálica a una solera de hormigón de 20 cm de espesor. La cimentación deberá ser confirmada por el estudio geotécnico. Consistirá en un edificio con cubierta de chapa sándwich formado por doble chapa de acero con alma aislante de lana o fibra de vidrio y cerramientos laterales de bloques de hormigón.

7.8.6.1. Instalaciones electromecánicas

El edificio será equipado con las instalaciones electromecánicas necesarias para su correcto funcionamiento y con las mínimas garantías de seguridad según el Código Técnico de la Edificación. Las instalaciones se desarrollarán conforme a la normativa vigente.

A) SISTEMA ELECTRICIDAD

Desde el Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) partirá la alimentación al cuadro secundario del edificio y la alimentación para servicios auxiliares de la planta fotovoltaica.



Los cables proyectados serán en cobre, con aislamiento en polietileno reticulado, autoextinguible, bajo en la emisión de humos y cero halógenos, correspondiendo con la designación RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, y su instalación será mediante bandejas metálica.

Las máximas caídas de tensión que se tendrán en cuenta serán del 3% para el alumbrado y del 5% para otros usos, consideradas entre el origen de la instalación (CGBT) y cualquier punto de utilización, esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente, según la ITC-BT-19 punto 2.2 apartado 2.2.2, del R.B.T.

La realización de los circuitos de alumbrado, en el edificio, será mediante tubo de PVC rígido enchufable libres de halógenos para instalaciones vistas que se iniciarán desde el canal protector perforado más próximo. En las cercanías del canal protector y antes de acometer a los puntos de consumo se preverá una caja de derivación de las dimensiones y características adecuadas según zona de distribución, en donde se realizarán las maniobras de corte, empalme y distribución.

Para el alumbrado de seguridad destinado a los aparatos de emergencia se utilizarán los mismos circuitos de distribución que los del alumbrado normal, alimentados directamente desde la luminaria más próxima al aparato de emergencia, y desde los cuadros de protección en zonas de planta, cuando la luminaria de dicho circuito sea accionada con pulsadores y telerruptores. Los conductores de alimentación serán de 2 (1 x 1,5) mm², con cable según designación genérica ES07Z1-K (AS) de 750 V libre de halógenos.

Se diseñará un sistema de iluminación basado en tecnología led, con los niveles de iluminación y VEEI exigidos por la UNE-EN 12464 y el CTE, documento básico de ahorro de energía y seguridad de utilización y accesibilidad. El edificio contará con unos equipos autónomos de iluminación de emergencia que entran en funcionamiento en caso de fallo del suministro eléctrico.

Para el alumbrado normal de interiores se prevén distintos tipos de luminarias, dependiendo de las dependencias donde se instalan.

Como alumbrado de interior podemos diferenciar dos zonas:

- Oficinas y aseos.
- Almacenes y talleres.



Los niveles luminosos considerados se enumeran a continuación:

- Oficinas, Salas de Reunión: 500 lux
- Pasillos: 200 lux
- Aseos: 300 lux
- Talleres: 300 lux
- Vestuarios: 300 lux

Todas las luminarias serán de tecnología led y de alta eficiencia.

Por cada puesto de trabajo se preverá un conjunto de mecanismos formado por: dos (2) tomas de corriente de 10/16 A, 230 V de color blanco para suministro normal, dos (2) tomas de corriente de 10/16 A 230 V de color rojo para suministro seguro, dos (2) tomas, una toma RJ45 E para datos y otra igual para voz.

En el taller/almacén y en las diferentes salas de equipos se preverán tomas monofásicas 2p 16 A para usos varios y tomas trifásicas.

B) SISTEMA DE FONTANERÍA

El edificio estará equipado con un aseo, lo que implica la instalación de un sistema de fontanería y saneamiento, según las indicaciones del CTE, documento básico de salubridad (DB-HS). Se instalarán un depósito de agua potable y una arqueta séptica para la recogida de aguas residuales.

A continuación del depósito se dispondrá un grupo de presión para el agua fría sanitaria y un sistema de dosificación de cloro. A partir de este grupo se distribuirán el agua fría sanitaria.

Para estimar el consumo instantáneo de agua fría se considerará los diferentes puntos de consumo dispuestos según el C.T.E.

Se ha diseñado íntegramente el edificio con tubería de Polipropileno, con horizontales a cada uno de los locales húmedos, y desde éstos, hasta cada punto de alimentación a aparatos sanitarios, con bajadas verticales empotradas para cada aparato o punto de consumo.

Se han previsto válvulas de corte en todas las derivaciones y a la entrada del aseo, para tener



independizadas todas las zonas, lo cual facilita enormemente las labores de mantenimiento.

C) SISTEMA DE SANEAMIENTO

Dada la ubicación aislada y rural de las plantas fotovoltaicas se planteará una recogida de aguas residuales independiente, con salida de la red de aguas residuales de los cuartos húmedos, que conduzcan las aguas hasta una depuradora/fosa séptica.

La recogida de aguas de los vertidos se realizará por medio de red enterrada a través de colectores y arquetas de acuerdo con el Código Técnico de la Edificación.

Los saneamientos de fecales se recogerán hasta una red horizontal que agrupará los vertidos y los echará a una arqueta sifónica en el exterior. Las aguas procedentes de los fosos serán pretratadas mediante arqueta separadora de grasas y fangos. La red de recogida de aguas fecales se ejecutará mediante tubería en PVC.

Los desagües de los aparatos sanitarios se realizarán con tuberías de PVC con sifón individual

D) SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN Y VENTILACIÓN

Las instalaciones de Climatización y Ventilación contempladas satisfacen las necesidades en función del tipo de uso y situación de los diferentes locales a tratar.

Los edificios estarán dotados con sistema de ventilación natural, bajo los requerimientos del CTE, documentos básicos de salubridad y ahorro de energía (DB-HS Y DB-AE) y el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios.

Se han instalado extractores para hacer la renovación del aire interior que será en algunos casos directos al ambiente o en otros mediante red de conductos.

Los aseos estarán ventilados, garantizándose un caudal de aire de renovación de 2,5 l/s por metro cuadrado en zona de vestuarios, y un caudal de 25 l/s por inodoro existen en zona de aseos.

Para satisfacer las necesidades de climatización del puesto de control se ha instalado una unidad de expansión directa formada por dos unidades: interior y exterior. Con este tipo de sistema, conseguimos vencer las cargas térmicas.



E) SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Se ha proyectado una instalación conforme a la normativa, y se ha optado por una solución que permita una seguridad máxima ante el riesgo de fuego.

Se instalarán un sistema de detectores ópticos y central convencional y un sistema de extinción de incendios a base de extintores manuales, mínimos recogidos en el CTE, documento básico de seguridad en caso de incendios (DB-SI). La instalación consta de los elementos siguientes:

- Instalaciones de prevención:
 - Instalación de una red manual de pulsadores y sirena de alarma y detectores ópticos con centralita.
- Instalaciones de extinción:
 - Extintores.

F) SISTEMA DE VOZ Y DATOS

Se ha previsto la instalación de una red independiente de Voz-Datos. El sistema de cableado y distribución proyectado ha sido del tipo estructurado, mediante mangueras de 4 pares de cobre libres de halógenos, con las ventajas de no tener ningún problema a la hora de ampliar o cambiar cualquier toma del puesto de trabajo.

El cableado deberá estar normalizado por los apéndices de la EIA/TIA, y la instalación del mismo se realizará de forma que, al final de la misma se entregue un certificado garantizando el cumplimiento de la normativa EIA/TIA para nivel 6, lo que implica incluir en proyecto el coste de dicha instalación del cableado y su correspondiente certificación.

El cableado será independiente para cada servicio. Sin embargo, ambos utilizarán las mismas canalizaciones para su distribución, que ha sido proyectada mediante canaleta metálica lisa. A partir de las canaletas, la distribución es en tubo PVC flexible corrugado libre de halógenos fijado por encima de los falsos techos, y empotrado con cajas de registro recibidos en paredes. Desde las cajas de registro hasta cada puesto, el tubo será empotrado con diámetro mínimo de 25 mm, por el tubo podrán ir como máximo dos conductores de 4 pares.

G) PUESTA A TIERRA



El edificio contará con un sistema de puesta a tierra, formado por un conductor de cobre de 50 mm² y electrodos de cobre que garantizarán un valor de resistencia de tierra que no dé lugar a tensiones de paso y contacto superiores a la regladas por el REBT.

7.8.6.2. Cumplimiento de la normativa

El CTE es de aplicación, en general, "en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible", no existiendo ninguna exclusión expresa de los usos industriales.

Por tanto, es necesario considerar el ámbito de aplicación específico de cada documento básico.

Se cumplirán los requisitos básicos, conforme a la Ley de Ordenación de la Edificación, relativos a la funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos.

El edificio solo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto. La dedicación de algunas de sus dependencias a uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso que será objeto de licencia nueva. Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio ni sobrecargue las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, instalaciones, etc.

REQUISITOS BÁSICOS RELATIVOS A LA SEGURIDAD:

1. Seguridad estructural (DB-SE)

Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

2. Seguridad en caso de incendio (DB-SI)



Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

Condiciones urbanísticas: los edificios son de fácil acceso para los bomberos. El espacio exterior inmediatamente próximo al edificio cumple las condiciones suficientes para la intervención de los servicios de extinción de incendios.

Todos los elementos estructurales son resistentes al fuego durante un tiempo superior al sector de incendio de mayor resistencia.

No se produce incompatibilidad de usos.

No se colocará ningún tipo de material que por su baja resistencia al fuego, combustibilidad o toxicidad pueda perjudicar la seguridad del edificio o la de sus ocupantes.

3. Seguridad de utilización (DB-SU)

Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

La configuración de los espacios, los elementos fijos y móviles que se instalen en el edificio, se proyectarán de tal manera que puedan ser usado para los fines previstos dentro de las limitaciones de uso del edificio que se describen más adelante sin que suponga riesgo de accidentes para los usuarios del mismo.

REQUISITOS BÁSICOS RELATIVOS A LA HABITABILIDAD:

1. Salubridad (DB-HS)

Higiene, salud y protección del medio ambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

Todas las estancias reúnen los requisitos de habitabilidad, salubridad, ahorro energético y funcionalidad exigidos para este uso.



El conjunto de la edificación proyectada dispone de medios que impiden la presencia de agua o humedad inadecuada procedente de precipitaciones atmosféricas, del terreno o de condensaciones, y dispone de medios para impedir su penetración o, en su caso, permiten su evacuación sin producción de daños.

El edificio dispone de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida.

El conjunto edificado y cada uno de los espacios disponen de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante su uso normal, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes.

Cada uno de los espacios comunes y habitaciones disponen de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del agua.

El edificio dispone de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas de forma independiente con las precipitaciones atmosféricas.

2. Protección frente al ruido (DB-HR)

Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.

Todos los elementos constructivos verticales (particiones interiores, paredes separadoras de usuarios distintos, paredes separadoras de zonas comunes interiores, paredes separadoras de salas de máquinas, fachadas) cuentan con el aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan.

Todos los elementos constructivos horizontales (forjados generales separadores de cada una de las plantas, cubiertas transitables y forjados separadores de salas de máquinas), cuentan con el aislamiento acústico requerido para los usos previstos en las dependencias que delimitan.

3. Ahorro de energía y aislamiento térmico (DB-HE)



Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

El edificio previsto dispone de una envolvente adecuada a la limitación de la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de Sevilla, del uso previsto y del régimen de verano y de invierno. Las características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, permitirán la reducción del riesgo de aparición de humedades de condensación superficial e intersticial que puedan perjudicar las características de la envolvente.

Se tendrá en cuenta especialmente el tratamiento de los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

La edificación proyectada dispone de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio.

REQUISITOS BÁSICOS RELATIVOS A LA FUNCIONALIDAD:

Utilización

De tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.

Accesibilidad

De tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.

Acceso a los servicios

De telecomunicación audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.



CUMPLIMIENTO DE OTRA NORMATIVA ESPECÍFICA:

- EHE-08: Se cumple con las prescripciones de la Instrucción de hormigón estructural y se complementan sus determinaciones con los Documentos Básicos de Seguridad Estructural.
- EAE-11: Se cumple con las prescripciones de la Instrucción de Acero Estructural y se complementan sus determinaciones con los Documentos Básicos de Seguridad Estructural.
- NCSR-02: Se cumple con la Norma de Construcción Sismoresistente: Parte general y edificación.
- Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos Industriales: R.D. 2267/2004, de 3 de diciembre.
- Infraestructuras comunes en los edificios para acceso a los servicios de telecomunicación: R.D. Ley 1/1998, de 27 de febrero sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicación.
- REBT: Real Decreto 842/ 2002 de 2 de agosto de 2002, Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- RITE: Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Normas urbanísticas del Ayuntamiento de Abona.

7.8.7. Temporales de obra

Las edificaciones provisionales que son necesarias para el presente proyecto estarán constituidas por módulos prefabricados, siendo sus principales características las que se reflejan a continuación.

1. Conexión a servicios generales: El acceso a dichas edificaciones, así como los servicios urbanos de saneamiento, abastecimiento de aguas y suministro de energía eléctrica en baja tensión se encontrarán accesibles.
2. Sistema estructural: La estructura general de cada módulo presenta las siguientes características:
 - Totalmente autoportante, construido mediante perfiles homologados, en todo su perímetro general, y unidos entre sí mediante correas.



- Todas las correas y estructura unidas por electro soldadura.
 - En los 4 extremos de la base, se sitúan los pilares, formados por perfil galvanizado (100x100), unidos a estructura base por electro soldadura.
 - Estructura de cubierta estudiada con doble funcionalidad, para recepción de aguas pluviales y soporte de cubierta propiamente dicha. Realizado en perfil de chapa galvanizada (2,5 y 3 mm. según modelos) electro soldada en las 4 esquinas, donde a su vez se alojan los mecanismos de unión a pilares.
 - Todo el conjunto descrito está realizado en perfilería galvanizada y acabado en pintura especial para galvanizados (color azul Balat).
3. Cerramientos: Los cerramientos perimetrales, cubierta y fachadas, estarán realizados en panel sándwich. El panel que constituye los cerramientos perimetrales, debido a sus nervaduras, ofrece una considerable capacidad de carga como consecuencia de su sólida greca exterior, consiguiendo una altura total de 60 mm. Por su robustez y diseño este panel ofrece una total garantía de aislamiento y estanqueidad.

Dichos paneles poseen el Certificado de Idoneidad Técnica expedido por el ICITE y enmarcado en la Unión Europea para el Acuerdo Técnico de la Construcción UEAtc.

Tanto los paneles de cubierta como los de fachadas, pueden ser sustituidos y suministrados en el momento, en caso de deterioro accidental de los mismos, debido al sistema continuado de fabricación.

4. Protección contra incendios: A pesar de no ser preceptivo, se cumplirán las prescripciones del DB SI, en concreto, en lo referente a evacuación de ocupantes (SI3) e instalaciones de protección contra incendios (SI4).
5. Cumplimiento CTE: La actuación objeto del presente proyecto, debido a que se trata de una construcción de marcada sencillez técnica, escasa entidad, que no tiene carácter residencial o público, tal y como se recoge en el art. 2 de R.D. 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, queda fuera del ámbito de aplicación del mismo.



8. Evaluación de la producción energética

Mediante el software PVDesign y los datos de radiación solar en el emplazamiento del proyecto obtenidos de la base de datos PVGIS se ha calculado la producción de energía para la planta.

En total el parque está compuesto por 1 bloque de 49,8 MWp, con lo que la energía total producida en el primer año es de 95,86 GWh/año, este y otros datos relacionados con la producción del parque se resumen en la tabla siguiente:

Energía total producida	95,86 GWh/año
Producción específica	1920,4 kWh/kWp/año
Rendimiento de la instalación	80,67 %

Tabla 7.- Resumen producción energética.

En el “Anejo 4. Simulación de la producción” se presentan más detalles de la simulación.



9. Operación y mantenimiento de la Planta

9.1. Operación

Gracias al control monitorizado del sistema, la operación se limitará al seguimiento de la producción (que tendrá que ser similar a la estimación de producción) que se podrá visualizar en el monitor o contador existente a tal efecto.

El sistema de control de la planta (PPC – Power Plant Controller) estará equipado con funciones de control capaces de controlar la planta en el punto de conexión.

Algunas de las funciones serán excluyentes, teniendo el operador que seleccionar en qué modo de funcionamiento desea que la planta opere.

Los esquemas de control se organizarán con la siguiente prioridad (de la más alta a la más baja):

- Protección de la red y de la planta.
- Emulación de inercia, si procede.
- Control de frecuencia (ajuste de potencia activa).
- Restricción de potencia.
- Restricción de gradiente de potencia.

Estos controles se realizarán con las medidas tomadas en el punto de conexión y en los propios inversores, siendo el PPC el encargado de activar los controles de lazo cerrado correspondientes.

Los controles que se exigen en la normativa de referencia para el parque se realizarán algunos por los propios inversores y otros por el PPC. Sin embargo, todos los controles realizados por el PPC deberán ser soportados por los inversores.

Los inversores de la instalación permiten la comunicación vía Ethernet y RS-485 con cualquier usuario a través del SCADA de planta. Cualquier incidencia quedará registrada una vez se pasen los datos en el ordenador (en caso de la instalación de la interface de captura de datos).

El sistema de control PPC prevé la conexión a un dispositivo externo (como una alarma) con tal



de avisar en caso de fallo del sistema o pérdidas de energía.

9.2. Mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectadas a red.

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

9.2.1. Mantenimiento preventivo

El plan de mantenimiento preventivo está constituido por las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita anual semestral a la instalación. Se realizará un informe técnico en cada visita donde se reflejarán todos los controles y verificaciones realizados y si hay alguna incidencia.

Las instalaciones fotovoltaicas tienen dos partes claramente diferenciadas:

- El conjunto de los paneles e inversores, que transforman la radiación solar en energía eléctrica, constituyendo en definitiva una planta de potencia de generación eléctrica.
- El conjunto de equipos de la interconexión y protección, que permiten que la energía alterna tenga las características adecuadas según las normativas vigentes, y la protección de las personas y las instalaciones.

El mantenimiento de los equipos electrónicos viene especificado por el fabricante.

En el planteamiento del servicio de mantenimiento de las instalaciones el instalador debe



considerar los siguientes puntos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones a realizar por el servicio técnico y las que han de realizar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.
- Las operaciones de mantenimiento pueden ser de dos tipos muy diferenciados. Por un lado, tenemos la revisión del estado de operatividad de los equipos, conexiones y cableado, incluyendo aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza; y por otro, el control y calibración de los inversores.
- Los procedimientos de mantenimiento, y la frecuencia de estos serán reflejados en el libro de mantenimiento de la instalación.

Los paneles fotovoltaicos requieren muy poco mantenimiento, por su propia configuración, carente de partes móviles y con el circuito interior de las células y las soldaduras de conexión muy protegidas del ambiente exterior por capas de material protector. Su mantenimiento abarca los siguientes procesos:

- Limpieza periódica de los paneles. La suciedad acumulada sobre la cubierta transparente del panel reduce el rendimiento del mismo y puede producir efectos de inversión similares a los producidos por las sombras. El problema puede llegar a ser serio en el caso de los residuos industriales y los procedentes de las aves. La intensidad del efecto depende de la opacidad del residuo. Las capas de polvo que reducen la intensidad del sol de forma uniforme no son peligrosas y la reducción de la potencia no suele ser significativa. La periodicidad del proceso de limpieza depende, lógicamente, de la intensidad del proceso de ensuciamiento. En el caso de los depósitos procedentes de las aves conviene evitarlos instalando pequeñas antenas elásticas en la parte alta del panel, que impida a éstas que se posen. La acción de la lluvia puede en muchos casos reducir al mínimo o eliminar la necesidad de la limpieza de los paneles.
- La operación de limpieza debe ser realizada en general por el personal encargado del mantenimiento de la instalación, y consiste simplemente en el lavado de los paneles con agua y algún detergente no abrasivo, procurando evitar que el agua no se acumule sobre el panel.
- La inspección visual del panel tiene por objeto detectar posibles fallos, concretamente:



- Posible rotura del cristal: normalmente se produce por acciones externas y rara vez por fatiga térmica inducida por errores de montaje. Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas: normalmente son debidas a entrada de humedad en el panel por fallo o rotura de las capas de encapsulado.
- El adecuado estado de la estructura portante frente a corrosión. La no existencia de sombras con afección al campo fotovoltaico, producidas por el crecimiento de vegetación en los alrededores.
- Control del estado de las conexiones eléctricas y del cableado. Se procederá a efectuar las siguientes operaciones:
 - Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado de los paneles.
 - Comprobación de la estanquidad de la caja de terminales o del estado de los capuchones de protección de los terminales. En el caso de observarse fallos de estanquidad, se procederá a la sustitución de los elementos afectados y a la limpieza de los terminales. Es importante cuidar el sellado de la caja de terminales, utilizando según el caso, juntas nuevas o un sellado de silicona.
- El mantenimiento del sistema de regulación y control difiere especialmente de las operaciones normales en equipos electrónicos. Las averías son poco frecuentes y la simplicidad de los equipos reduce el mantenimiento a las siguientes operaciones:
 - Observación visual del estado y funcionamiento del equipo. La observación visual permite detectar generalmente su mal funcionamiento, ya que éste se traduce en un comportamiento muy anormal: frecuentes actuaciones del equipo, avisadores, luces, etc. En la inspección se debe comprobar también las posibles corrosiones y aprietes de bornes. Comprobación del conexionado y cableado de los equipos. Se procederá de forma similar en los paneles, revisando todas las conexiones y juntas de los equipos.
 - Comprobación del tarado de la tensión de ajuste a la temperatura ambiente, que las indicaciones sean correctas.
 - Toma de valores: Registro de los amperios-hora generados y consumidos en la instalación, horas de trabajo, etc.
- El mantenimiento de las puestas a tierra: cuando se utiliza un método de protección que incluye la puesta a tierra, se ha de tener en cuenta que el valor de la resistencia de tierra varía durante el año. Esta variación es debida a la destrucción corrosiva de los



electrodos, aumento de la resistividad del terreno, aflojamiento, corrosión, polvo, etc., a las uniones de las líneas de tierra, rotura de las líneas de tierra... Estas variaciones de la resistencia condicionan el control de la instalación para asegurar que el sistema de protección permanezca dentro de los límites de seguridad.

El programa de mantenimiento se basa en:

- Revisiones generales periódicas para poner de manifiesto los posibles defectos que existan en la instalación.
- Eliminación de los posibles defectos que aparezcan.

Se proponen revisiones generales semestrales, a realizar las siguientes medidas:

- Comprobación visual del generador fotovoltaico: detección de módulos dañados, acumulación de suciedad, etc.
- Comprobación de las características eléctricas del generador fotovoltaico (V_{oc} , I_{sc} , $V_{m\acute{a}x}$ e $I_{m\acute{a}x}$ en operación).
- Comprobación de los ajustes en las conexiones, del estado del cableado, cajas de conexiones y de protecciones. Comprobación de las características eléctricas del inversor (V_{in} , I_{in} , I_{out} , V_{red} , Rendimiento, f_{red}) Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a la red.
- Comprobación del sistema de monitorización.
- Medir la resistencia de tierra, realizándose en el punto de puesta a tierra.
- Medir la resistencia de cada electrodo, desconectándolo previamente de la línea de enlace a tierra.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

Mantenimiento de los equipos de protección: la comprobación de todos los relés ha de efectuarse cuando se proceda a la revisión de toda la instalación, siguiendo todas las especificaciones de los fabricantes de estos.

En resumen, este plan de mantenimiento preventivo incluirá las siguientes actuaciones:



- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora, o bien por otra empresa que disponga del contrato de mantenimiento y conozca la instalación en profundidad.

En las visitas de mantenimiento preventivo se le entregará al cliente copia de las verificaciones realizadas y las incidencias acaecidas, y se firmará en el libro de mantenimiento de la instalación, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa) y la fecha de la visita.

9.2.2. Mantenimiento correctivo

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado. Este plan incluye todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.



10. Plazo de ejecución de las obras

El plazo de ejecución de las obras de la planta fotovoltaica PSFV Tan Energy 2, será de 11 meses. Las obras comenzarán a partir de la obtención de todos los permisos y licencias administrativas, siendo el programa de construcción y puesta en marcha el que se muestra en el siguiente cronograma:





PARQUE SOLAR FOTOVOLTAICO TAN ENERGY 2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	S23	S24	S25	S26	S27	S28	S29	S30	S31	S32	S33	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43	S44	S45									
1 Parque Fotovoltaico Tan Energy 2																																																						
1,1 Diseño Constructivo																																																						
1,2 PO Estructura																																																						
1,3 PO Paneles																																																						
1,4 PO Inversores																																																						
1,5 PO Material electrico																																																						
1,6 Marcjae topográfico																																																						
1,7 Hincado de Postes																																																						
1,8 Montaje de Trackers																																																						
1,9 Montaje de paneles																																																						
1,10 Obra Civil																																																						
1,11 Instalación Eléctrica DC																																																						
1,12 Instalación Eléctrica AC																																																						
1,13 Conexión de la Planta																																																						
1,14 Pruebas de funcinamiento																																																						
1,15 Finalización de las obras																																																						
2 Fase de Legalización de Instalación fotovoltaica																																																						
2,1 Aceptación contrato con REE/Distribución																																																						
2,2 Autorización Administrativa																																																						
2,3 Comercial Operation Date (COD)																																																						

Tabla 8. Plazo de ejecución de la obra.



11. Resumen de presupuesto

El presupuesto del presente proyecto asciende a la cantidad de VEINTICINCO MILLONES DOSCIENTOS SETENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y TRES EUROS Y TRAINTA CÉNTIMOS (25.272.463,30 €).

A continuación, se presenta un resumen de las diferentes partidas.

Resumen presupuesto	
Capítulo 1: Equipos principales	16.902.755,58 €
Capítulo 2: Coste de instalación	16.902.755,58 €
Coste de ejecución material	16.902.755,58 €
Beneficio industrial (6%)	1.014.165,33 €
Capítulo 3: Ingeniería y tramitación	647.053,68 €
Capítulo 4: Seguridad y Salud	125.000,48 €
Capítulo 5: Gastos Generales (13%)	2.197.358,23 €
Coste Proyecto	20.886.333,30 €
Base imponible (21% IVA)	4.386.129,99 €
Total	25.272.463,30 €

Tabla 9. Resumen del presupuesto.



12. Organismos afectados

Con el levantamiento topográfico y durante la inspección visual de las parcelas se han detectado los siguientes Administraciones, organismos o empresas de servicio público o de servicios de interés general afectados, para los que se presentan las correspondientes separatas de acuerdo con el art. 130 del RD 1955/2000:

- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (Vías Pecuarias)
- Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas de Andalucía. Subcuenca Guadiaro
- Separata Ayuntamiento de Jimena de la Frontera
- Separata E-Distribución (Endesa)



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



Anejo N.º 1: Ficha Técnica TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Ficha técnica		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_Anejo N°1 – Ficha Técnica	
Fecha: 08/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	5	08/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



NOMBRE DEL PROYECTO	Tan Energy 2
DATOS PROMOTOR	TAYAN INVESTMENT 13, SL
<ul style="list-style-type: none"> NOMBRE CIF DOMICILIO 	<p>Tan Energy 2</p> <p>B-88454384</p> <p>C/ Diego De Leon 47, 28006 - Madrid</p>
POTENCIA INSTALADA	49,8 MWp
POTENCIA NOMINAL	43,3 MWac
POTENCIA APARENTE	48,1 MVA
ENERGÍA PRODUCIDA	95,86 GWh/año
PRODUCCIÓN ESPECÍFICA	1920,4 kWh/kWp/año
PERFORMANCE RATE (PR)	80,67 %
UBICACIÓN	Jimena de la Frontera/Cádiz/Andalucía
TIPO DE MÓDULOS	Silicio Monocristalino
Nº DE MODULOS	93912
CONFIGURACIÓN	2V84
POTENCIA DE MODULO	530 W
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1 (SKID)	6
<ul style="list-style-type: none"> Nº DE INVERSORES / SKID POTENCIA INVERSORES Nº TRANSFORMADORES / SKID POTENCIA TRANSFORMADORES 	<p>2</p> <p>3,437 MW</p> <p>1</p> <p>7 MVA</p>
CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO 2 (SKID)	2
<ul style="list-style-type: none"> Nº DE INVERSORES / SKID POTENCIA INVERSORES Nº TRANSFORMADORES / SKID POTENCIA TRANSFORMADORES 	<p>1</p> <p>3,437 MW</p> <p>1</p> <p>3,5 MVA</p>
TIPO DE ESTRUCTURA	Con Seguidor 2V84
ORIENTACIÓN	N-S

PITCH

9,4 metros



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



**Anejo N.º 2:
Memoria cálculos
eléctricos
TAN ENERGY 2**



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Memoria de cálculos eléctricos		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_Anejo Nº 2 - Memoria cálculos eléctricos	
Fecha: 11/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	30	11/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre	Personal / Entidad		
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



Contenido

1.Objeto	5
2.Criterios de diseño	6
2.1.Datos de partida para cálculo de cables	6
3.Cálculo de cables de baja tensión	7
3.1.Cálculo de sección por intensidad máxima admisible	7
3.2.Cálculo de sección por caída de tensión	11
3.3.Resultados	12
4.Cálculo de cables de alta tensión	24
4.1.Cálculo de sección por intensidad máxima admisible	24
4.2.Cálculo de sección por caída de tensión	26
4.1.Resultados	27
5.Cálculos de red de tierras	28
5.1- Cálculo red de tierras de la instalación fotovoltaica	29



Lista de Tablas:

Tabla 1: Cable String box – Inversor: Estándar aluminio.....	8
Tabla 2: Cable String – String box: Estándar cobre	8
Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor	13
Tabla 4: Cálculo de secciones típicas Cable String-Caja nivel.....	20
Tabla 5: Cálculo de secciones de cable de Alta tensión trifásica	27
Tabla 6: Resistencia media de red de tierras en campo fotovoltaico	29
Tabla 7: Simplificación a malla sin picas rectangular para campo solar	29



1. Objeto

La presente memoria tiene por objeto definir el procedimiento de los cálculos eléctricos necesarios para el dimensionamiento y la selección de elementos que componen la planta solar fotovoltaica Tan Energy 1, en el municipio de Jimena de la Frontera, Cádiz.

La memoria engloba los siguientes cálculos:

- Cálculo y selección de cables de corriente continua en baja tensión.
- Cálculo y selección de cables de corriente alterna en alta tensión.
- Cálculo de la red de tierras.



2. Criterios de diseño

2.1. Datos de partida para cálculo de cables

Para realizar el cálculo de los cables de corriente continua que se van a utilizar, se tendrá en cuenta que la caída de tensión máxima será del 1,5%, desde los módulos hasta los inversores centrales, según se indica en el punto 5 de la ITC-BT-40 “Instalaciones generadora de baja tensión”.

En este mismo apartado del REBT se indica que “los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador”.

La temperatura ambiente considerada para el diseño de los cables será de 40º C. La temperatura del terreno se tomará como 25ºC y la resistividad térmica como 1,5 K·m/W, a confirmar posteriormente por un estudio geológico apropiado.

El valor del $\cos \varphi$ considerado para el diseño de los circuitos de media tensión es 1.



3. Cálculo de cables de baja tensión

Según el REBT, la sección de un conductor debe ser calculada considerando la intensidad máxima admisible y la caída de tensión. Una vez calculadas las dos condiciones, se elegirá la mayor sección.

3.1. Cálculo de sección por intensidad máxima admisible

Las fórmulas que se van a utilizar para aplicar el criterio de selección por calentamiento son las siguientes:

$$I_b = 1,25 \cdot P/V$$

$$I_b < I_{ad} = I_{mad} \cdot k$$

Donde:

- I_b Intensidad que circula por el circuito (A)
- I_{ad} Intensidad admisible del circuito en condiciones de instalación (A)
- I_{mad} Intensidad máxima admisible en condiciones ideales (A)
- k Factores de corrección según tipo de instalación (adimensional)
- P Potencia del circuito (W)
- V Tensión del circuito (V)

Para el cálculo de las intensidades máximas admisibles en los circuitos se ha seguido las directrices de la norma *UNE-HD-60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones*, aplicando los factores de corrección adecuados para la temperatura ambiente, agrupamiento de cables y temperatura y resistividad del terreno.

Las intensidades máximas admisibles se han obtenido directamente a partir de las recomendadas en la norma mencionada, para cables de cobre y aluminio directamente enterrados o enterrados en tubo.



Tabla 1: Cable String box – Inversor: Estándar aluminio

Sección (mm ²)	I max admisible (A)
70	156
95	185
120	211
150	239
185	267
240	309
300	349

Tabla 2: Cable String – String box: Estándar cobre

Sección (mm ²)	I max admisible (A)
6	53
10	70
16	91
25	116

Para poder seleccionar los factores de corrección, de la tabla A.52.3 de la norma anteriormente mencionada se recoge que el tipo de instalación para cables directamente enterrados sin protección mecánica complementaria es tipo D2 en el tramo caja de nivel a inversor y tipo D1, es decir, enterrado bajo tubo para el tramo string-caja de nivel.

Se muestran a continuación las tablas de factores de corrección de las intensidades máximas admisibles empleadas en los cálculos realizados.



TABLA B.52.15

Factores de corrección de la intensidad admisible para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 25 °C a aplicar para cables (en conductos enterrados)

AISLAMIENTO	TEMPERATURA AMBIENTE (θ _a) (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,04	1,00	0,97	0,93	0,89	0,83	0,79	0,74	0,68	0,63	0,55	0,48	0,40

TABLA B.52.16

Factores de corrección de la intensidad admisible para cables soterrados en terrenos de resistividad térmica diferente a 2,5 K·m/W

RESISTIVIDAD TÉRMICA K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Cables en conductos enterrados (D1)	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Cables enterrados directamente (D2)	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

TABLA B.52.18

Factores de corrección por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados (tipo D2)

NÚMERO DE CIRCUITOS	DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a)				
	Nóla (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125m	0,25m	0,5m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

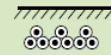
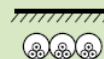




TABLA B.52.19

**A-Cables multiconductores en conductos enterrados (tipo D1)
o cables unipolares en un solo conducto**

NÚMERO DE CABLES MULTICOLORES O DE GRUPOS DE 2 O 3 CABLES UNIPOLARES (UN CIRCUITO POR CONDUCTO)	DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a)			
	Nója (tubos en contacto)	0,25m	0,50m	1,0m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82





3.2. Cálculo de sección por caída de tensión

Como se ha indicado en el apartado dos, para este apartado se aplican los siguientes criterios:

- Caída de tensión de la parte de corriente continua ha de ser menor del 1,5%.
- Temperatura ambiente 40°C y temperatura del terreno 25°C.

Las fórmulas que se van a utilizar para la aplicación de este criterio son las siguientes:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot Ib \cdot L \cdot \rho_T}{S}$$

$$\Delta V\% = 100 \cdot \Delta V/V$$

$$\rho_T = \rho_{20} + \rho_{20} \cdot \alpha \cdot (T - 20)$$

$$T = T_0 + (T_{m\acute{a}x} - T_0) \cdot (I_b/I_{m\acute{a}x})^2$$

Donde:

ΔV	Caída de tensión en circuito (V)
$\Delta V\%$	Caída de tensión porcentual (%)
L	Longitud del circuito (m)
Ib	Intensidad de cálculo (A)
S	Sección del cable (mm ²)
ρ_T	Resistividad del cable corregida para la temperatura de trabajo (Ω mm ² /m)
ρ_{20}	Resistividad del cable a 20°C (Ω mm ² /m)
α	Coefficiente de corrección de la resistividad (°C) ⁻¹
T	Temperatura del cable en condiciones nominales de trabajo
T_0	Temperatura ambiente del cable, en este caso la T ^a del terreno.
$T_{m\acute{a}x}$	Temperatura máxima a la que puede estar sometido el cable.
$I_{m\acute{a}x}$	Intensidad máxima admisible

Los datos necesarios para realizar los cálculos, tales como valores de resistividad y del coeficiente de temperatura se han obtenido de la Tabla 2 de la Guía Técnica de Aplicación de Baja Tensión Anexo 2.



3.3. Resultados

En las siguientes tablas se pueden ver los resultados obtenidos en el cálculo de las secciones de baja tensión.

En el cálculo que aparece reflejado en la Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor, se han aplicado los siguientes factores de corrección para el método de selección por intensidad máxima admisible:

- Temperatura del terreno: 25°C: FC = 1
- Cable directamente enterrado: Método D2
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W: FC = 1,28
- Factor de corrección por agrupamiento: En tabla

La nomenclatura indicada con tres números, en la Tabla 3, representa número de centro de transformación, seguido del número de inversor correspondiente a cada uno, seguido de la caja de nivel correspondiente a dicho inversor.

Para el cálculo reflejado en la Tabla 4: Cálculo de secciones típicas Cable String-Caja nivel, se han aplicado los siguientes factores de corrección para el método de selección por intensidad máxima admisible:

- Temperatura del terreno: 25°C: FC = 1
- Cable enterrado bajo tubo: Método D1
- Resistividad térmica del terreno: 1,5 K·m/W: FC= 1,1
- Factor de corrección por agrupamiento: En tabla

La nomenclatura es similar a la anterior a excepción.

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento		FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)
1.1.1	603,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	505,72	63,02	0,0329	24,37	2,1
1.1.2	535,55	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	505,72	63,02	0,0329	21,64	1,9
1.1.3	458,73	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	505,72	63,02	0,0329	18,53	1,6
1.1.4	84,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	3,69	0,3
1.1.5	140,36	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	6,13	0,5
1.1.6	62,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	2,73	0,2
1.1.7	147,10	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	6,42	0,5
1.1.8	193,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	8,45	0,7
1.1.9	62,63	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	2,74	0,2
1.1.10	147,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	6,43	0,5
1.2.1	184,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	8,04	0,7
1.2.2	118,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	5,17	0,4
1.2.3	99,93	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	4,36	0,3
1.2.4	43,47	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	1,90	0,1
1.2.5	204,35	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	8,92	0,8
1.2.6	129,56	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	5,66	0,5
1.2.7	130,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	5,70	0,5
1.2.8	109,24	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	505,72	63,02	0,0329	4,41	0,3
1.2.9	165,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	505,72	63,02	0,0329	6,67	0,6
1.2.10	147,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	505,72	63,02	0,0329	5,97	0,5
2.1.1	459,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	20,09	1,8

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento		FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)
2.1.2	394,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	17,23	1,5
2.1.3	374,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	16,34	1,4
2.1.4	308,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	13,47	1,2
2.1.5	675,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	29,49	2,6
2.1.6	645,35	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	28,19	2,5
2.1.7	561,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	24,50	2,2
2.1.8	150,95	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	6,36	0,5
2.1.9	177,84	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	7,50	0,6
2.1.10	140,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	5,92	0,5
2.2.1	54,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	2,29	0,2
2.2.2	100,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	4,23	0,3
2.2.3	209,20	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	14,45	1,3
2.2.4	162,70	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	11,24	1,0
2.2.5	96,90	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	6,70	0,6
2.2.6	175,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	7,39	0,6
2.2.7	186,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	7,87	0,7
2.2.8	254,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	10,71	0,9
2.2.9	349,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	14,73	1,3
2.2.10	396,92	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	16,73	1,5
3.1.1	66,00	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	4,56	0,4
3.1.2	98,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	4,13	0,3
3.1.3	114,90	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	7,94	0,7
3.1.4	174,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	7,37	0,6

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento	FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)	
3.1.5	175,20	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	12,11	1,0
3.1.6	195,25	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	8,23	0,7
3.1.7	280,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	11,83	1,0
3.1.8	271,90	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	18,79	1,6
3.1.9	243,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	10,26	0,9
3.1.10	308,40	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	21,31	1,9
3.1.11	368,40	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	25,45	2,2
4.1.1	702,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	30,68	2,7
4.1.2	635,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	27,75	2,5
4.1.3	633,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	27,68	2,4
4.1.4	549,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	23,99	2,1
4.1.5	584,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	25,51	2,2
4.1.6	555,95	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	24,28	2,1
4.1.7	480,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	20,99	1,8
4.1.8	47,96	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	3,31	0,2
4.1.9	95,75	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	6,62	0,5
4.1.10	171,60	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	11,86	1,0
4.2.1	397,30	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	21,51	1,9
4.2.2	273,50	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	14,81	1,3
4.2.3	348,75	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	18,88	1,7
4.2.4	376,60	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	20,39	1,8
4.2.5	104,50	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	2 a d=0,125m	0,85	1,088	445,85	73,91	0,0341	6,90	0,6
4.2.6	48,90	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	2,65	0,2

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento	FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)	
4.2.7	133,50	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	7,23	0,6
4.2.8	189,90	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	10,28	0,9
4.2.9	255,40	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	13,83	1,2
4.2.10	56,50	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	2 a d=0,125m	0,85	1,088	445,85	73,91	0,0341	3,73	0,3
5.1.1	233,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	9,86	0,8
5.1.2	158,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	6,68	0,6
5.1.3	222,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	9,40	0,8
5.1.4	147,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	6,23	0,5
5.1.5	100,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	4,24	0,3
5.1.6	185,40	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	12,81	1,1
5.1.7	110,50	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	7,63	0,6
5.1.8	185,80	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	12,84	1,1
5.1.9	118,00	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	8,15	0,7
5.1.10	70,90	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	4,90	0,4
5.2.1	80,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	3,40	0,3
5.2.2	97,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	4,12	0,3
5.2.3	193,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	8,15	0,7
5.2.4	240,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	10,13	0,9
5.2.5	315,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	13,31	1,2
5.2.6	101,00	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	6,98	0,6
5.2.7	80,60	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	4,36	0,3
5.2.8	126,50	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	6,85	0,6
5.2.9	222,50	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	12,04	1,0

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento	FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)	
5.2.10	241,40	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	13,07	1,1
6.1.1	71,20	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	4,92	0,4
6.1.2	108,40	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	7,49	0,6
6.1.3	33,60	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	2,32	0,2
6.1.4	315,25	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	13,77	1,2
6.1.5	240,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	10,48	0,9
6.1.6	164,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	7,20	0,6
6.1.7	171,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	7,51	0,6
6.1.8	391,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	17,11	1,5
6.1.9	355,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	15,53	1,4
6.1.10	280,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	7 a d=0,125m	0,59	0,755	397,83	86,43	0,0356	12,26	1,1
7.1.1	370,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	15,60	1,4
7.1.2	407,10	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	17,16	1,5
7.1.3	236,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	9,98	0,8
7.1.4	172,50	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	9,34	0,8
7.1.5	159,30	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	8,62	0,7
7.1.6	83,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	3,51	0,3
7.1.7	45,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	1,93	0,1
7.1.8	97,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	4,24	0,3
7.1.9	174,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	7,58	0,6
7.1.10	251,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	10,92	0,9
7.2.1	64,20	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	3,48	0,3
7.2.2	120,80	24	309,41	343,14	500	1	386,76	463,60	4 a d=0,125m	0,70	0,896	415,39	81,35	0,0350	6,54	0,5

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento		FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)
7.2.3	44,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	1,88	0,1
7.2.4	119,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	5,05	0,4
7.2.5	207,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	8,74	0,7
7.2.6	318,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	13,83	1,2
7.2.7	253,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	10,98	0,9
7.2.8	157,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	6,84	0,6
7.2.9	160,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	6,76	0,6
7.2.10	265,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	11,19	1,0
8.1.1	155,30	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	6,55	0,5
8.1.2	94,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	3,96	0,3
8.1.3	169,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	7,15	0,6
8.1.4	111,70	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	4,71	0,4
8.1.5	83,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	5 a d=0,125m	0,65	0,832	438,29	75,62	0,0343	3,52	0,3
8.1.6	93,40	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	4,05	0,3
8.1.7	50,20	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	3,47	0,3
8.1.8	146,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	6,34	0,5
8.1.9	267,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	11,61	1,0
8.1.10	239,50	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	10,39	0,9
8.2.1	235,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	10,23	0,9
8.2.2	160,60	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	6,97	0,6
8.2.3	245,10	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	10,64	0,9
8.2.4	169,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	7,37	0,6
8.2.5	104,20	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	4,52	0,4

Tabla 3: Cálculo de secciones típicas caja-inversor

	Longitud (m)	Nº Strings/caja	Impp (A)	Pmpp (kW)	S (mm ²)	Nº conductores x fase	Ib cálculo (A) x1,25	Imad máx admisible (A)	FC por agrupamiento		FC Total	Iad máx admisible corregida (A)	Tª trabajo cable	Resistividad corregida-Tª trabajo (ohm.mm ² /m)	CdT (V)	CdT (%)
8.2.6	83,90	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	3,64	0,3
8.2.7	210,40	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	14,54	1,3
8.2.8	134,80	24	309,41	343,14	400	1	386,76	409,79	3 a d=0,125m	0,75	0,960	393,40	87,83	0,0357	9,31	0,8
8.2.9	145,00	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	6,29	0,5
8.2.10	201,80	24	309,41	343,14	630	1	386,76	526,79	6 a d=0,125m	0,60	0,768	404,58	84,40	0,0353	8,76	0,7

La caída de tensión media en el tramo caja de nivel-inversor es 0,879 %.



Tabla 4: Cálculo de secciones típicas Cable String-Caja nivel

	Longitud (m)	Nº Strings	Impp (A)	Tipo cable	Seccion (mm2)	Tª trabajo	Resistividad	CdT (V)	CdT (%)
1.1.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.5	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
1.1.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.8	25,45	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,12	0,28
1.1.9	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.1.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.2	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
1.2.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.5	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.7	25,45	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,12	0,28
1.2.8	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
1.2.9	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
1.2.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.1.1	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
2.1.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.1.3	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
2.1.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.1.5	39,50	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,84	0,44
2.1.6	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
2.1.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.1.8	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
2.1.9	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
2.1.10	25,45	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,12	0,28
2.2.1	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
2.2.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.2.3	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
2.2.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.2.5	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
2.2.6	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
2.2.7	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
2.2.8	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
2.2.9	31,28	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,83	0,35
2.2.10	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
3.1.1	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28



3.1.2	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
3.1.3	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
3.1.4	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
3.1.5	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
3.1.6	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
3.1.7	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
3.1.8	28,09	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,44	0,31
3.1.9	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
3.1.10	30,77	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,77	0,34
3.1.11	32,11	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,93	0,35
4.1.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.1.2	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
4.1.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.1.4	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
4.1.5	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
4.1.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.1.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.1.8	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
4.1.9	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
4.1.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.4	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
4.2.5	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.6	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
4.2.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.8	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
4.2.9	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
4.2.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.2	31,28	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,83	0,35
5.1.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.5	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
5.1.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.8	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.1.9	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
5.1.10	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
5.2.1	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
5.2.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.2.3	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
5.2.4	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
5.2.5	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.2.6	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33



5.2.7	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
5.2.8	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
5.2.9	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
5.2.10	32,45	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,98	0,36
6.1.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.5	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.8	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
6.1.9	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
6.1.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.1	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
7.1.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.5	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.7	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
7.1.8	32,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,99	0,36
7.1.9	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.1.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.2.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.2.2	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
7.2.3	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
7.2.4	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
7.2.5	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
7.2.6	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.2.7	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
7.2.8	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.2.9	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
7.2.10	33,63	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,12	0,37
8.1.1	25,40	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,11	0,28
8.1.2	33,76	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,14	0,37
8.1.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.1.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.1.5	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.1.6	30,10	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,69	0,33
8.1.7	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
8.1.8	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
8.1.9	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
8.1.10	27,75	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,40	0,31
8.2.1	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.2.2	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38



8.2.3	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.2.4	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.2.5	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
8.2.6	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
8.2.7	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.2.8	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38
8.2.9	26,58	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	3,26	0,29
8.2.10	34,80	3	38,68	Estándar XLPE COBRE	16,00	65,42	0,0203	4,26	0,38

La caída de tensión media en el tramo string-caja de nivel es 0,36 % y previamente se ha visto que en el tramo caja de nivel-inversor es 0,879 %. Por tanto, la suma de la caída de tensión en la parte de CC es inferior al 1,5 % máximo permitido.

CÁLCULO POR MÉTODO DE INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

In string (A)	Nº Strings	I cálculo	Sección	I max ad	Agrupación	FC total	I ad	I cálculo < I ad	
38,676	3	48,35	16	91	10 en contacto	0,49	0,54	49,05	OK



4. Cálculo de cables de alta tensión

En este apartado se especificarán los métodos seleccionados para realizar el cálculo de los cables de corriente alterna de alta tensión a 30kV desde los transformadores de los centros de transformación hasta las celdas de MT de la Subestación Colectora Tan Energy.

Los criterios para seleccionar la sección del cable son los mismos que el apartado anterior.

4.1. Cálculo de sección por intensidad máxima admisible

Las fórmulas que se van a utilizar para aplicar el criterio de selección por calentamiento son las siguientes:

$$I_b = \frac{P}{(\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi)}$$
$$I_b < I_{ad} = I_{mad} \cdot k$$

Donde:

- I_b Intensidad que circula por el circuito (A)
- I_{ad} Intensidad admisible del circuito en condiciones de instalación (A)
- I_{mad} Intensidad máxima admisible en condiciones ideales (A)
- k Coeficientes de corrección según tipo de instalación (adimensional)
- P Potencia del circuito (W)
- V Tensión del circuito (V)



En este caso, tanto la intensidad máxima admisible como los factores de corrección se han obtenido del del RD 223/2008, *Reglamento sobre condiciones y garantías técnicas de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09*.

Los datos han sido tomados de la ITC-LAT-06 *Líneas subterráneas con cables aislados*.

La Intensidad máxima admisible viene especificada en la Tabla 6:

Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados

Sección (mm ²)	EPR		XLPE		HEPR	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
25	125	96	130	100	135	105
35	145	115	155	120	160	125
50	175	135	180	140	190	145
70	215	165	225	170	235	180
95	255	200	265	205	280	215
120	290	225	300	235	320	245
150	325	255	340	260	360	275
185	370	285	380	295	405	315
240	425	335	440	345	470	365
300	480	375	490	390	530	410
400	540	430	560	445	600	470

Los factores de corrección que se han aplicado son los siguientes:

Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C

Temperatura °C Servicio Permanente θ_s	Temperatura del terreno θ_t , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61

Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W

Tipo de instalación	Sección del conductor mm ²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W							
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3	
Cables directamente enterrados.	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75	
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75	
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74	
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74	
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74	
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74	
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74	
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74	
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73	
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73	
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73		
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83	
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83	
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83	
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82	
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82	
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82	
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82	
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82	
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81	
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81		



Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-

4.2. Cálculo de sección por caída de tensión

En este apartado se aplican los siguientes criterios:

- Caída de tensión de la parte de corriente alterna ha de ser menor del 1,5%.
- Temperatura del terreno 25°C.
- Se toma el $\cos \varphi$ igual a 1.

Las fórmulas que se van a utilizar para la aplicación de este criterio son las siguientes:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sqrt{1 - (\cos \varphi)^2})$$

$$\Delta V\% = \frac{100 \cdot \Delta V}{1000 \cdot V}$$

Donde:

ΔV Caída de tensión en circuito (V)

$\Delta V\%$ Caída de tensión porcentual (%)

V Tensión de trabajo, en este caso 30 kV.

L Longitud del circuito, se ha sobredimensionado un 125% (km)

I_b Intensidad de cálculo (A)

R Resistencia del cable a Tª máxima (Ω/km)

X Reactancia del cable a 50 Hz (Ω/km)

$\cos \varphi$ Coseno del ángulo φ (adimensional)

4.1. Resultados

Los resultados obtenidos en el cálculo de las secciones de los cables de media tensión en corriente alterna se puede ver en la siguiente tabla:

Tabla 5: Cálculo de secciones de cable de Alta tensión trifásica

Trazado		Longitud (ml)		P (MW)	Acumulado potencia (MW)	Tensión (kV)	Intensidad (A)	Sección (mm ²)	Hilos por fase	Ternas por zanja	I. max diseño	Fc T ³ Terreno	Fc Naturaleza Terreno	Fc distancia entre ternas	Fc prof zanja	I. max adm corregida	Temp cond.	Resist del conductor ($\Omega \times m/mm^2$)	Conduct del conductor ($\Omega \times m/mm^2$) ^{1/2}	c.d.t. (V)	C.d.t. (%)	C.d.t. acum (%)
Origen	Destino	Med. Plano	Med cálculo																			
Línea 1																						
PS1	PS2	479,91	527,90	6,87	6,87	30	132,447	185	1	1	295	1	1	1	1	295	38,102	0,0311	32,138	20,368	0,07	0,07
PS3	PS2	314,26	345,69	3,43	3,43	30	66,224	185	1	1	295	1	1	1	1	295	28,276	0,030	33,370	6,423	0,02	0,02
PS2	SET	1647,43	1812,17	6,87	17.18	30	311.118	300	1	1	390	1	1	1	1	390	71.854	0,0351	28,522	121,457	0,40	0,49
Línea 2																						
PS4	PS5	225,56	248,12	6,87	6,87	30	132,447	185	1	1	295	1	1	1	1	295	38,102	0,0311	32,138	9,573	0,03	0,03
PS5	SET	550,66	605,73	6.874.000	13.748.000	30	264,894	240	1	1	345	1	1	1	1	345	63,319	0,0341	29,358	39,443	0,13	0,16
Línea 3																						
PS7	PS8	337,13	370,84	6.874.000	6.874.000	30	132,447	185	1	1	295	1	1	1	1	295	38,102	0,0311	32,138	14,308	0,05	0,05
PS8	PS6	1490,15	1639,17	6.874.000	13.748.000	30	264,894	240	1	1	345	1	1	1	1	345	63,319	0,0341	29,358	106,736	0,36	0,40
PS6	SET	277,04	304,74	3.437.000	17.185.000	30	311.118	300	1	1	390	1	1	1	1	390	71,854	0,0351	28,522	20,425	0,07	0,47

Se comprueba que la suma de la caída de tensión total en cada línea de media tensión en corriente alterna es menor de 1,5%.



5. Cálculos de red de tierras

Para el cálculo de la puesta a tierra se emplearán las siguientes fórmulas:

$$R_1 = \frac{\rho}{L_1}$$

$$R_2 = \frac{2 \cdot \rho}{L_2}$$

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

Donde:

- R₁ Resistencia electrodo de cobre (Ω)
- R₂ Resistencia conductor de cobre (Ω)
- R_T Resistencia equivalente de R₁ con R₂ (Ω)
- L₁ Longitud electrodo de cobre (m)
- L₂ Longitud conductor de cobre (m)
- ρ Resistencia del terreno (Ω·m).



5.1- Cálculo red de tierras de la instalación fotovoltaica

Para el cálculo de la red de tierras de la zona donde se sitúan los módulos fotovoltaicos se ha tomado un valor estándar de resistividad eléctrica de 150 Ohm.m. Se han considerado los siguientes cables

- Cable tierra por zanja BT: Cu 50mm²
- Cable tierra por zanja MT: Cu 50mm²
- Cable anillo de tierras CTs: Cu 50mm²
- Picas puesta a tierra: 2m y diámetro 14mm²

Tabla 6: Resistencia media de red de tierras en campo fotovoltaico

	Longitud lineal (m)	Mayoración	Lon. Cálculo (m)	Resistencia (ohm)	R ⁻¹
Campo solar MT y BT (50mm ²)	13159,2	1,1	14475.1	0,020725	48.2505

Tabla 7: Simplificación a malla sin picas rectangular para campo solar

Área total (m ²)	887244
Resistividad del terreno (Ohm.m)	150
Profundidad de enterrado conductor (m)	0,8
Longitud total de los conductores (m)	13870,67
Resistencia de PAT malla (Ohm)	0,082031



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



Anejo N.º 3: Especificaciones técnicas TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Especificaciones técnicas		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN4_Anejo N° 3	
Fecha: 09/12/2020		- Especificaciones técnicas	
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	12	09/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
RRA			





The next-generation-now horizontal single-axis solar tracker



TECHNICAL DATASHEET



Single-Axis Tracker

MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows
Tracking Range	120° +
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor
Power Supply	AC/DC Universal Input Optional: Self-Powered PV Series
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack Backtracking
Communication	Wire RS-485 Full Wired Optional: Wireless Hybrid Radio + RS-485 Cable
Wind Resistance	Per Local Codes
Land Use Features	Independent Rows YES Slope North-South 17% Slope East-West Unlimited Ground Coverage Ratio Configurable. Typical range: 28-50%
Foundation	Driven Pile Ground Screw Concrete
Temperature Range	Standard - 4°F to +131°F -20°C to +55°C Extended -40°F to +131°F -40°C to +55°C
Availability	>99%
Modules	Standard: 72 cells Optional: 60 Cells; Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others); Bifacial

SPAIN / Headquarters
Pol. Ind. La Serreta
Gabriel Campillo, s/n, 30500
Molina de Segura, Murcia, Spain
info@soltec.com
+34 968 603 153

MADRID
Núñez de Balboa 33, 1ªA
28001 Madrid
emea@soltec.com
+34 91 449 72 03

UNITED STATES
usa@soltec.com
+1 510 440 9200

BRAZIL
brasil@soltec.com
+55 071 3026 4900

MEXICO
mexico@soltec.com
+52 1 55 5557 3144

CHILE
chile@soltec.com
+56 2 25738559

PERU
peru@soltec.com
+51 1422 7279

INDIA
india@soltec.com
+91 124 4568202

AUSTRALIA
australia@soltec.com
+61 2 8067 8811

CHINA
china@soltec.com
+86 21 66285799

ARGENTINA
argentina@soltec.com
+54 9 114 889 1476

EGYPT
egypt@soltec.com

B&V Bankability report
DNV GL Technology
Review available
RWDI WIND TUNNEL TESTED

MODULE CONFIGURATIONS

1000V	Length	Height	Width	1500V	Length	Height	Width
2x38	38.1 m (124' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 12")	2x42	42.1 m (138' 12")	3.95 m (12' 12")	3.92 m (12' 10")
				2x43.5	44.1 m (144' 8")		
2x40	40.1 m (131' 7")	2x45	45.1 m (147' 12")				

SERVICES

Tracker Advisory Services	Tracker Turnkey Contracting
Technical Support	Commissioning
Pull Test	Maintenance

MAINTENANCE ADVANTAGES

Self-lubricating Bearings
Face to Face Cleaning Mode
2x Wider Aisles

WARRANTY

Structure 10 years (extendable)
Motor 5 years (extendable)
Electronics 5 years (extendable)



www.soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec Energías Renovables • SF7.180509

SG3125HV-MV-30/ SG3400HV-MV-30

Turnkey Station for 1500 Vdc System MV Transformer Integrated



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99%

EASY O&M

- Integrated zone monitoring and MV parameters monitoring function for online analysis and trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance
- Convenient external touch screen

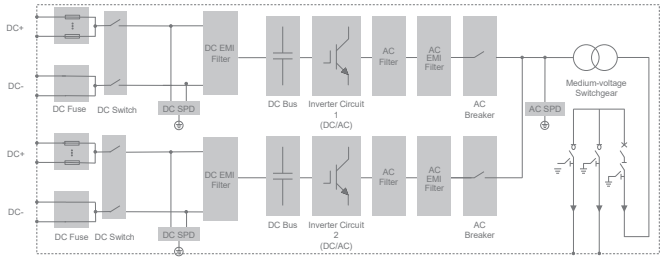
SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 20-foot container design
- DC 1500V system, low system cost
- Integrated MV transformer, switchgear, and LV auxiliary power supply
- Q at night function optional

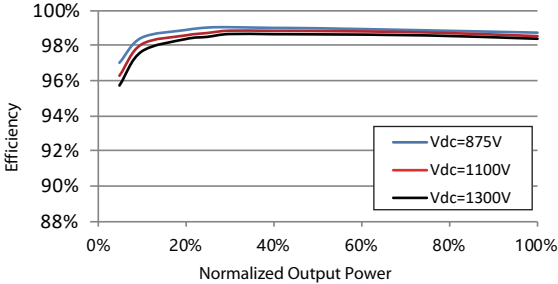
GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116
- Low / High voltage ride through (L / HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE (SG3125HV-30)

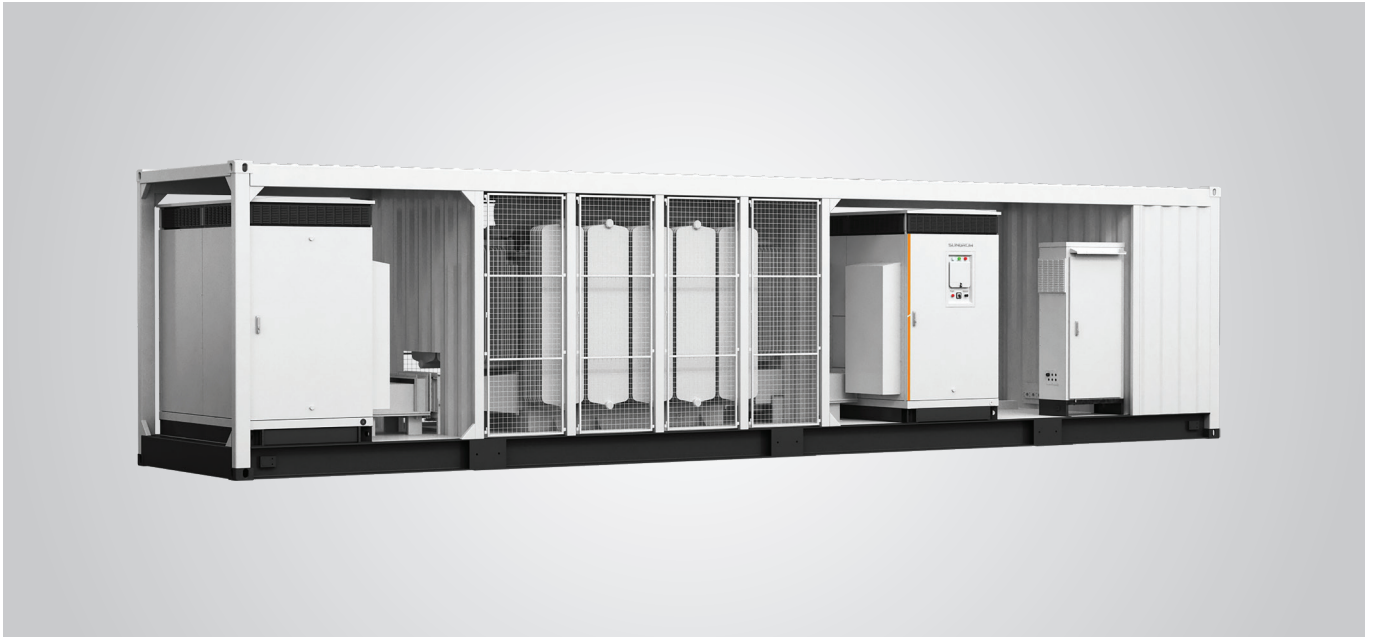


Type designation	SG3125HV-MV-30	SG3400HV-MV-30
Input (DC)		
Max. PV input voltage	1500 V	
Min. PV input voltage / Start-up input voltage	875 V / 915 V	
MPP voltage range for nominal power	875 – 1300 V	
No. of independent MPP inputs	2	
No. of DC inputs	18 / 22 / 24 / 28 (max. 24 for floating system)	
Max. PV input current	3997 A	
Max. DC short-circuit current	10000 A	
PV array configuration	Negative grounding or floating	
Output (AC)		
AC output power	3125 kVA @ 50 °C / 3437 kVA @ 45 °C	3437 kVA @ 45 °C
Max. inverter output current	3308 A	
AC voltage range	20 kV – 35 kV	
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
THD	< 3 % (at nominal power)	
DC current injection	< 0.5 % In	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging	
Feed-in phases / connection phases	3 / 3	
Efficiency		
Inverter max. efficiency	99.0%	
Inverter Euro. efficiency	98.7%	
Transformer		
Transformer rated power	3125 kVA	3437 kVA
Transformer max. power	3437 kVA	3437 kVA
LV / MV voltage	0.6 kV / (20 – 35) kV	
Transformer vector	Dy11	
Transformer cooling type	ONAN (Oil-natural, air-natural)	
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request	
Protection		
DC input protection	Load break switch + fuse	
Inverter output protection	Circuit breaker	
AC MV output protection	Circuit breaker	
Overvoltage protection	DC Type I + II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes	
Insulation monitoring	Yes	
Overheat protection	Yes	
Q at night function	Optional	
General Data		
Dimensions (W*H*D)	6058 * 2896 * 2438 mm	
Weight	15 T	
Degree of protection	IP54 (Inverter: IP65)	
Auxiliary power supply	5 kVA (optional: max. 40 kVA)	
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)	-35 to 60 °C (> 45 °C derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %	
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)	
Display	Touch screen	
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber	
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116	
Grid support	Q at night function (optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control	



SG6250/6800HV-MV

Turnkey Station for 1500 Vdc System
MV Transformer Integrated



HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. inverter efficiency 99%
- Effective cooling, full power operation at 50 °C (SG6250HV-MV)
Effective cooling, full power operation at 45 °C (SG6800HV-MV)

SAVED INVESTMENT

- Low transportation and installation cost due to 40-foot container design
- DC 1500V system, low system cost
- Integrated MV transformer, switchgear, and LV auxiliary power supply
- Q at night function optional

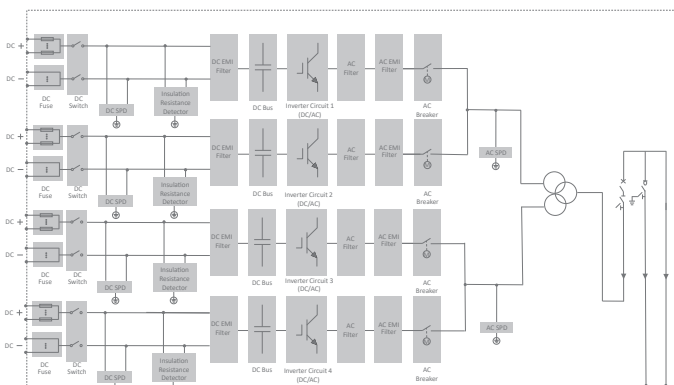
SMART O&M

- Integrated zone monitoring and MV parameters monitoring function for online analysis and trouble shooting
- Modular design, easy for maintenance
- Convenient external touch screen

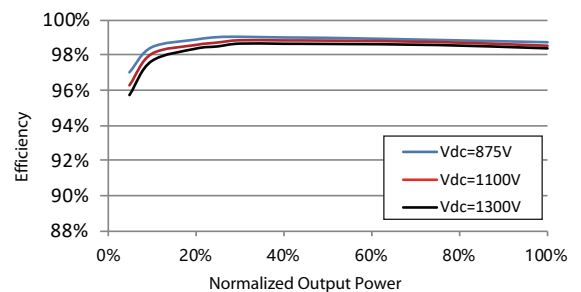
GRID SUPPORT

- Compliance with standards: IEC 61727, IEC 62116
- Low/High voltage ride through (L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE (SG3400HV-30)



Type designation	SG6250HV-MV	SG6800HV-MV
Input (DC)		
Max. PV input voltage	1500 V	
Min. PV input voltage / Startup input voltage	875 V / 915 V	
MPP voltage range	875 – 1300 V	
No. of independent MPP inputs	4	
No. of DC inputs	32 / 36 / 44 / 48 / 56 (Max. 48 for floating system)	
Max. PV input current	2 * 3997 A	
Max. DC short-circuit current	2 * 10000 A	
PV array configuration	Negative grounding or floating	
Output (AC)		
AC output power	2 * 3125 kVA @ 50 °C, 2 * 3437 kVA @ 45 °C	2 * 3437 kVA @ 45 °C
Max. inverter output current	2 * 3308 A	
Max. AC output current	20 kV – 35 kV	
AC voltage range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Nominal grid frequency / Grid frequency range	< 3 % (at nominal power)	
Harmonic (THD)	< 0.5 % In	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging	
Feed-in phases / AC connection	3 / 3-PE	
Efficiency		
Inverter max. efficiency	99.0%	
Inverter European efficiency	98.7%	
Transformer		
Transformer rated power	6250 kVA	6874 kVA
Transformer max. power	6874 kVA	
LV / MV volatage	0.6 kV / 0.6 kV / (20 – 35)kV	
Trnsformer vector	Dy11y11	
Transformer cooling type	ONAN (Oil-natural, air-natural)	
Oil type	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request	
Protection & Function		
DC input protection	Load break switch + fuse	
Inverter output protection	Circuit breaker	
AC MV output protection	Circuit breaker	
Surge protection	DC Type I + II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring	Yes / Yes	
Insulation monitoring	Yes	
Overheat protection	Yes	
Q at night function	Optional	
General Data		
Dimensions (W*H*D)	12192*2896*2438 mm	
Weight	29 T	
Degree of protection	Inverter:IP55 (optional: IP65) / Others: IP54	
Auxiliary power supply	5 kVA (optional: max. 40 kVA)	
Operating ambient temperature range	-35 to 60 °C (> 50 °C derating)	
Allowable relative humidity range	0 – 100 %	
Cooling method	Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)	
Display	Touch screen	
Communication	Standard: RS485, Ethernet; Optional: optical fiber	
Compliance	CE, IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116	
Grid support	Q at night (Optional), L/HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control	



TR 72M 510-530 Watt Mono-facial

Tiling Ribbon (TR) Technology

Positive power tolerance of 0~+3%

(Draft)

TIGER Pro



KEY FEATURES



TR technology + Half Cell

TR technology with Half cell aims to eliminate the cell gap to increase module efficiency (mono-facial up to 21.41%)



MBB instead of 5BB

MBB technology decreases the distance between bus bars and finger grid line which is benefit to power increase.



Higher lifetime Power Yield

2.0% first year degradation,
0.55% linear degradation



Best Warranty

12 year product warranty,
25 year linear power warranty



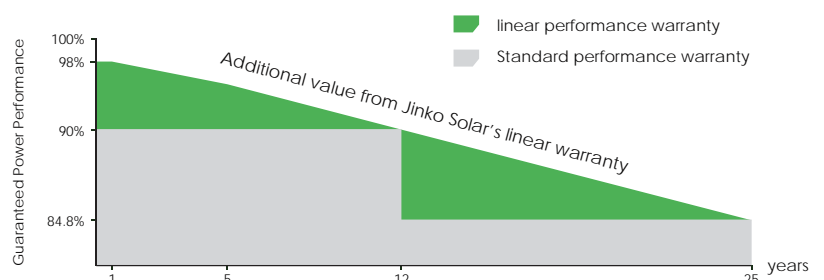
Strengthened Mechanical Support

5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

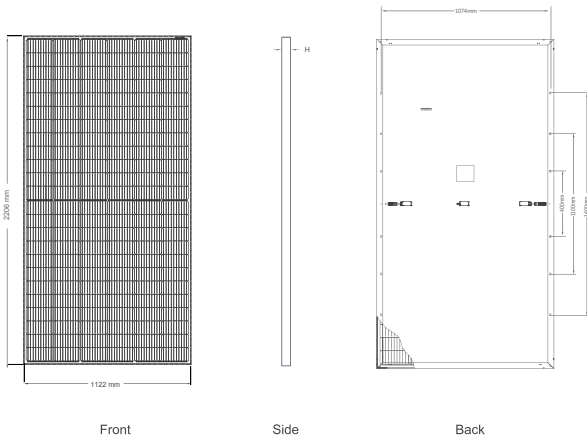
12 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty
0.55% Annual Degradation Over 25 years



ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018
certified factory

IEC61215, IEC61730 certified product

Engineering Drawings



Front

Side

Back



1

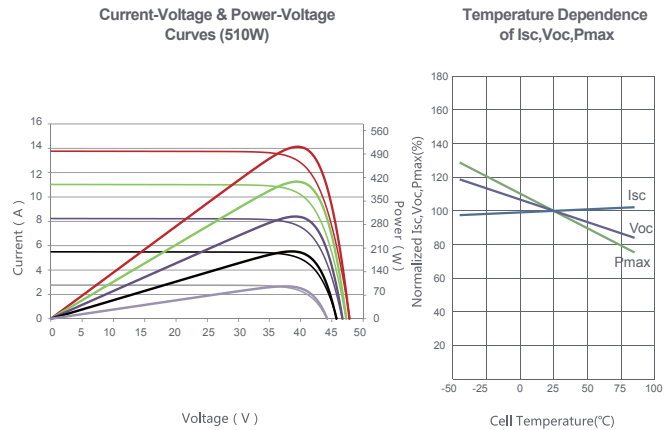
Length: $\pm 2\text{mm}$
 Width: $\pm 2\text{mm}$
 Height: $\pm 1\text{mm}$
 Row Pitch: $\pm 2\text{mm}$

Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

31pcs/pallets, 62pcs/stack, 620pcs/ 40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	P type Mono-crystalline
No. of cells	144 (2×72)
Dimensions	2206×1122×35mm (86.85×44.17×1.38 inch)
Weight	28.2 kg (62.17 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm ² (+): 290mm, (-): 145 mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM510M-7TL4-V		JKM515M-7TL4-V		JKM520M-7TL4-V		JKM525M-7TL4-V		JKM530M-7TL4-V	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	510Wp	379Wp	515Wp	383Wp	520Wp	387Wp	525Wp	391Wp	530Wp	394Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.40V	38.25V	41.50V	38.35V	41.60V	38.46V	41.70V	38.56V	41.80V	38.66V
Maximum Power Current (Imp)	12.32A	9.92A	12.41A	9.99A	12.50A	10.06A	12.59A	10.13A	12.68A	10.20A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.94V	46.10V	49.04V	46.19V	49.14V	46.28V	49.24V	46.38V	49.34V	46.47V
Short-circuit Current (Isc)	13.05A	10.54A	13.14A	10.61A	13.23A	10.69A	13.32A	10.76A	13.41A	10.83A
Module Efficiency STC (%)	20.60%		20.81%		21.03%		21.21%		21.41%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	25A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

* STC: ☀ Irradiance 1000W/m² 📏 Cell Temperature 25°C ☁ AM=1.5
 NOCT: ☀ Irradiance 800W/m² 📏 Ambient Temperature 20°C ☁ AM=1.5 🌀 Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: $\pm 3\%$



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid



www.isemaren.com

Correo
info@isemaren.com

Dirección
Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



**Anejo N.º 4:
Informe de Producción
de Energía
TAN ENERGY 2**



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Informe de producción de energía		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_Anejo N° 4 - Simulación de la producción	
Fecha: 08/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	26	08/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



Contenido

<u>1.INTRODUCCIÓN</u>	5
1.1.Perfil del horizonte	7
2.RECURSO SOLAR	9
2.1.Fuente de datos PVGIS	9
2.2.Año Meteorológico Típico (P50)	10
3.METODOLOGÍA DE CÁLCULO	13
4.PÉRDIDAS	14
4.1.Transposición de la GHI al plano inclinado	14
4.2.Pérdidas por sombreado lejano	14
4.3.Pérdidas por sombreado cercano	15
4.4.Pérdida por suciedad y polvo	15
4.5.Pérdidas por ángulo de incidencia (IAM)	15
4.6.Módulo FV – Degradación anual	16
4.7.Pérdida por nivel de radiación	16
4.8.Pérdidas por temperatura	16
4.9.Pérdidas por calidad del módulo	17
4.10.Degradación inducida por la luz (LID)	17
4.11.Mismatch	17
4.12.Campo solar – Pérdidas de cableado DC	17
4.13.Centro de transformación – Pérdidas en el inversor	18
4.14.Centro de transformación – Pérdida en el transformador del centro de transformación.	18
4.15.Pérdidas en la red de media tensión (cables MT)	19
4.16.Transformador de la subestación	19
4.17.Indisponibilidad de la planta	19
5.RESULTADOS DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO	20
5.1.Rendimiento y pérdidas de energía del primer año	20
5.2.Consumo nocturno del primer año	21
5.3.Producción a 30 años (P50)	23



Lista de Figuras:

Figura 1. Layout general	7
Figura 2. Perfil del horizonte (Fuente datos: PVGIS).....	8
Figura 3. Cobertura espacial de la base de datos PVGIS.....	9
Figura 4. Gráfico del recurso solar.....	11
Figura 5. Perfil de horizonte (fuente: PVGIS 5).....	14

Lista de Tablas:

Tabla 1. Resumen de los resultados	5
Tabla 2. Características del proyecto.....	6
Tabla 3. TMY irradiación mensual y temperatura	10
Tabla 4. Valores mensuales del albedo	11
Tabla 5. Resumen de resultados para el primer año	20
Tabla 6. Rendimiento y pérdidas del primer año	20
Tabla 7. Consumos nocturnos para el primer año.....	22
Tabla 8. Resultados para el periodo de 30 años.....	23



1. INTRODUCCIÓN

El propósito de este informe, producido por Isemaren, es describir la metodología utilizada para calcular el rendimiento energético de la planta fotovoltaica Tan Energy 2 y presentar los resultados obtenidos.

Se proporciona un resumen de estos resultados en la Tabla 1.

Tabla 1. Resumen de los resultados

Descripción	Valor
Recurso solar	
Irradiación horizontal global	1823 kWh/m ²
Temperatura media	17.72 °C
Fuente de datos	PVGIS
Rendimiento energético (año 1)	
Producción específica	1911,9 kWh/kWp
Rendimiento energético	95.4 GWh
Coefficiente de rendimiento	80.32 %
Rendimiento energético (media de 30 años)	
Producción específica	1770.6 kWh/kWp
Rendimiento energético	2651.6 GWh
Coefficiente de rendimiento	74.38 %



Los resultados del rendimiento energético se calcularon considerando todas las pérdidas incurridas hasta e incluyendo el nivel de la subestación. Las principales características de la planta fotovoltaica se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Características del proyecto

Proyecto Tan Energy 2, Cádiz	
Localización	España, Andalucía
Potencia nominal (AC)	43.3 MWac
Potencia aparente (AC)	48.1 MVAac
Potencia pico (DC)	49.77 MWdc
Ratio DC/AC	1.149
Tipo de estructura	Seguidor a un eje
Módulos fotovoltaicos (530.0 Wp)	93912
Centro de transformación (hasta 7000.0 kW)	8
Número de inversores (hasta 3500.0 kVA)	14
Área utilizable	105,5 ha

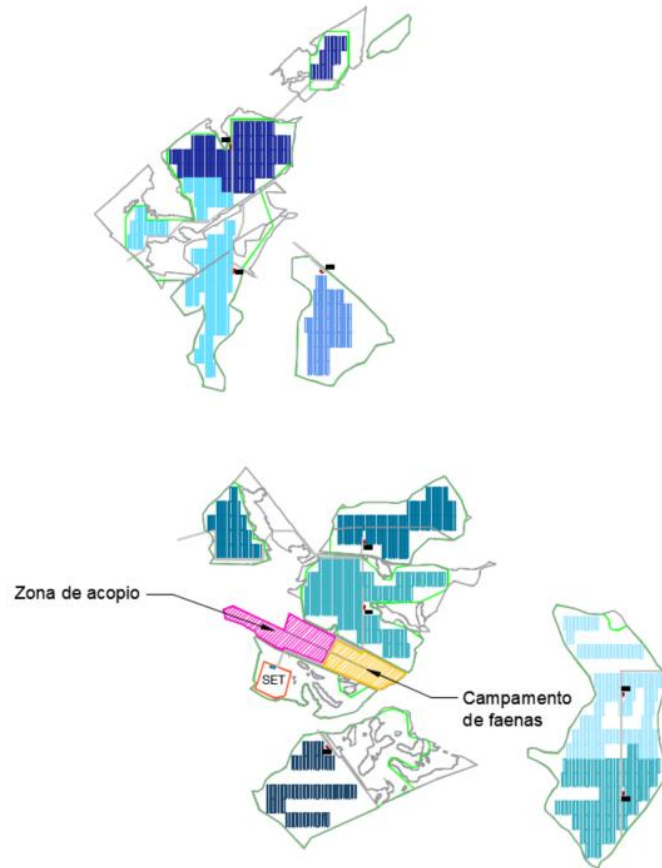


Figura 1. Layout general

1.1. Perfil del horizonte

La irradiancia solar que llega a los módulos fotovoltaicos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte. Estas obstrucciones físicas bloquearán la componente directa de la irradiancia durante algunos períodos del día y también tendrán un impacto en la componente difusa. Por lo tanto, el perfil del horizonte afecta directamente el rendimiento energético de la planta fotovoltaica.

La línea del horizonte tiene una elevación promedio de 4.7° y una elevación máxima de 9.5° . A lo largo del año, la línea del horizonte bloqueará el Sol durante un total de 415 horas. La fuente de datos para la línea del horizonte fue la base de datos PVGIS 5.

El valor de la elevación bloqueada en el rango de azimut completo se muestra en la Figura 2.

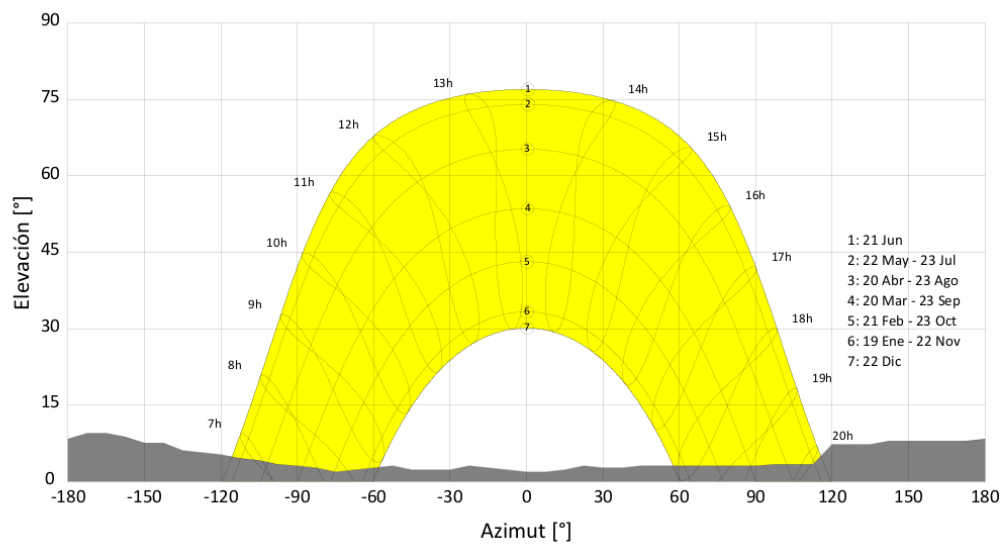


Figura 2. Perfil del horizonte (Fuente datos: PVGIS 5)



2. RECURSO SOLAR

2.1. Fuente de datos PVGIS

PVGIS ha estado en continuo desarrollo durante más de 10 años en el Centro Común de Investigación de la Comisión Europea. El enfoque de PVGIS es la investigación sobre evaluación de recursos solares, estudios de rendimiento fotovoltaico (PV) y la difusión de conocimientos y datos sobre radiación solar y rendimiento fotovoltaico.

La última versión de PVGIS (PVGIS-5) ha ampliado las capacidades del sistema y mejorado la cobertura de la base de datos meteorológicos. PVGIS-5 utiliza las bases de datos PVGIS-CMSAF, PVGIS-SARAH y PVGIS-NSRDB.

Las principales características de la base de datos PVGIS-5 son:

- Fuente: Satélite
- Cobertura espacial: Europa, África y la mayor parte de Asia y América del Sur.
- Período: desde 2005, 2006 y 2007 hasta hoy (10 años anteriores), según la región.
- Resolución espacial: dependiendo del emplazamiento, con un valor promedio de 4 km x 4 km.
- Resolución temporal: por hora.
- Incertidumbre: dependiendo del emplazamiento, 3% a 10% en promedio.

En la Figura 3 se muestra la cobertura espacial de la base de datos PVGIS-5.

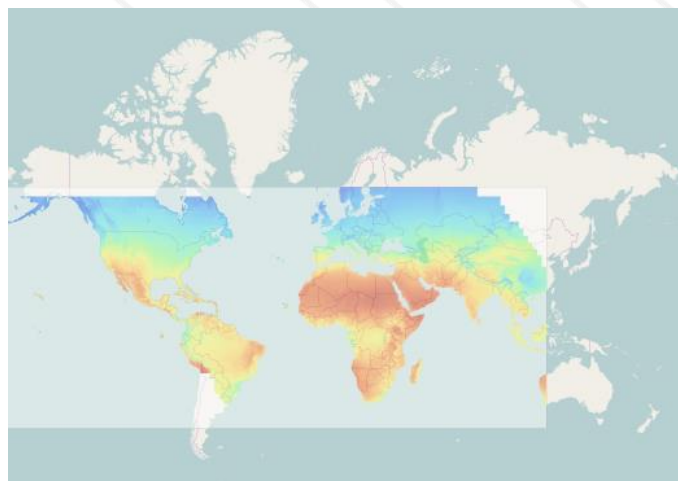


Figura 3. Cobertura espacial de la base de datos PVGIS.



Los datos de irradiancia solar de PVGIS se han calculado utilizando datos de satélite. Hay tres bases de datos satelitales disponibles:

- PVGIS-CMSAF es la base de datos utilizada en versiones anteriores de PVGIS. La base de datos cubre Europa, África y la mayor parte de América del Sur.
- PVGIS-SARAH es una base de datos basada en un nuevo algoritmo desarrollado por CM SAF. Anteriormente, solo se utilizaba para la región de Asia, pero hoy en día se puede usar también en Europa, África y Sudamérica (parcial).
- PVGIS-NSRDB es una colaboración entre PVGIS y el NREL (Laboratorio Nacional de Energía Renovable), y consiste en la implementación del NSRDB en PVGIS.

2.2. Año Meteorológico Típico (P50)

El Año Meteorológico Típico (TMY – Typical Meteorological Year) es un conjunto de valores representativos de cualquier parámetro meteorológico dado, para una ubicación determinada. Se da en resolución horaria y se deriva de datos meteorológicos a largo plazo.

En la Tabla 5 se muestra un resumen mensual de los datos de TMY. Se muestra un gráfico que representa los datos de la Tabla 3 en la Figura 4.

Tabla 3. TMY irradiación mensual y temperatura

Mes	GHI [kWh/m ²]	DHI [kWh/m ²]	Temperatura [°C]
1	80.0	30.0	11.5 °C
2	94.0	35.0	12.1 °C
3	142.0	51.0	13.9 °C
4	173.0	61.0	15.6 °C
5	208.0	73.0	18.4 °C
6	233.0	70.0	22.2 °C
7	242.0	68.9	24.8 °C
8	216.0	64.9	25.0 °C



9	162.0	54.0	22.3 °C
10	120.0	46.0	19.2 °C
11	84.0	32.0	14.8 °C
12	69.0	27.0	12.4 °C
Año	1823.0	612.9	17.68 °C

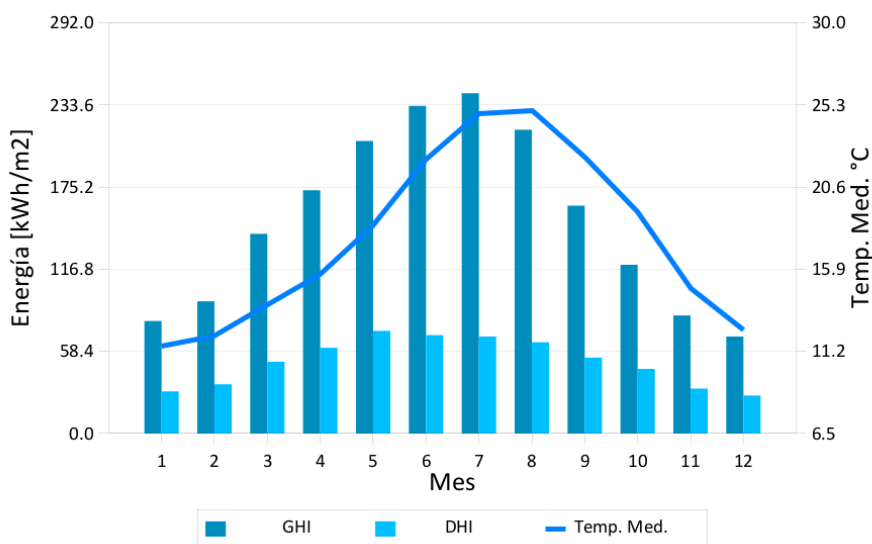


Figura 4. Gráfico del recurso solar

Se han utilizado datos de albedo terrestre procedentes del sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer), que es un instrumento a bordo de los satélites Terra y Aqua de la NASA.

La base de datos tiene una resolución temporal mensual, derivada de mediciones tomadas entre 2000 y 2017. El valor del albedo de cada mes se ha calculado como la media aritmética de todas las mediciones disponibles para cada mes.

La resolución espacial es de 0.1 grados en latitud y 0.1 grados en longitud, lo cual es equivalente a una malla de 11x11km en el ecuador. En localizaciones más alejadas del ecuador, la resolución en kilómetros se incrementa.

El valor medio del albedo para el año completo es de 13.77 %. Los valores medios mensuales se muestran en la Tabla 4.

Tabla 4. Valores mensuales del albedo

Valores mensuales del albedo	
Enero	13.36 %
Febrero	13.44 %



Marzo	13.63 %
Abril	13.40 %
Mayo	13.35 %
Junio	14.01 %
Julio	15.07 %
Agosto	15.51 %
Septiembre	14.61 %
Octubre	12.88 %
Noviembre	12.82 %
Diciembre	13.19 %
Valor medio anual	13.77 %





3. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La metodología requiere las siguientes entradas:

- El año meteorológico típico.
- Los parámetros del equipamiento eléctrico a utilizar.
- La configuración eléctrica de la planta fotovoltaica.
- Parámetros de simulación tales como pérdidas o ajustes de cálculo.

Con estas entradas, los siguientes pasos se realizan de forma secuencial para calcular el valor final del rendimiento energético:

- La transposición de los componentes de radiación al plano inclinado.
- Usar una librería para calcular la posición del sol.
- El algoritmo de seguimiento solar utilizado en rastreadores de un solo eje (backtracking).
- Cálculo de los efectos de las sombras en la irradiancia recibida por un plano inclinado.
- Generación eléctrica de un módulo fotovoltaico, y sus pérdidas asociadas.
- Estimación del efecto del sombreado parcial en cadenas de módulos.
- Rendimiento de un inversor y ventana de operación.
- Pérdidas eléctricas en una planta fotovoltaica.



4. PÉRDIDAS

4.1. Transposición de la GHI al plano inclinado

La irradiación que alcanza el plano inclinado se calcula por transposición, a partir de la radiación global horizontal. Debido a la variación del ángulo de inclinación de los módulos al utilizar una estructura con seguimiento solar a un eje, la transposición resulta en una ganancia respecto a la radiación que recibiría un plano horizontal.

La transposición de la GHI al plano inclinado ha sido calculada usando el software pvDesign, y resultó en una ganancia de +30.61 %.

4.2. Pérdidas por sombreado lejano

La radiación solar sobre los módulos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte que bloquean la radiación del sol durante algunos períodos del día. Para considerar estas sombras como parte del horizonte lejano, la distancia sombra generada por el obstáculo debe ser más de diez veces mayor que el tamaño de la planta fotovoltaica. Estas pérdidas representan el porcentaje de la energía perdida en términos de potencia fotovoltaica contra un horizonte plano.

En la Figura 5 se muestra el perfil de horizonte considerado.

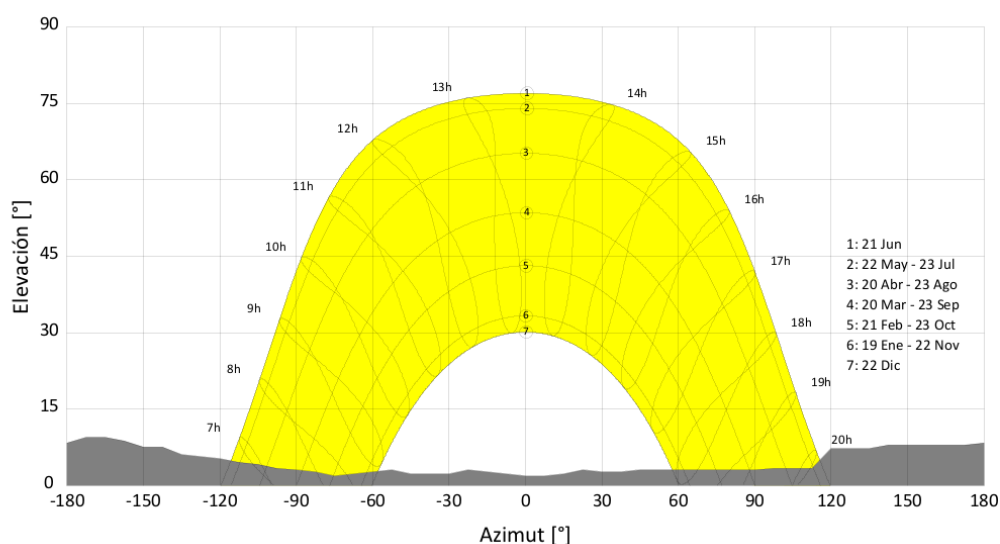


Figura 5. Perfil de horizonte (fuente: PVGIS 5)



Teniendo en cuenta este perfil de horizonte, las pérdidas se han estimado en un -1.00 %.

4.3. Pérdidas por sombreado cercano

En momentos del día en los cuales la elevación solar es baja, se pueden producir sombras entre filas de módulos fotovoltaicos. Estas sombras causan una reducción en la radiación percibida por los módulos sombreados.

El resultado del cálculo de las pérdidas anuales debido a las sombras cercanas es del -2.52 %. Estas pérdidas son debidas al sombreado de la radiación difusa y de la radiación reflejada por el suelo. La radiación directa no se ve afectada gracias al uso de backtracking.

4.4. Pérdida por suciedad y polvo

La deposición de polvo y suciedad en la superficie de los módulos causa la disminución de potencia del generador fotovoltaico. Para el mismo grado de suciedad, el impacto energético de este fenómeno es mayor para los rayos incidentes oblicuamente que para los que inciden perpendicularmente.

Las pérdidas debidas a la suciedad en un día específico podrían bajar a 0% después de la lluvia o de un proceso de limpieza. Sin embargo, las pérdidas pueden llegar al 8% si los módulos están muy sucios. La acumulación de suciedad está influenciada por diferentes razones como la inclinación de los módulos, la proximidad a carreteras, el tipo de terreno, etc.

La pérdida por suciedad se ha modelizado como constante a lo largo del año, resultando en una pérdida de -2.00 %.

4.5. Pérdidas por ángulo de incidencia (IAM)

Las pérdidas angulares se producen cuando la incidencia de radiación solar en la superficie del módulo tiene un ángulo diferente de 0°. Esta pérdida es distinta a la pérdida por efecto coseno, y se debe a la reflexión de la luz solar en la superficie del cristal del módulo fotovoltaico. Esta pérdida se cuantifica utilizando el coeficiente IAM (Incidence Angle Modifier), cuyo valor depende de las propiedades del cristal con el cual se ha fabricado la cubierta del módulo fotovoltaico.



Las pérdidas por ángulo de incidencia en la cara frontal del módulo se han modelado según el modelo del ASHRAE, con coeficiente IAM igual a 0.05 (parámetro b0).

El resultado de las pérdidas por ángulo de incidencia es de -2.14 %.

4.6. Módulo FV – Degradación anual

Durante las primeras horas de exposición a la luz solar, el módulo sufre una degradación inicial conocida como LID (Light Induced Degradation).

Una vez se ha producido esta degradación inicial, otros procesos que suceden a más largo plazo dan lugar a una pérdida de producción.

Estos procesos consisten en la corrosión de los elementos conductores y la lámina EVA, dependiendo de las condiciones ambientales (por ejemplo, períodos de lluvia, ciclos de temperatura, humedad, salinidad).

El valor de la degradación anual fue de -0.50 % para el primer año de operación, y -0.50 % para los años posteriores.

4.7. Pérdida por nivel de radiación

La pérdida por nivel de radiación se refiere a la menor producción del módulo fotovoltaico respecto a las condiciones STC cuando la radiación es menor a 1000 W/m².

El valor de esta pérdida es de -0.34 %.

4.8. Pérdidas por temperatura

La producción de células fotovoltaicas se ve afectada negativamente por las altas temperaturas de operación. La pérdida es consecuencia de las características del módulo fotovoltaico. La temperatura de la celda es siempre más alta que la temperatura ambiente.

Se ha considerado un valor de 29.00 W/m²/K para la componente constante del coeficiente de transferencia de calor. El valor de la componente del viento es de 0.00 W·s/m³/K.

La pérdida anual debida a la temperatura de la celda del módulo fue de -4.34 %.



4.9. Pérdidas por calidad del módulo

La potencia nominal de los módulos fotovoltaicos producidos en masa varía de módulo a módulo. Esta dispersión del rendimiento del módulo generalmente se modela como porcentaje de variación respecto a la potencia nominal en condiciones de STC. La dispersión a menudo resulta en una ganancia neta, ya que los fabricantes generalmente buscan tolerancias más estrictas con un sesgo hacia un rendimiento ligeramente más alto que el nominal.

La ganancia debida a la dispersión de la calidad del módulo fue de +0.50 %.

4.10. Degradación inducida por la luz (LID)

La degradación inducida por la luz se produce durante las primeras horas de exposición del módulo fotovoltaico a la luz solar. Después de estas horas iniciales, la degradación se estabiliza y es constante durante la vida útil restante del módulo. Este efecto generalmente no se refleja en la hoja de datos del módulo.

El valor de la pérdida por la degradación inducida por la luz fue -1.50 %.

4.11. Mismatch

Las pérdidas por mismatch se asocian con el hecho de que las células y / o módulos que forman el generador fotovoltaico no son idénticos, y sus parámetros eléctricos varían, por lo que no todos ellos pueden trabajar simultáneamente en el punto de máxima potencia. Además, un dimensionamiento de cables heterogéneo puede conducir a diferentes caídas de tensión y pérdidas de desajuste adicionales.

El valor de la pérdida fue constante durante todo el año, -1.00 %.

4.12. Campo solar – Pérdidas de cableado DC

Existe una pérdida debida al efecto Joule en la transmisión eléctrica de la alimentación de DC. Esta pérdida se produce en los cables que conectan los strings de módulos fotovoltaicos a los cuadros de agrupación y los inversores (o directamente a los inversores si la planta está diseñada utilizando un sistema de bus de DC).



El valor de las pérdidas de transmisión depende de las secciones transversales del cable y las longitudes del cable, que generalmente se calculan especificando un valor para la caída de voltaje en condiciones de STC.

El promedio de la pérdida horaria en los cables de CC fue -1.04%

4.13. Centro de transformación – Pérdidas en el inversor

La principal pérdida incurrida en el inversor eléctrico es la conversión de DC a AC, generalmente conocida como pérdida de eficiencia. Se pueden producir pérdidas adicionales si el tamaño del campo DC con respecto a la potencia nominal del inversor no es óptimo (pérdidas en la ventana de operación del inversor).

Las pérdidas combinadas en el inversor fueron -1.40 % (este valor incluye la pérdida de eficiencia, las pérdidas de la ventana de operación y la pérdida de consumo auxiliar).

4.14. Centro de transformación – Pérdida en el transformador del centro de transformación.

Las pérdidas del transformador de potencia son dobles: un valor de pérdida constante, conocido como pérdida de hierro o núcleo, y una pérdida dependiente de la potencia convertida, conocida como pérdida de cobre o bobina. Aunque estas pérdidas suelen ser muy bajas, ya que el transformador tiene una eficiencia muy alta, deben considerarse.

Las pérdidas que resultan de las componentes del hierro y del cobre tienen un valor de -0.22 % y -0.63 %, respectivamente.

La pérdida promedio anual en los transformadores de la central eléctrica fue de -0.84 %.



4.15. Pérdidas en la red de media tensión (cables MT)

Las pérdidas incurridas en la red de MT debido al efecto Joule dependen de las secciones transversales y longitudes del cable. Por lo general, la pérdida se especifica como un porcentaje de caída de voltaje en condiciones STC.

La red de media tensión consiste en una serie de líneas que conectan los centros de transformación a las celdas de la subestación. La energía perdida en la red fue de -0.29 %.

4.16. Transformador de la subestación

El transformador de potencia de la subestación eleva la tensión de salida de AC de la planta para que coincida con la tensión de la red.

Las pérdidas que resultan de las componentes del hierro y del cobre tienen un valor de -0.22 % y -0.62 %, respectivamente.

La pérdida del transformador de la subestación fue de -0.84 %.

4.17. Indisponibilidad de la planta

La indisponibilidad de la planta fotovoltaica se estimó en -2.00 %. La indisponibilidad se produce debido a las operaciones de mantenimiento programadas, lo que puede requerir que la planta no sea productiva y las paradas no programadas debido a circunstancias imprevistas. El valor de la pérdida depende de la ubicación de la planta.



5. RESULTADOS DE RENDIMIENTO ENERGÉTICO

En la Tabla 5 se muestra un resumen de los resultados para el primer año.

Tabla 5. Resumen de resultados para el primer año

Descripción	Valor	Unidad
Producción en el primer año	95.86	GWh
Performance ratio	80.67 %	-
Producción específica	1920.4	kWh/kWp

5.1. Rendimiento y pérdidas de energía del primer año

En la Tabla 6 se muestran los rendimientos y las pérdidas para el primer año de operación.

Tabla 6. Rendimiento y pérdidas del primer año

Descripción	Valor	Unidad	Pérdida
Recurso solar			
Irradiación global horizontal	1822.6	kWh/m ²	
Global incidente plano receptor	2380.5	kWh/m ²	+30.61 %
Sombras Lejanas/Perfil de obstáculos	2356.7	kWh/m ²	-1.00 %
Sombras cercanas: pérdida de irradiancia	2297.3	kWh/m ²	-2.52 %
Pérdidas por polvo y suciedad del generador	2251.3	kWh/m ²	-2.00 %
Factor IAM en global	2203.2	kWh/m ²	-2.14 %
Irradiación efectiva en receptores	2203.2	kWh/m²	
Conversión fotovoltaica (eficiencia nominal)			
Área total de módulos	232860	m ²	
Energía recibida por los módulos	513.0	GWh	
Eficiencia STC	21.44	%	
Energía nominal	109.98	GWh	
Pérdidas del módulo			
Degradación del módulo	109.43	GWh	-0.50 %



Pérdida FV debido a nivel de irradiancia	109.06	GWh	-0.34 %
Pérdida FV debido a temperatura	104.33	GWh	-4.34 %
Pérdida calidad de módulo	104.85	GWh	+0.50 %
LID (Light Induced Degradation)	103.28	GWh	-1.50 %
Pérdida de mismatch entre módulos	102.24	GWh	-1.00 %
Pérdida óhmica del cableado	101.18	GWh	-1.04%
Energía disponible a la entrada del inversor	101.18	GWh	
Conversión DC a AC en el inversor			
Pérdida por límite de potencia máxima	101.18	GWh	0.00 %
Pérdida de conversión (eficiencia)	99.76	GVAh	-1.40 %
Energía disponible en la salida del inversor	99.76	GWh	
Pérdidas en el sistema de media tensión			
Pérdida del hierro del transformador	99.55	GWh	-0.22 %
Pérdida del cobre del transformador	98.92	GWh	-0.63 %
Pérdidas óhmicas cableado MT	98.64	GWh	-0.29 %
Energía disponible a la salida del sistema de media	98.64	GWh	
Energía reactiva disponible a la salida sistema de media	0.0	GVAh	
Factor de potencia a la salida del sistema de media	1.000		
Pérdidas en la subestación			
Pérdidas del hierro en transformador de subestación	98.42	GWh	-0.22 %
Pérdidas del cobre en transformador de subestación	97.81	GWh	-0.62 %
Pérdida debido a la limitación en el punto de entrega	97.81	GWh	0.00 %
Energía disponible a la salida de la subestación	97.81	GWh	
Factor de potencia a la salida de la subestación	1.000		
Línea de alta tensión y disponibilidad			
Pérdidas de disponibilidad de planta	96.83	GWh	-1.00 %
Pérdidas de disponibilidad de red	95.86	GWh	-1.00 %
ENERGÍA TOTAL INYECTADA	95.86	GWh	
ENERGÍA REACTIVA TOTAL INYECTADA	0.0	GVAh	
FACTOR DE POTENCIA EN EL PUNTO DE ENTREGA	1.000		

5.2. Consumo nocturno del primer año

En la Tabla 7 se muestran los consumos nocturnos de la planta fotovoltaica en el primer año. Los consumos nocturnos provienen de la pérdida nocturna del inversor, las pérdidas del hierro en los transformadores, y el consumo auxiliar de la planta.

El consumo de energía tuvo un valor total de -429.51 MWh, lo cual supone un 0.00 % del total de energía producida de 95.86 GWh.

*Tabla 7. Consumos nocturnos para el primer año*

Descripción	Valor	Unidad	Porcentaje del total
Inversor			
Consumo nocturno del inversor	-21.66	MWh	5.04 %
Centro de transformación			
Pérdida del hierro del transformador	-203.92	MWh	47.48 %
Subestación			
Pérdida del hierro del transformador de la subestación	-203.92	MWh	47.48 %
CONSUMO TOTAL DE ENERGÍA	-429.51	MWh	100.00 %



5.3. Producción a 30 años (P50)

La producción de la planta fotovoltaica se ha calculado para un período de 30 años. En la Tabla 8 la producción, la producción específica y el performance ratio se muestran para cada año.

Tabla 8. Resultados para el periodo de 30 años

Año	Producción [GWh]	Producción específica [kWh/kWp]	Performance ratio [%]
1	95.4	1911.9	80.32
2	95.0	1902.2	79.91
3	94.5	1892.5	79.50
4	94.0	1882.7	79.09
5	93.5	1872.9	78.68
6	93.0	1863.2	78.27
7	92.5	1853.4	77.86
8	92.0	1843.7	77.45
9	91.5	1834.0	77.04
10	91.1	1824.2	76.63
11	90.6	1814.5	76.22
12	90.1	1804.7	75.81
13	89.6	1795.0	75.40
14	89.1	1785.2	74.99
15	88.6	1775.5	74.59
16	88.1	1765.8	74.18
17	87.7	1756.0	73.77
18	87.2	1746.3	73.36
19	86.7	1736.5	72.95
20	86.2	1726.8	72.54
21	85.7	1717.0	72.13
22	85.2	1707.3	71.72



23	84.7	1697.5	71.31
24	84.3	1687.8	70.90
25	83.8	1678.0	70.49
26	83.3	1668.3	70.08
27	82.8	1658.5	69.67
28	82.3	1648.8	69.26
29	81.8	1639.1	68.85
30	81.3	1629.3	68.44
Total	2651.6	1770.6	74.4



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



Anejo N.º 5: Gestión de Residuos TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Gestión de Residuos		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_Anejo N° 5 - Gestión de Residuos	
Fecha: 09/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	36	09/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



Tabla de contenido

1.Objeto	5
2.Antecedentes	7
3.Normativa aplicable	8
4.Definiciones.	11
5.Identificación Y Clasificación De Los Residuos.	13
6.Estimación de los residuos a generar	14
6.1.Identificación de los residuos (Código L.E.R.)	14
6.2.Estimación De Las Cantidades De Residuos Generadas	16
7.Medidas para la reducción de la producción de residuos	17
7.1.Prevenición en la adquisición de materiales	17
7.2.Prevenición en la Puesta en Obra	17
7.3.Prevenición en el Almacenamiento en Obra	18
7.4.Medidas durante el movimiento de tierras	20
8.Medidas para la separación de los residuos en la obra	22
8.1.Gestión de los residuos en la obra	22
8.2.Separación y almacenamiento de los residuos en la obra	23
9.Operaciones de valoración, reutilización, reciclado y eliminación	27
9.1.Medidas de reutilización	27
9.2.Medidas de reciclado	28
9.3.Eliminación adecuada	28
10.Prescripciones técnicas para la gestión de residuos	29
10.1.Recomendaciones para la dirección de obra	29
10.2.Recomendaciones para el encargado general de obra	31
10.3.Recomendaciones para el personal de obra	32
10.4.Recomendaciones para las empresas subcontratadas	32
10.5.Recomendaciones para las empresas de derribo	33
10.6.Recomendaciones para el gestor de residuos	33



11. Presupuesto estimado del coste de la gestión de RCD

34





1. Objeto

Se redacta el presente Anejo en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

El presente estudio tiene por objeto servir como herramienta para la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición de obras, y de esta forma minimizar el efecto negativo de la actividad de construcción sobre el medio ambiente, contribuyendo a su sostenibilidad.

Además, pretende dar cumplimiento a la exigencia recogida en el Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (B.O.E. nº38, de 13 de febrero de 2008), en donde se establece la obligatoriedad, por parte del productor de residuos, de incluir en los proyectos de ingeniería, un documento que garantice la correcta gestión de los residuos producidos en la fase de ejecución de obra y que se llamará “Estudio de Gestión de Residuos”.

La citada Norma dispone el contenido mínimo a incluir en el estudio (artículo 4.1.a) y recogido a continuación:

- Identificación y estimación de la cantidad de residuos producidos en obra.
- Medidas para la prevención de residuos en obras (reducción de la producción).
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos producidos en obra.
- Medidas para la separación de residuos.
- Planos con las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación de residuos.
- Las Prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares con los detalles que regulen el almacenamiento, manejo, separación de residuos.
- Valoración del coste de gestión de residuos a incluir en el presupuesto general del proyecto como un capítulo más.

El productor de los residuos velará por el cumplimiento de la normativa específica vigente, fomentando la prevención de los residuos en obra, la reutilización, reciclado y otras formas de valoración, asegurando, siempre, el tratamiento adecuado para asegurar el desarrollo sostenible de la actividad de construcción.



El contratista deberá presentar al promotor un PLAN DE GESTIÓN de RCD que se van a generar en la obra con el contenido previsto en el artículo 4.1 y 5 del R.D. 105/2008. Este Plan se basará en las descripciones y contenido del Estudio de Gestión de Residuos del Proyecto y deberá ser aprobado por el Director de Obra y aceptado por el promotor.

Una vez aceptado pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra. En el caso de que el poseedor (contratista) de los RCDs no proceda a gestionarlos por sí mismo, estará obligado a entregarlos a un gestor autorizado con la aportación de la documentación, certificados y obligaciones que determina el artículo 5.3. del R.D. 105/2008.



2. Antecedentes

Promoviendo el impulso de la energía fotovoltaica en España, con fecha 21 de noviembre de 2019, la empresa TAYAN INVESTMENT 13, SL. presentó ante la Delegación del Gobierno de la Junta de Andalucía en Cádiz (Servicio de Industria y Energía), el resguardo del depósito de aval, en virtud de lo dispuesto en el artículo 59 bis del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, como garantía económica para tramitar la solicitud de acceso a la red de planta solar fotovoltaica Tan Energy 2.

La empresa TAYAN INVESTMENT 13, SL es la promotora que desarrolla el presente Proyecto de Ejecución de la planta solar fotovoltaica Tan Energy 2 con 49,8 MWp de capacidad instalada.

Titular	TAYAN INVESTMENT 13, SL.
C.I.F.	B-88454384
Domicilio social	C/ Diego De León 47, 28006 - Madrid
Persona de contacto	Arantxa Pérez Serrano (aperez@tayanenergy.com)
Teléfono	682 645 710

La totalidad de la planta solar fotovoltaica y de la línea de evacuación se situará en el término municipal de Jimena de la Frontera, en Cádiz.



3. Normativa aplicable

La normativa utilizada en la redacción del presente Estudio de Gestión de Residuos para la Ejecución de las obras detalladas en el presente proyecto son las siguientes:

- Reglamento (CE) nº 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas sanitarias aplicables a los subproductos animales y los productos derivados no destinados al consumo humano y por el que se deroga el Reglamento (CE) nº 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos animales).
- Directiva (UE) 2018/851 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.
- Directiva (UE) 2018/850 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 1999/31/CE relativa al vertido de residuos.
- Directiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo y del Consejo de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 94/62/CE relativa a los envases y residuos de envases.
- Directiva 2018/849/UE, de 30 de mayo de 2018, por la que se modifican la Directiva 2000/53/CE relativa a los vehículos al final de su vida útil, la Directiva 2006/66/CE relativa a las pilas y acumuladores y a los residuos de pilas y acumuladores y la Directiva 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
- Directiva 2019/904/UE, de 5 de junio de 2019, relativa a la reducción del impacto de determinados productos de plástico en el medio ambiente

Estatal

- Ley 22/11 de 28 de julio de Residuos y Suelos contaminados
- Ley 11/97 de 24 de abril de envases y residuos de envases
- Ley 5/2013, de 11 de junio, por la que se modifican la Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación y la Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986
- Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases.
- Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.



- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de residuos de la construcción y demolición
- Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Real Decreto 679/2006, de 2 de junio, por el que se regula la gestión de los aceites industriales usados.
- Resolución de 20 de enero de 2009 de la secretaria de estado de cambio climático por la que se aprueba el Plan nacional integrado de residuos 2008-2015.
- Resolución de 20 de diciembre de 2013, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 13 de diciembre de 2013, por el que se aprueba el Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.

Regional

- Decreto 73/2012, de 20 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 18/2015, de 27 de enero, por el que se aprueba el reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados.
- Orden de 6 de agosto de 2018, conjunta de la Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural y de la Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, por la que se regula la utilización de lodos tratados de depuradora en el sector agrario.
- Orden de 30 de julio de 2012, por la que se establecen y desarrollan las normas para el proceso de retirada de cadáveres de animales de las explotaciones ganaderas y la autorización y Registro de los Establecimientos que operen con subproductos animales no destinados al consumo humano en Andalucía.
- Decreto 68/2009, de 24 de marzo, por el que se regulan las disposiciones específicas para la aplicación de la normativa comunitaria y estatal en materia de subproductos de origen animal no destinados a consumo humano en la Comunidad Autónoma de Andalucía.



- Decreto 503/2004, de 13 de octubre, por el que se regulan determinados aspectos para la aplicación de los Impuestos sobre emisión de gases a la atmósfera y sobre vertidos a las aguas litorales.
- Orden de 20 de julio de 2007, por la que se regula la Acreditación Ambiental de Calidad del Compost.

Planificación

- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos 2016-2022
- Programa Estatal de Prevención de Residuos 2014-2020
- Plan Integral de Residuos de Andalucía
- Plan Director Territorial de Gestión de Residuos No Peligrosos de Andalucía, 2010-2019
- Plan de Inspección de Traslados Transfronterizos de Residuos en Andalucía (2017-2019) (PITTRA)
- Plan de Prevención y Gestión de Residuos Peligrosos de Andalucía, 2012-2020



4. Definiciones.

- **Residuo:** cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- **Residuos de construcción:** cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “Residuo” incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos, se genere en el proceso de ejecución material de los trabajos de construcción, tanto de nueva planta como de rehabilitación o reparación.
- **Residuos inertes:** aquellos que no poseen la cualidad de peligrosos, que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, que no son solubles, ni combustibles, ni reaccionan, ni física ni químicamente, ni de ninguna otra manera, que no son biodegradables, que no afectan negativamente a otras materias con las cuales entran en contacto de forma que puedan dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas;
- **Residuo peligroso:** residuo que presenta una o varias de las características peligrosas, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- **Gestión de residuos:** la recogida, el transporte y tratamiento de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones, así como el mantenimiento posterior al cierre de los vertederos, incluidas las actuaciones realizadas en calidad de negociante o agente.
- **Gestor de residuos:** la persona o entidad, pública o privada, registrada mediante autorización o comunicación que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.



- **Recogida:** operación consistente en el acopio de residuos, incluida la clasificación y almacenamiento iniciales para su transporte a una instalación de tratamiento.
- **Recogida separada:** la recogida en la que un flujo de residuos se mantiene por separado, según su tipo y naturaleza, para facilitar un tratamiento específico.
- **Reutilización:** cualquier operación mediante la cual productos o componentes de productos que no sean residuos se utilizan de nuevo con la misma finalidad para la que fueron concebidos.
- **Tratamiento:** las operaciones de valorización o eliminación, incluida la preparación anterior a la valorización o eliminación.
- **Valorización:** cualquier operación cuyo resultado principal sea que el residuo sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales, que de otro modo se habrían utilizado para cumplir una función particular, o que el residuo sea preparado para cumplir esa función en la instalación o en la economía en general. En el anexo II se recoge una lista no exhaustiva de operaciones de valorización.
- **Reciclado:** toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad. Incluye la transformación del material orgánico, pero no la valorización energética ni la transformación en materiales que se vayan a usar como combustibles o para operaciones de relleno.
- **Poseedor de residuos de construcción y demolición:** la persona física o jurídica que efectúe las operaciones de derribo, construcción, reforma, excavación u otras operaciones generadoras de los residuos, o la persona que los tenga en su poder y no ostente la condición de gestor de residuos de construcción y demolición.



5. Identificación Y Clasificación De Los Residuos.

El Real Decreto 105/2008 define como Residuo de construcción y demolición: Cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el art. 3ª) de la Ley 10/1998, se genere en una obra de construcción o demolición. Es decir, cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anexo de la Ley 10/1998, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en la Lista Europea de Residuos, aprobada por las Instituciones Comunitarias.

Derogada expresamente la Ley 10/98 por la nueva Ley 22/11 de Residuos y Suelos contaminados, ésta última define los residuos, en general, como cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención de desechar.



6. Estimación de los residuos a generar

6.1. Identificación de los residuos (Código L.E.R.)

El Real Decreto 105/2008 define como Residuo de construcción y demolición: Cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en el art. 3ª) de la Ley 10/1998, se genere en una obra de construcción o demolición. Es decir, cualquier sustancia u objeto perteneciente a alguna de las categorías que figuran en el anexo de la Ley 10/1998, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse. En todo caso, tendrán esta consideración los que figuren en la Lista Europea de Residuos, aprobada por las Instituciones Comunitarias.

Derogada expresamente la Ley 10/98 por la nueva Ley 22/11 de Residuos y Suelos contaminados, ésta última define los residuos, en general, como cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseché o tenga la intención de eliminar, a continuación se detallan los residuos generados en el presente proyecto:

01	RESIDUOS DE LA PROSPECCIÓN, EXTRACCIÓN DE MINAS Y CANTERAS Y TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE MINERALES
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.
15	RESIDUOS DE ENVASES, ABSORBENTES, TROPAS DE LIMPIEZA, MATERIALES DE FILTRACIÓN Y ROPAS DE PROTECCIÓN NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA
15 01 01	Envases de papel y cartón
15 01 02	Envases de plástico
15 01 04	Envases metálicos
15 01 05	Envases compuestos
15 01 06	Envases mezclados
15 01 10	Envases contaminados
15 02 02	Absorbentes contaminados
17	RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)
17 01 01	Hormigón
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 07	Escombros
17 02 01	Madera
17 02 03	Plástico
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.



17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
17 03 04	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
17 04 07	Metales mezclados
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición
17 09 03	Tierras contaminadas
20	RESIDUOS MUNICIPALES
20 02 02	Tierra y piedras
20 03 01	Mezclas de residuos municipales

Tabla 2. Clasificación y estimación de los residuos producidos.



6.2. Estimación De Las Cantidades De Residuos Generadas

Los residuos en la fase de explotación serán los reflejados en el Estudio de Impacto Ambiental Conforme a lo dispuesto en el artículo 3.1 del citado R.D.105/2008, se han excluido de la relación anterior las tierras y piedras, no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno.

Dada la peculiaridad de la instalación objeto de estudio, el porcentaje de obra en instalaciones es muy superior al porcentaje de obra civil. La obra civil se ciñe, de forma general, a la realización de canalizaciones subterráneas para las líneas eléctricas del parque. La ejecución de las instalaciones se corresponde, sobre todo, con el montaje de elementos prefabricados en taller tales como estructura, módulos solares, cuadros eléctricos, aparata de MT, etc. A continuación, se resume el total de residuos estimados que se generaran en la obra de la planta fotovoltaica:

Etiquetas de fila	Suma de Peso (T)	Suma de Volumen (m3)
Envases de papel y cartón	18,864	269,48
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	1,8762	37,52
Escombros	0,288	0,19
Hormigón	25,938	10,38
Madera	14,3448	57,38
Metales mezclados	2,2296	1,49
Mezcla	0	1,20
Mezcla bituminosa, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	0,888	0,89
Plástico	10,332	67,54
Restos asimilables a urbanos	0,072	7,20
Tejas y materiales	2,7	1,80
Terrenos naturales	1228,5	819,00
Tierras contaminantes	37,62	25,08
Tropos impregnados	0,006	0,30
Yeso	1,8	1,20
Total general	1345,4586	1300,66

Tabla 3. Estimación total de residuos correspondientes a la construcción de planta fotovoltaica, SET y línea de evacuación



7. Medidas para la reducción de la producción de residuos

En este apartado se describen las medidas adoptadas para reducir los residuos generados en la actividad constructiva, con lo que se conseguirán disminuir además los gastos de gestión, las necesidades de compra de materias primas y se mejorará el balance global medioambiental.

7.1. Prevención en la adquisición de materiales

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando al máximo las mismas para evitar la aparición de excedentes de material al final de obra.
- Comprar la mínima cantidad de productos auxiliares (pinturas, disolventes, grasas, etc.) en envases retornables de mayor tamaño posible.
- Aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los pallets, se evitará su deterioro y se devolverán al proveedor.
- Se inspeccionarán los materiales comprados antes de su aceptación.
- Adquirir equipos nuevos respetuosos con el medio ambiente.

7.2. Prevención en la Puesta en Obra

- Se optimizará el empleo de materiales en obra evitando la sobredosificación o la ejecución con derroche de material especialmente de aquellos con mayor incidencia en la generación de residuos.
- Los materiales prefabricados, por lo general, optimizan especialmente el empleo de materiales y la generación de residuos por lo que se favorecerá su empleo.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.



- En la medida de lo posible se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Todo personal involucrado en la obra dispondrá de los conocimientos mínimos de prevención de residuos y correcta gestión de ellos.
- En concreto se pondrá especial interés en:
 - La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación.
 - El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de sobrantes se intentarán utilizar en otras ubicaciones como hormigones de limpieza, base de solados, relleno y nivelación de la parcela, etc.
 - Para la cimentación y estructura, se pedirán los perfiles y barras de armadura con el tamaño definitivo.
 - Los encofrados se reutilizarán al máximo, cuidando su desencofrado y mantenimiento, alargando su vida útil.
 - Todos los elementos de la carpintería de madera se replantearán optimizando su solución.
 - En cuanto a los elementos metálicos y sus aleaciones, se solicitará su suministro en las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra a excepción del montaje de los kits prefabricados.
 - Se calculará correctamente la cantidad de materiales necesarios para cada unidad de obra proyectada.
 - El material se pedirá para su utilización más o menos inmediata, evitando almacenamiento innecesario.

7.3. Prevención en el Almacenamiento en Obra

- En caso de ser necesario el almacenamiento, éste se protegerá de la lluvia y humedad.



- Se realizará un almacenamiento correcto de todos los acopios evitando que se produzcan derrames, mezclas entre materiales, exposición a inclemencias meteorológicas, roturas de envases o materiales, etc.
- Se extremarán los cuidados para evitar alcanzar la caducidad de los productos sin agotar su consumo.
- Los responsables del acopio de materiales en obra conocerán las condiciones de almacenamiento, caducidad y conservación especificadas por el fabricante o suministrador para todos los materiales que se recepcionen en obra.
- En los procesos de carga y descarga de materiales en la zona de acopio o almacén y en su carga para puesta en obra se producen percances con el material que convierten en residuos productos en perfecto estado. Es por ello que se extremarán las precauciones en estos procesos de manipulado.
- Se realizará un plan de inspecciones periódicas de materiales, productos y residuos acopiados o almacenados para garantizar que se mantiene en las debidas condiciones.
- Prevenir las fugas de sustancias peligrosas instalando cubetos o bandejas de retención con el fin de minimizar los residuos peligrosos

A continuación, se recoge la forma de llevar a cabo el acopio de algunos materiales que permitirá reducir la producción de residuos:



Material	Almacenamiento			Requerimientos especiales
	A cubierto	Área segura	En palés	
Arena y grava		X		Almacenar en base dura para reducir desperdicios.
Hormigones		X		Utilizar a la menor brevedad posible. Realizar la mezcla "in situ".
Tuberías	X	X	X	Almacenar en sus embalajes originales hasta el momento de su utilización. Proteger del tráfico de vehículos.
Elementos de Fontanería a instalar en los diferentes tramos de obra	X	X	X	Almacenar separados de contaminantes potenciales. Proteger de la lluvia. Almacenar en lugar seguro.
Módulos Fotovoltaicos	X	X	X	Almacenar en sus embalajes originales hasta el momento de su utilización. Proteger del tráfico de vehículos. Almacenar separados de contaminantes potenciales. Proteger de la lluvia. Almacenar en lugar seguro. Apilamiento a doble piso

Tabla 4. Acopio de los materiales.

7.4. Medidas durante el movimiento de tierras

Se consideran efectos derivados de esta operación los siguientes:

- Incremento del nivel de partículas en el aire durante la fase de construcción, provocado por los trabajos y por el tránsito de la maquinaria. Para minimizar este efecto se realizarán riegos periódicos en las zanjas y en los caminos de acceso a la obra, evitando así la formación de polvaredas.
- Emisión de gases y ruidos por la maquinaria. Debido a la magnitud de la obra a realizar para la presente instalación, el responsable debe presentar un plan de mantenimiento preventivo de la maquinaria a utilizar, en el que se contemple el control de la emisión de gases y ruidos.
- Generación de residuos de tierras procedentes de la propia excavación, considerados como no peligrosos, que se llevarán a vertedero autorizado.
- Riesgo potencial de contaminación de aguas y suelos producida por vertido de aceites y combustibles propios de la maquinaria. Para evitarlo se delimitará un



parque para ésta, impermeable y alejado de cursos de agua, y se reducirá al máximo el tránsito de la maquinaria en las proximidades de éstos. Se prohibirán cambios de aceite, repostajes de combustible, recambio de piezas, etc., en zonas que no estén preparadas para ello, y los residuos que se generen en estas actividades se entregarán a un Gestor autorizado.





8. Medidas para la separación de los residuos en la obra

8.1. Gestión de los residuos en la obra

Una obra tiene dos tipos de gestión de RCDs. Por un lado, está la gestión interna, que agrupa todas las operaciones logísticas dentro de la obra, y por otro, la gestión externa, que es el conjunto de operaciones para exportar los residuos a gestores externos. Por este motivo se considera imprescindible hacer una reflexión sobre las diferentes posibilidades de gestión internas y externas más adecuadas para la obra de acuerdo con el espacio disponible para realizar la separación selectiva de los residuos de la obra, la posibilidad de reutilización y reciclaje, la proximidad de valorización de RCD y la distancia a los depósitos controlados, los costes económicos asociados, etc.

En cualquier caso, se considera el vertido en vertederos autorizados la última opción en la gestión de RCDs, priorizando la reutilización, reciclado y cualquier tipo de valoración. Para hacerlo viable es importante realizar una separación selectiva, sobre todo de los residuos inertes, especiales y no especiales.

La clasificación en origen (en la misma obra) de los residuos es el factor que más influye en el destino final de éstos. Un contenedor que posea residuos mezclados tendrá menos opciones de valorización que un contenedor con residuos homogéneos.

En el caso de que no sea posible la clasificación selectiva en origen, es obligatorio derivar los residuos mezclados (inertes y no especiales) a una instalación que haga tratamiento previo para después llevarlo a un gestor autorizado para su valorización, en el caso más desfavorable se llevarán a un depósito controlado.

Para definir las operaciones de gestión de los residuos se tendrá constancia de:

- El tipo de separación selectiva y el nombre de contenedores en función de las posibilidades de reutilización, de los tipos de residuos, etc.
- La cantidad de material a reutilizar en la obra.
- Los modelos de señalización en los contenedores según los tipos de residuos que pueden contener.
- Los datos sobre el destino de los residuos.



El contratista, poseedor de los residuos de la obra, tendrá en cuenta los objetivos generales definidos en el Estudio de Gestión de Residuos de este proyecto, que consisten principalmente en:

- Incidir en la cultura del personal de la obra con el objetivo de mejorar en la gestión de los residuos.
- Planificar y minimizar el posible impacto ambiental de los residuos de la obra. En este caso el objetivo se centrará en la clasificación en origen y la correcta gestión externa de los residuos.
- Aplicar los procesos previstos de gestión, tratamiento o valorización de los residuos generados.

8.2. Separación y almacenamiento de los residuos en la obra

Según el artículo 5 del Real Decreto 105/2008, deberán separarse en las siguientes fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

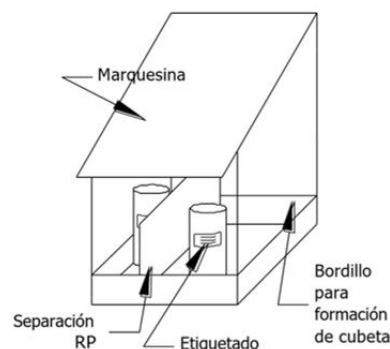
- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y cerámicas: 40 t.
- Metal: 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0,5 t.
- Papel y cartón: 0,5 t.

Cuando por falta de espacio en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en su origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra.

Las medidas empleadas para conseguir una mejor gestión de los residuos generados en la obra de manera que se facilite su reutilización, reciclaje o valorización y para asegurar las condiciones de higiene y seguridad que se requieren en el artículo 5.4 del Real Decreto 105/2008, son las siguientes:



- Se dispondrá del recipiente de almacenamiento más apropiado para cada tipo de residuo (contenedores, bidones, palets, cajas, etc.), segregando los distintos tipos de residuos. Además, estarán concebidos de forma que se evita cualquier pérdida de su contenido y se mantendrán en buenas condiciones, sin defectos estructurales y sin fugas aparentes.
- Todos los envases que contengan residuos estarán claramente identificados mediante el uso de etiquetas, indicando el nombre del residuo, nombre y dirección del poseedor y pictograma del peligro en su caso.
- Para facilitar la gestión se establecerán uno o varios puntos de recogida. Se comunicará al personal propio y a los subcontratistas que trabajen en obra la ubicación de los mismos. Se mantendrán en condiciones adecuadas las áreas destinadas al almacenamiento de los residuos.
- Se habilitará una Zona de Acopio de Residuos. En estas zonas habilitadas se instalarán los contenedores para cada tipo de residuos debidamente identificados. Igualmente, en las zonas de trabajo se habilitarán zonas de acopios provisional, para almacenamiento temporal de residuos y el material de excavación de tierra, estarán balizados y debidamente identificados.
- Se habilitarán una zona de lavado para los camiones de hormigón, hormigoneras y recogida de residuos de hormigón sobre los restos de hormigón de su canaleta. Las excavaciones de un volumen unas dimensiones de 2x3x2 estarán completamente impermeabilizadas. La dirección de obra indicará las zonas de creación de estas excavaciones.
- Se instalará una zona de Residuos Peligrosos, la cual estará constituida por:
 - Una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos peligrosos almacenados;
 - La zona de residuos estará vallada con una altura de por lo menos 1,80m de altura, techada y protegida de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
 - La bodega tendrá vías de escape accesibles, en caso de emergencia y contará con extintores





- Kit para derrames y/o bandeja de contención.
 - Sistema colector de eventuales derrames, con una capacidad de retención no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
 - Estará señalizado con letreros en las que indicará que corresponde a una bodega de acopio temporal de residuos peligrosos.
-
- El almacenamiento se establecerá en función de la cantidad de residuos generados con contenedores en número suficiente y volumen adecuado, evitando la sobrecarga por encima de su capacidad límite. La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos será inferior a un año. En el caso de los residuos peligrosos, la duración máxima será de seis meses; pudiendo aumentarse esta frecuencia por órgano competente de la Comunidad Autónoma previa solicitud.
 - Los plazos mencionados empezarán a computar desde que se inicie el depósito de residuos en el lugar de almacenamiento.
 - Concienciación a todo el personal de obra de sus obligaciones y funciones en la correcta gestión de los residuos.
 - Seguimiento de las evidencias documentales de las entradas de los residuos, en las instalaciones autorizadas a tal fin. Para ello se verificará que en los tickets de entrada a planta de tratamiento figure: cliente, obra, fecha y hora, código del residuo, cantidad.

El poseedor de los residuos está obligado a mantener los residuos en adecuadas condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

Es importante separar en todo momento los residuos especiales de los no especiales, de cara a su tratamiento posterior. Es por ello que se deberá formar a los trabajadores en separación y recogida selectiva con el fin de que la gestión se realice de forma adecuada.

Los contenedores son seleccionados en función de la clase, tamaño y peso del residuo considerado, las condiciones de aislamiento requeridas y la movilidad prevista del mismo. En principio se escoge el material de cada contenedor dependiendo de la clase de residuo, el volumen y las condiciones de aislamiento deseables. Independientemente



del tipo de residuo, el fondo y los laterales de los contenedores serán impermeables, pudiendo ser abiertos o estancos.

Según la movilidad se distinguen dos clases de contenedores; aquellos localizados en los puntos limpios, mayores y poco móviles; y aquellos otros situados en los puntos de recogida, de menor tamaño y mayor movilidad. Probablemente, la mayor parte de los contenedores podrán seleccionarse entre aquellos diseñados para los residuos urbanos.

El correcto funcionamiento del sistema de puntos limpios aconseja la distinción visual de los contenedores según el tipo de residuo. Para ello se colocarán contenedores de distintos colores, de tal modo que colores iguales indiquen residuos de la misma clase.





9. Operaciones de valoración, reutilización, reciclado y eliminación

Una vez minimizada la producción de residuos, es necesario someter a aquella fracción de residuos que así lo permita, a algún procedimiento que aproveche los recursos que aun contengan, a fin de minimizar los efectos sobre el medio ambiente.

9.1. Medidas de reutilización

En un principio por las características de la obra, está prevista la reutilización o valorización “in situ” de los residuos que se generarán en la obra para su empleo como rellenos o áridos.

Se llevará a cabo la separación selectiva de los residuos que se generen para favorecer su reutilización o valorización en obra.

A continuación, se muestran algunas medidas de reutilización que se adoptarán en obra:

- Se reutilizarán los encofrados, contenedores de morteros, dispositivos de protección y seguridad y todos aquellos elementos que lo permitan.
- La tierra superficial de la excavación se reutilizará como relleno en la misma obra.
- Las obras de fábrica y pequeños elementos tales como baldosas hidráulicas y bordillos de hormigón, se guardarán separadamente para poder reutilizarse.
- Se reutilizarán los metales.
- Las maderas serán reutilizadas para la fabricación de andamios y vallas.
- Los palés de los embalajes se pueden reutilizar como tarimas o tableros auxiliares para la construcción de la obra.
- Los aceites, pinturas y productos químicos serán reutilizados en la propia obra hasta finalizar el contenido del recipiente.
- Para facilitar la reutilización y el reciclado se evitará tratar la madera con productos químicos y la utilización de clavos en la medida de lo posible.



- Se utilizarán, preferiblemente, productos que contenga residuos en lugar de materiales nuevos.

9.2. Medidas de reciclado

Los aspectos más destacados que se aplicarán en obra respecto al reciclado están recogidos a continuación:

- Los ladrillos y bloques rotos, que no puedan reutilizarse para solucionar detalles que requieran piezas de construcción más pequeñas, serán machacados y reciclados como relleno en la propia obra.
- El hormigón se reciclará como grava para nuevo hormigón, o bien como grava suelta en firmes de carretera o para rellenar agujeros, o como granulado drenante para rellenos, jardines, etc.
- Las obras de fábrica y pequeños elementos se reciclarán como grava en subbases de firmes, rellenos, etc.
- Los metales serán reciclados.
- Los embalajes se reciclan en nuevos embalajes y productos.
- Los conductores que hayan sido cortados se acopiarán convenientemente para poder ser utilizado en aquellos lugares en los que sea posible.

9.3. Eliminación adecuada

Finalmente, y después de optimizadas las alternativas de gestión, en cuanto a la reducción de la producción de residuos, reutilización y reciclado, los residuos no valorizables son depositados en el vertedero autorizado.

Los residuos peligrosos serán depositados en vertedero de residuos especiales.



10. Prescripciones técnicas para la gestión de residuos

10.1. Recomendaciones para la dirección de obra

- Minimizar y reducir las cantidades de materias primas que se utilicen.
- Mantener protegidos y embalados los materiales necesarios en la obra hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar residuos procedentes de la rotura de piezas.
- Realizar un Plan de Gestión para optimizar la valoración de los materiales sobrantes.
- Fomentar la clasificación de los residuos que se producen de manera que sea más fácil su valoración y gestión en el vertedero.
- Elaborar criterios y recomendaciones específicas para la mejora de la gestión, es decir, enumerar un conjunto de prácticas para una buena gestión de la obra, y que el personal deberá cumplir durante la ejecución de los trabajos.
- Planificar la obra teniendo en cuenta las expectativas de generación de residuos y de su eventual minimización o reutilización.
- Disponer de un directorio de los compradores de residuos, vendedores de materiales reutilizados y recicladores más próximos.
- Formar al personal de obra que participa en la gestión de los residuos sobre los aspectos administrativos necesarios.
- Reducir el volumen de residuos, lo que reportará en un ahorro en el coste de su gestión.
- En los contratos de suministro incluir una cláusula en el que se defina claramente que el suministrador de los materiales y productos de la obra se hará cargo de los embalajes en que se transportan hasta ella.
- Además de hacer cumplir las normas y órdenes dictadas en la obra, deberán cumplirse, a su vez, todas aquellas condiciones técnicas que forman parte del



contrato de suministro y ejecución de los trabajos que se han redactado expresamente, para la mejora de la gestión de residuos.

- A la firma de los contratos de obra con los subcontratistas, se deberá tener en cuenta:
 - La delimitación del volumen máximo de residuos que se pueden generar en cada actividad.
 - El establecimiento de penalizaciones económicas que se aplicarán en el caso de superar los volúmenes previstos.
 - La responsabilidad de los subcontratistas en relación con la minimización y clasificación de los residuos que producen (incluso, si fuera necesario, con sacos específicos para cada uno de los residuos).
 - La convocatoria regular de reuniones con los subcontratistas para coordinar la gestión de los residuos.

En la clasificación de los residuos que habitualmente se producen en obra se deberá tener en cuenta:

- El equipamiento mínimo estará formado al menos por dos contenedores y un depósito especial para los líquidos y envases de residuos potencialmente peligrosos.
 - Un contenedor acogerá los residuos pétreos (mayoritarios en la ejecución de la obra) y en otro contenedor se almacenarán residuos banales (papeles, metales, plásticos, etc.).
 - Si en un entorno próximo existen industrias de reciclaje especializadas en otros residuos que no hayan sido definidas en el apartado anterior, se podrá disponer un contenedor adicional para almacenarlos. Es el caso de residuos de determinadas maderas, placas de cartón-yeso, algunos materiales plásticos, etc.
 - Cuando se ejecutan tendidos de yeso, se debe disponer un contenedor específico para acumular las grandes cantidades de residuos de pasta de yeso, puesto que constituyen un importante contaminante de los residuos de materiales pétreos.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deben estar etiquetados debidamente.



- Extraer conclusiones de la experiencia en la gestión eficaz de los residuos de manera que puedan ser aplicables a la programación de otras obras.

10.2. Recomendaciones para el encargado general de obra

- Asegurar que todos los que intervienen en la obra conocen sus obligaciones en relación con los residuos y que cumplen las normas y órdenes dictadas por la dirección técnica.
- Fomentar en el personal de la obra el interés por reducir el uso de recursos utilizados y los volúmenes de residuos originados. Fomentar la participación activa.
- Incentivar las aplicaciones en la propia obra de los residuos que genera.
- Se debe prever una zona protegida para el acopio de materiales, a resguardo de acciones que pudieran inutilizarlos.
- Disponer los contenedores más adecuados para cada tipo de residuos, es decir, almacenar selectivamente los residuos, según su naturaleza.
- Controlar el movimiento de los residuos de forma que no queden restos descontrolados. La generación de los residuos se produce de forma dispersa, por lo que han de ser transportados hasta su lugar de almacenaje. Ese recorrido ha de ser planificado para que se produzcan las menores pérdidas posibles.
- Siempre que sea posible, los materiales y productos que llegan a la obra deben ser desembalados en próximo a la zona de acopio de residuos clasificados. De esta forma el residuo se originará en el mismo lugar donde se almacenará selectivamente.
- Vigilar que los residuos líquidos y orgánicos no se mezclen fácilmente con otros y resulten contaminados.
- Evitar la producción de polvo debida a la falta de previsión de una buena práctica con los materiales que llegan a la obra en forma de polvo.
- Llevar un registro de cada contenedor que sale de la obra, tanto el control de la naturaleza y las cantidades de residuos que se producen y el destino de éstos.



- Controlar el consumo de agua y de energía eléctrica.

10.3. Recomendaciones para el personal de obra

- Se deben cumplir las normas y órdenes dictadas por la dirección de la obra para el control de los residuos.
- El personal debe participar activamente para mejorar la gestión de los residuos.
- Deben aportar sugerencias para mejorar los procesos al encargado de obra.
- La separación selectiva de los residuos debe producirse en el momento en que éstos se originan.
- Los residuos se deberán emplazar en contenedores, sacos o depósitos adecuados.
- Los recipientes contenedores de residuos deben transportarse cubiertos.
- Evitar malas prácticas que, de forma indirecta, originan residuos imprevistos y el derroche de materiales en la puesta en obra.

10.4. Recomendaciones para las empresas subcontratadas

- Asumir los residuos de embalaje y sobrantes de los materiales y productos que ponen en obra.
- Conocer y cumplir las obligaciones referidas a los residuos y las normas y órdenes dictadas por la dirección técnica.
- Prever el volumen máximo de residuos que se pueden generar en su actividad, con el fin de minimizarlos y clasificarlos de forma adecuada.
- Se recomienda que lleven un kit de medio ambiente para la retirada adecuada en caso de vertidos.
- Proponer, al técnico que proyecta la obra y a la dirección técnica de ésta, soluciones para mejorar las posibilidades de reducción, reutilización o reciclaje de los medios de construcción y de los sobrantes.



10.5. Recomendaciones para las empresas de derribo

- Colaborar en el desarrollo de un Proyecto de demolición y de un Plan de gestión de residuos.
- Efectuar la separación selectiva de los residuos que hayan de ser reciclados o reutilizados.
- Primar siempre los trabajos de desconstrucción sobre los de demolición indiferenciada. La desconstrucción facilita la separación de los elementos reutilizables, los materiales reciclables (seleccionados con arreglo a su diversa naturaleza) y, finalmente, aquellos que irán a parar al vertedero.
- Preservar los productos o materiales que sean reutilizables o reciclables durante los trabajos de demolición.
- Registrar las cantidades y características de los residuos que se transportan desde los contenedores hasta los gestores autorizados.

10.6. Recomendaciones para el gestor de residuos

- Garantizar que las operaciones de reciclaje y deposición de los residuos de construcción y demolición se realizan en correctas condiciones ambientales.
- Contrastar la calidad de los materiales obtenidos tras el reciclado, de acuerdo con la normativa vigente.
- Establecer un riguroso control de la deposición de residuos en los vertederos.



11. Presupuesto estimado del coste de la gestión de RCD

En la estimación de los costes imputables a la gestión de residuos se agregan dos aspectos diferentes:

1.) Costes de transporte y vertido:

- Contenedores (cuyo precio depende del tipo, capacidad y número de ellos que se utilicen).
- Tasas municipales de vertido por ocupación de acera (pueden aplicarse o no en función de las características del proyecto).
- Canon de vertido que depende del tipo de gestión que se lleve a cabo:
 - Reutilizado o reciclado en la propia obra.
 - Reciclado en planta de RSU's o de RCD's, o en Planta de Valorización energética (requiere el acopio provisional en contenedores hasta el traslado de los residuos a planta) (sólo maderas, plásticos, vidrios, metales o papeles y cartones).

Depósito en vertedero o gestor autorizado de RNP's o RP's, de residuos mezcla dos o fraccionados (desagregados).

El canon de vertido para planta de reciclaje, Depósito de residuos mezclados, o Depósito de residuos fraccionados varía en función del tipo de recurso considerado.

2) Medios auxiliares y gastos de administración Medios auxiliares:

- Asociados a residuos mezclados Asociados a residuos fraccionados (son más elevados que los asociados a residuos mezclados).
- Gastos de administración: coste de la tramitación documental.

A continuación, se detalla el presupuesto de gestión de residuos por capítulos:

Capítulo I. Planta fotovoltaica:

Partida 1: Residuos de obra.



Material	Código LER	Volumen (m ³)	Peso (T)	Total (€)
Hormigón	170101	4,992	12,468	49,872
Metales mezclados	170407	1,212	1,8144	5,448
Madera	170201	50,808	12,7008	837,552
Plástico	170203	59,292	9,072	589,68
Envases de papel y cartón	150101	129,6	9,072	181,44
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	150110	18,144	0,9072	294,84
				1958,832

Partida 2: Residuos de excavación y desbroce no reutilizadas que se destinarán a un gestor de valoración o eliminación.

Material	Código LER	Volumen (m ³)	Peso (T)	Total (€)
Terrenos naturales, Grava y arena compacta, Rellenos	170504	768	1152	4608

Resumen del presupuesto de gestión de residuos:

Total presupuesto.

Material	Total (€)
Total Planta fotovoltaica.	1.958,83 €

Resumen de partidas de excavación y desbroce

Total partidas de residuos de excavación y desbroce no reutilizados que se destinarán a un gestor de valoración o eliminación.

Material	Total (€)
Total Planta fotovoltaica.	4.608 €



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



**Anejo N.º 6:
Estudio de Seguridad y
Salud
TAN ENERGY 2**



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Seguridad y salud		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_Anejo N° 6 - Estudio de Seguridad y Salud	
Fecha: 08/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	89	08/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



Contenido

1.Antecedentes y datos generales	5
1.1.Objeto del Estudio de Seguridad y Salud	5
1.2.Características de la obra	7
• 1.2.1. Mano de obra	7
1.3.Riesgos	7
• 1.3.1. Riesgos profesionales	7
• 1.3.2. Riesgos de daños a terceros	15
1.4.Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria	15
1.5.Medios auxiliares	17
2.Descripción de los procedimientos, equipos y medios	20
2.1.Trabajos previos	20
2.2.Movimiento de tierras	20
2.3.Caminos internos y accesos	21
2.4.Cunetas	21
2.5.Cerramiento	21
2.6.Edificaciones	22
3.Análisis de los riesgos en el desarrollo de las obras	23
3.1.Evaluación general de riesgos	23
3.2.Evaluación de riesgos profesionales	25
• 3.2.1. Riesgos debidos a la maquinaria prevista	25
• 3.2.2.Riesgos debidos a los medios auxiliares	30
4.Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales	33
4.1.Prevencción de Riesgos en movimiento de tierras	33
• 4.1.1. Protecciones colectivas	33
• 4.1.2. Protecciones personales	33
4.2.Prevencción de Riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas	34
• 4.2.1. Protecciones colectivas	34



• 4.2.2. Protecciones personales	34
4.3. Prevención de Riesgos en ejecución de caminos y viales	35
• 4.3.1. Protecciones colectivas	35
• 4.3.2. Protecciones personales	35
4.4. Prevención de Riesgos en instalación eléctrica	36
• 4.4.1. Protecciones colectivas	36
• 4.4.2. Protecciones personales	36
4.5. Prevención de Riesgos en trabajos con herramientas manuales	36
• 4.5.1. Protecciones personales	37
5. Pliego de Condiciones Particulares	38
5.1. Normas de Seguridad y Salud	38
• 5.1.1. Normas de seguridad y salud generales	38
• 5.1.2. Normas de seguridad y salud profesionales	40
• 5.1.3. Normas de seguridad y salud en previsión de riesgos por servicios afectados	53
• 5.1.4. Normas de seguridad y salud en accesos y señalización	57
5.2. Instalaciones de Salud y Bienestar	60
5.3. Organización de la Seguridad y Salud en la obra	61
• 5.3.1. Órganos de seguridad en obra	61
• 5.3.2. Formación e Información de Riesgos	62
• 5.3.3. Normas de Seguridad para todos los trabajadores	62
• 5.3.4. Notificación e Investigación de Accidentes	62
• 5.3.5. Seguimiento y control	62
6. Presupuesto y mediciones	64



1. Antecedentes y datos generales

1.1. Objeto del Estudio de Seguridad y Salud

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.



- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.

Igualmente, en el centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto y con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede. El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, que desarrolla la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y que modifica en su Disposición Final Tercera el apartado 4 del artº. 13 (Libro de Incidencias) del R.D.

1627/1997, efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Así mismo se está obligado a remitirla a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas en los casos de que exista incumplimiento reiterado de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el Libro, por las personas facultadas para ello o, por haberse apreciado nuevas circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, tal y como establece el artº. 14 del citado Real Decreto 1627/1997.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.



1.2. Características de la obra

El presente proyecto de Seguridad y Salud corresponde a la obra para la realización de la planta fotovoltaica Tan Energy 2.

La descripción de la obra se encuentra definida en la memoria del presente proyecto del cual forma parte el presente estudio de seguridad y salud.

1.2.1. Mano de obra

Personal previsto:

Como base de cálculo se prevé que la mayor necesidad de personal es de 300 trabajadores simultaneando sus tareas en fase punta.

Interferencia y servicios afectados:

Los servicios afectados por las obras corresponden a caminos municipales de servicio entre parcelas, para la canalización de línea eléctrica y cable de comunicaciones, así como para los accesos y salidas de la planta.

Unidades constructivas que componen la obra:

- Excavaciones.
- Rellenos de tierras.
- Cimentación por losas armadas.
- Conducciones.
- Ejecución de las obras singulares: arquetas, desagües, etc.
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones electromecánicas.
- Albañilería.
- Impermeabilizaciones.

1.3. Riesgos

1.3.1. Riesgos profesionales

En desbroces, despejes y destocoamientos:



- Picaduras.
- Atrapamientos en derribo de árboles.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Atropellos por máquinas y vehículos.

En demoliciones:

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de materiales.
- Desprendimientos.
- Hundimientos prematuros.
- Polvo.
- Cortes y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Heridas por objetos punzantes.
- Ruidos.
- Atrapamientos.

En excavaciones y explotaciones de canteras:

- Desprendimientos y/o deslizamientos de tierras.
- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
- Vuelco por accidente de vehículos y máquinas.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Atrapamientos.
- Explosiones.
- Cortes y golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Emanaciones.
- Afloramiento de agua.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Polvo.



En transporte, vertido, extendido y compactación de tierras:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caída de personas.
- Caídas de material.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

En cimentaciones y estructuras de hormigón armado:

- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Electrocuciiones.
- Dermatitis por cemento.
- Cortes y golpes.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Derrumbe de conjuntos mal construidos o apuntalados.

En túneles y galerías:

- Vuelcos de vehículos o maquinaria móvil.
- Atropello por vehículos o maquinaria, atrapamientos entre dos vehículos o entre vehículo y pared.
- Desprendimientos y caída de bloques.
- Utilización de electricidad en ambiente húmedo.



- Utilización de fluidos a presión.
- Manipulaciones especiales: dovelas, cerchas, etc.
- Trabajo en atmósfera contaminada:
 - Por polvo.
 - Por gases nocivos.
 - Por ruido.
- Venidas de aguas importantes.
- Incendio.

En bases y subbases granulares:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina y vehículos.
- Vuelcos o falsas maniobras por maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

En conducciones y ejecución de obras singulares: arquetas, desagües, etc.:

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de materiales.
- Electrocuciiones.
- Dermatitis por cemento.
- Cortes y golpes.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropellos por máquina o vehículos.



- Derrumbe de conjuntos mal contruidos o apuntalados.
- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Sobreesfuerzos.

En señalización, balizamiento y defensas:

- Atropellos por máquina o vehículos.
- Atrapamientos por maquinaria o vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes y golpes.

Riesgos eléctricos:

- Derivados de maquinaria, conducciones, cuadros, útiles, etc., que utilizan o producen electricidad en la obra.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Influencia de cargas electromagnéticas debidas a emisoras o líneas de alta tensión.
- Tormentas.
- Corrientes erráticas.
- Electricidad estática.
- Líneas eléctricas.
- Desprendimientos.
- Electrocuaciones.
- Caída de personas.
- Caída de material.
- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Polvo.
- Atrapamientos.
- Armado e Izado de apoyos eléctricos.
- Caídas de personas al mismo nivel.



- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Choques y golpes.
- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Sepultamiento.
- Cortes.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

En instalaciones electromecánicas:

- Caída de personas.
- Caída de material.
- Golpes y caídas de materiales.
- Heridas punzantes en extremidades.
- Golpes de herramientas.
- Quemaduras.
- Electrocuación.
- Radiaciones.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Cortes.

En albañilería y revestimientos:

- Caídas desde altura.
- Caídas de objetos.
- Cortes o erosiones por materiales cerámicos.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con materiales agresivos.
- Cortes por manejo de herramientas.
- Ruidos.



- Esfuerzos al manipular objetos pesados.
- Afecciones respiratorias por polvo.
- Dermatitis por cemento.

En montaje de cerramientos definitivos de obras:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

En ejecución de drenajes:

- Desprendimiento y deslizamientos del terreno.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.
- Ruido.
- Emanaciones.
- Afloramientos de agua.
- Proyección de partículas a los ojos.



En impermeabilizaciones y protección de taludes:

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.
- Riegos de incendio.

En almacenes, vehículos, encofrados de madera, etc.:

- Actividades auxiliares.
- Vuelco de vehículos.
- Caídas de altura.
- Caídas a nivel.
- Electrocuciiones.
- Quemaduras por el cemento.
- Heridas producidas por puntas.
- Desprendimiento.
- Polvo.
- Cortes y golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Caídas de material.
- Salpicaduras.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Atropellos.



- Atrapamientos.
- Explosiones.
- Afloramientos de agua.

1.3.2. Riesgos de daños a terceros

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma una vez iniciados los trabajos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera.

Se impedirá el acceso de personas ajenas a la obra. Si existiesen antiguos caminos se protegerán por medio de vallas autónomas metálicas. En el resto del límite de la zona de peligro, por medio de cintas de balizamiento reflectante.

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser:

- Caída al mismo nivel.
- Caída de objetos y materiales.
- Atropello.
- Polvo y ruido.

1.4. Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/1997, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

Servicios higiénicos	
	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave
	Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo
	Duchas con agua fría y caliente
	Retretes
	Comedor



Locales de descanso

Tabla 1. Servicios higiénicos.

La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

Deberá justificarse por la contrata la no instalación de algunos de los módulos de servicios, si se opta por una solución alternativa (alquiler de locales, etc.).

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/1997, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACION	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Hospital Punta Europa	A 60 km. Aprox.
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital Punta Europa	A 60 km. Aprox.

Tabla 2. Primeros auxilios y asistencia sanitaria.

El botiquín portátil ubicado en la obra dispondrá, al menos, de:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurcromo.
- 1 Frasco conteniendo amoniaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.



- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardiacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

En obra y junto al botiquín se colocará un cartel que incluirá un plano con los itinerarios más cortos a seguir hasta los centros sanitarios más próximos con Servicio de Urgencia. En él constarán direcciones y números de teléfono, así como de las clínicas y puestos de socorro, privados y públicos, situados en el entorno de la obra.

1.5. Medios auxiliares

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares empleados y sus características más importantes:

		Medios auxiliares	
		Medios	Características
X	Carretillas elevadoras móviles/automotrices	<ul style="list-style-type: none"> • Tendrán toda la documentación correspondiente a mantenimiento al día. Deben cumplir la normativa específica de Seguridad para aparatos elevadores y de transporte de personas. • Estarán dotadas de barandillas reglamentarias y/o canastillas adecuadas para el transporte de personas, no se usarán para transporte de material. • Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. • Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad. 	
X	Andamios sobre borriquetas	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.	



X	Pasarelas metálicas	Tendrán una anchura no inferior a 60cm, estarán protegidas con barandillas reglamentarias allí donde la profundidad de la zanja sea superior a 1,00m.
X	Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.
X	Instalación eléctrica	<p>Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1m$:</p> <ol style="list-style-type: none"> I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza. II. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión $> 24V$. III. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. IV. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado. V. La instalación de cables será aérea de la salida del cuadro. VI. La puesta a tierra será $\leq 80\Omega$. VII. Se dispondrán tantos cuadros secundarios como sean precisos según el avance de las obras, estos cumplirán el REBT.
X	Grupo Electrógeno	Cumplirán todas las normas de seguridad específicas, puesta a tierra, mantenimiento, protección de partes móviles, etc.

Tabla 3. Medios auxiliares empleados.

OBSERVACIONES:

Mantenimiento de la instalación eléctrica provisional. Se hará entrega al vigilante de seguridad de la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones diarias de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permitir conexiones a tierra a través de conducciones de agua, armaduras, pilares, etc.
- No permitir conexiones directas cable - clavija de otra máquina.
- Vigilar la conexión eléctrica de cables ayudados de cuñitas de madera. Ordenar su desconexión inmediata y llevar conexiones machos para que se instalen.
- No se permitirá que se desconecten las mangueras por el procedimiento del tirón, sino tirando de la clavija del enchufe, en posición estable del operario, incluso amarrado en caso necesario.
- Comprobar diariamente el estado de disyuntores diferenciales, antes del inicio de la jornada y después de la comida, accionando el botón del test. Deberá



tenerse disyuntores de repuesto de media o alta sensibilidad e interruptores magnetotérmicos para sustituir los averiados.





2. Descripción de los procedimientos, equipos y medios

2.1. Trabajos previos

Antes de dar comienzo a las obras, se procederá al cerramiento efectivo de los terrenos según el plano de Organización General, a la instalación de las casetas de oficina, aseo, vestuarios y almacén, al acondicionamiento de la zona de acopios, así como a la colocación de la señalización de seguridad.

La caseta de aseo y vestuarios dispondrá de las respectivas acometidas de agua potable y alcantarillado.

La instalación eléctrica de las casetas dispondrá de todas las protecciones reglamentarias con diferenciales de sensibilidad mínima de 30 mA. Se dotará de toma de tierra mediante picas de cobre. El suministro de energía eléctrica se podrá efectuar: bien mediante acometida provisional de obra a la red de baja tensión, o bien, mediante un grupo electrógeno. La empresa adjudicataria elegirá el sistema más idóneo de acuerdo con sus procedimientos constructivos.

Los medios a utilizar son: camión grúa para descarga de casetas y vallas, retroexcavadora para excavación de zanjas de las acometidas, pala cargadora, camión y compactadora para el acondicionamiento del terreno.

2.2. Movimiento de tierras

En primer lugar, se procederá al movimiento de tierras necesario para:

- Desbrozar el total de la superficie de la actuación.
- Alcanzar el perfil longitudinal y transversal proyectado.
- Nivelar las zonas donde se supere la pendiente máxima permitida por los seguidores solares o las estructuras fijas a implementar.

Los taludes adoptados, a confirmar por el estudio geotécnico serán:

- Talud en desmonte 2(H): 3(V)



- Talud en terraplén 2(H): 3(V)

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora.

2.3. Caminos internos y accesos

Para el diseño de los caminos interiores a la planta se minimizará el movimiento de tierras intentando adaptar al máximo la rasante de los viales al terreno natural.

Los máximos movimientos de tierras en caminos se producirán en los cruces con escorrentías, donde en el trazado de los caminos se deberá elevar la cota del terreno lo necesario para ubicar una ODT que dé continuidad a esa escorrentía.

Los caminos se diseñarán con un ancho de 4m, pendiente longitudinal mínima de 0,5% y pendiente transversal de un 3% a dos aguas.

El firme estará constituido por 10 cm de zahorra artificial compactada al 95% P.M, que servirá de rodadura sobre una capa de 20 cm de suelo nativo compactado, a confirmar según resultados de CBR de los suelos existentes del informe geotécnico.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora y máquinas de corte.

2.4. Cunetas

Las pendientes en su mayoría son superiores al 3% lo que implica la necesidad del revestimiento de hormigón de todas las cunetas.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, camión-hormigonera, placa vibradora.

2.5. Cerramiento

La superficie total de la parcela estará rodeada en la totalidad de su perímetro por una valla conformada por malla de tipo cinético. La malla contará con una altura de aproximadamente 2 metros.



2.6. Edificaciones

Se trata de una construcción de 200 m² y 4 m de altura. La estructura está formada por pórticos de estructura metálica a un agua, cimentación por determinar según datos del geotécnico y solera de hormigón de 20 cm de espesor.





3. Análisis de los riesgos en el desarrollo de las obras

3.1. Evaluación general de riesgos

Evaluación de riesgos en movimiento de tierras:

- Verticalidad de la excavación sin entibación.
- Desprendimiento de tierras por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimiento de tierras por sobrecarga de los bordes de la excavación.
- Desprendimientos por no utilizar el talud adecuado.
- Atropellos y vuelcos de maquinaria y vehículos.
- Caídas a igual y distinto nivel.
- Caída de materiales y objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Interferencias con servicios afectados.
- Golpes y proyecciones.
- Ruido.

Evaluación de riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas:

- Atropello por vehículos y maquinaria.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Atrapamiento entre piezas.
- Caída de cargas suspendidas por deficiente sujeción o rotura de los elementos de izado.
- Atrapamiento en zanjas.
- Entibaciones defectuosas.
- Caídas a igual o distinto nivel.
- Golpes y proyecciones.
- Sobre esfuerzo.



- Interferencias con servicios afectados.
- Ausencia de protecciones de los operarios.
- Vibraciones en coronación de zanjas por vehículos o maquinaria.
- Acción de las aguas.
- Desentibado incorrecto.
- Medios auxiliares de acceso a la zanja en mal estado.

Evaluación de riesgos en ejecución de montajes mecánico-estructurales:

- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Dermatitis por el contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y proyecciones.
- Atrapamiento por el material a colocar.
- Aplastamiento de manos durante la guía de la maniobra de descarga.
- Polvo.
- Ruido.
- Quemaduras.

Evaluación de riesgos en instalación eléctrica:

- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Pinchazos y cortes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocuci3n o quemaduras durante las pruebas y puesta en servicio de la instalaci3n por:
 - Mala protecci3n de cuadros el3ctricos.
 - Maniobras incorrectas en las l3neas.
 - Uso de herramientas sin aislamiento.
 - Punteo de los mecanismos de protecci3n.
 - Conexiones directas sin clavijas macho-hembra.



- Contacto accidental de la máquina de movimiento de tierras con líneas aéreas o subterráneas en servicio dentro del lugar de trabajo.

Evaluación de riesgos provocados por explosiones e incendios:

- Rotura, producida durante la excavación de algún servicio existente en el solar.
- Durante el mantenimiento de la máquina: fumar manejando recipientes con combustible; utilizar gasolina para limpiar las piezas; no apagar el motor al poner combustible en el depósito; comprobar el combustible, el nivel del refrigerante o el electrolito de la batería con llama.
- No almacenar el combustible, grasas y aceites de la maquinaria en local aislado e independiente.

Evaluación de riesgos provocados por atropellos y atrapamiento del personal:

- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida, dentro de la zona de acción de la máquina.
- Ausencia de resguardos, en los elementos móviles de la máquina.

3.2. Evaluación de riesgos profesionales

3.2.1. Riesgos debidos a la maquinaria prevista

Evaluación de riesgos en trabajos con retroexcavadora:

- Vuelco del vehículo por hundimiento del terreno.
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (aproximación excesiva a borde de taludes y bordes de excavación).
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos.



- Deslizamiento de la máquina (en terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Interferencias con servicios afectados.
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos en trabajos con pala cargadora:

- Caída de materiales desde la cuchara.
- Caía a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos en maniobras de marcha atrás y giros.
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Interferencias con servicios afectados.
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos en trabajos con compactador:

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina.
- Atropello de personas.
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja.



- Los derivados de las operaciones de mantenimiento.
- Vuelco del camión.
- Choque con otros vehículos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Evaluación de riesgos en trabajos con camión de transporte:

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina.
- Atropello de personas.
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja.
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento.
- Vuelco del camión.
- Choque con otros vehículos.

Evaluación de riesgos en trabajos de vibrado de hormigón:

a. En vibradores eléctricos:

- Vibraciones.
- Contactos eléctricos.
- Proyección de lechadas.

b. En vibradores neumáticos:

- Vibraciones.
- Golpes por rotura de las mangueras neumáticas.
- Proyección de lechadas.

Evaluación de riesgos en trabajos con mesa de sierra circular:

- Cortes en dedos y manos.
- Golpes por rechazo o lanzamiento de la pieza a cortar contra el operario.
- Abrusiones.
- Atrapamientos.
- Emisión de polvo.



- Ruido ambiental.
- Contacto con la energía eléctrica.
- Los derivados de los lugares de ubicación.

Evaluación de riesgos en trabajos con amasadora:

- Contactos eléctricos.
- Atrapamientos con elementos de transmisión.
- Atrapamiento con paletas de mezclado.

Evaluación de riesgos con trabajos con cortadora de material cerámico:

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Evaluación de riesgos con trabajos con motovolquete (dumper):

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el volquete o en el vehículo.
- Colisiones y atropellos
- Los derivados de la vibración durante la conducción
- Golpes de manivela en la puesta en marcha
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos con trabajos con camión grúa:

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Golpes por la carga
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento



- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Desplomes de elementos izados

Evaluación de riesgos en trabajo de vertido de hormigón:

- a. En bomba de hormigón
 - Tapones o atoramientos en la tubería
 - Golpes con la manguera terminal
 - Colisiones y atropellos
- b. En camión hormigonera
 - Colisiones y atropellos
 - Golpes con la canaleta de vertido de hormigón
 - Vuelco del vehículo

Evaluación de riesgos en trabajos con motoniveladora:

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Colisiones y atropellos

Evaluación de riesgos en trabajos con grupos electrógenos:

- Explosión al cargar combustible
- Contactos eléctricos

Evaluación de riesgos en trabajos con compresor:

- Vuelcos durante el transporte
- Golpes por la descarga
- Ruido
- Rotura de la manguera de presión
- Por emanación de gases tóxicos del tubo de escape

Evaluación de riesgos en trabajos con martillos neumáticos:



- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro
- Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas
- Proyección de objetos o partículas

Evaluación de riesgos en trabajos con herramientas manuales (en este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo y rozadora):

- Descargas eléctricas.
- Proyecciones de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades.

3.2.2. Riesgos debidos a los medios auxiliares

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos de cerramientos e instalaciones de los ascensores, siendo de dos tipos:
 - Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas, suspendidas de cables, mediante pescantes metálicos, atravesando éstas al forjado de la cubierta a través de una de una varilla provista de tuerca y contratuerca para su anclaje al mismo.
 - Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre dos pies en forma de “V” invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero de los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí:
 - Escaleras fijas, constituidas por el peldañado provisional a efectuar en las rampas de las escaleras del edificio, para comunicar dos plantas



distintas; de entre todas las soluciones posibles para el empleo del material más adecuado en la formación del peldaño hemos escogido el hormigón, puesto que es el que presenta la mayor uniformidad, y porque con el mismo bastidor de madera podemos hacer todos los tramos, constando de dos largueros y travesaños en número igual al de peldaños de la escalera, haciendo éste las veces de encofrado.

- Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Visera de protección para acceso del personal, estando ésta formada por una estructura metálica como elementos sustentantes de los tablones, con ancho suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del cerramiento aproximadamente 2,50 m señalizadas convenientemente.

Los riesgos más frecuentes debido a estos medios son los siguientes:

a) Andamios colgados:

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.

b) Andamios de borriquetas:

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablones como tablero horizontal.

c) Escaleras fijas:

- Caídas del personal.

d) Escalera de mano:



- Caídas a niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

e) Visera de protección:

- Desplome de la visera, como consecuencia de que los puntales metálicos no estén bien aplomados.
- Desplome de la estructura metálica que forma la visera debido a que las uniones que se utilizan en los soportes no son rígidas.
- Caídas de pequeños objetos al no estar convenientemente cuajada y cosida la visera.

f) Cables, eslingas y aparejos de izado:

- Cables, eslingas y aparejos de izado.
- Caída del material, por rotura de los elementos de izado
- Caída del material por mal eslingado de la carga.



4. Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales

4.1. Prevención de Riesgos en movimiento de tierras

4.1.1. Protecciones colectivas

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden.
- Vallas de limitación y protección; para señalización de rampas, excavaciones, etc.
- Cinta de balizamiento; para señalización de lugares poco conflictivos, pasos de peatones, etc.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de Señalización, de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.
- Regado de pistas; para limitar el levantamiento de polvo.

4.1.2. Protecciones personales

- Ropa de trabajo
- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros al abandonar las correspondientes cabinas de conducción)
- Botas de seguridad clase III impermeables
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos
- Guantes de cuero, goma o PVC
- Gafas antipolvo
- Cinturón antivibratorio (Para conductores de maquinaria y operadores de martillo neumático)



- Botas y guantes aislantes de la electricidad. (En trabajos con sospecha de existencia de cables eléctricos enterrados).

4.2. Prevención de Riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas

4.2.1. Protecciones colectivas

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden.
- Vallas de limitación y protección; para protección de zanjas, pozos, etc.
- Cinta de balizamiento; para señalización de lugares poco conflictivos, acopios, etc.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Tapas para arquetas y bocas de registro.
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de Señalización de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.
- Material de entibación; siempre que no se pueda dar a las zanjas un talud adecuado se entibarán, con material que estará acopiado en obra con la antelación adecuada para que la apertura de estas sea seguida inmediatamente por su colocación.
- Escaleras; cuando las zanjas tengan más de 1,50 m de profundidad se colocarán escaleras separadas 15 m como máximo.

4.2.2. Protecciones personales

- Ropa de trabajo.
- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros al abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Botas de seguridad clase III impermeables.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de cuero, goma o PVC.



- Gafas antipolvo.

4.3. Prevención de Riesgos en ejecución de caminos y viales

4.3.1. Protecciones colectivas

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden.
- Vallas de limitación y protección; para contención de peatones y señalización de obstáculos.
- Cinta de balizamiento; para señalización de lugares poco conflictivos, acopios, etc.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de Señalización de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.

4.3.2. Protecciones personales

- Ropa de trabajo
- Casco de protección contra riesgos mecánicos
- Botas de media caña impermeables
- Guantes
- Polainas
- Gafas de protección contra salpicaduras



4.4. Prevención de Riesgos en instalación eléctrica

4.4.1. Protecciones colectivas

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden
- Cinta de balizamiento; para mejor señalización de barandillas, acopios y avisos en lugares poco conflictivos
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 485/1997 de Señalización de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.

4.4.2. Protecciones personales

- Ropa de trabajo
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones)
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos
- Guantes aislantes
- Cinturón de seguridad
- Banqueta de maniobra
- Alfombra aislante
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

4.5. Prevención de Riesgos en trabajos con herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo y rozadora.



4.5.1. Protecciones personales

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.





5. Pliego de Condiciones Particulares

5.1. Normas de Seguridad y Salud

5.1.1. Normas de seguridad y salud generales

A. Normas de seguridad en excavaciones y movimiento de tierra

Se comprobará la maquinaria antes de su utilización, tanto su estado de funcionamiento como las diversas protecciones que deba tener, estando prohibido su uso si se observase algún fallo. Se exigirá al propietario de la máquina los certificados de las revisiones que deba pasar en el transcurso de la obra.

Se revisarán periódicamente los circuitos hidráulicos y neumáticos, tanto de la maquinaria de excavación como de la auxiliar que se utilice.

El personal será experto y conocerá los riesgos de este tipo de actividad. Al inicio de los trabajos será informado de los métodos a emplear, el sistema de excavación o perforación, las medidas de seguridad a emplear y la forma de actuación en caso de accidente.

Se controlará mediante el riego periódico, la formación de ambiente pulvígeno.

Se prohibirá el estacionamiento y la circulación de personas en las zonas de excavación y carga de escombros.

Los vehículos cumplirán las normas del Código de Circulación en lo que se refiere a luces, bocinas, etc.

En los lugares en los que el ruido sea superior a 80 dBA se utilizarán protectores auditivos.

Para el acceso de vehículos a las zonas de trabajo se construirán rampas cuya pendiente no sea superior al 8%.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas.

Se establecerán caminos de circulación para vehículos y personal de obra en las zonas de trabajo, que se señalizarán adecuadamente.

Se reconocerá el estado del terreno antes de iniciarse el trabajo diario, especialmente después de lluvias.



Se dispondrán barandillas de protección o como mínimo se señalizarán bermas, pozos y zanjas, para evitar caídas de personal.

B. Normas de seguridad en canalizaciones enterradas

El acceso a las zanjas se ha de hacer por medio de escaleras de mano sólidamente fijadas al límite superior y que sobresaldrán como mínimo un metro.

Se prohíbe el amontonamiento de tierras, materiales, tubos, etc. a una distancia inferior a 2 metros del límite de la excavación. Esta distancia puede variar en función de la profundidad y de las características del terreno.

El montaje de los tubos se hará por medios mecánicos y para el traslado y descenso al fondo de la excavación se emplearán los medios adecuados para garantizar la inmovilidad.

Las maniobras de aproximación y ajuste de tubos se harán con las herramientas adecuadas y nunca con los pies o las manos.

Durante las maniobras de descenso de los tubos no habrá ninguna persona en el fondo de la zanja, bajo la vertical del tubo que se iza.

Una vez instalados los tubos se repondrán las protecciones y/o señalización en los límites de la zanja hasta que se tape definitivamente.

Los pozos de registro se protegerán con la tapa definitiva en el momento de su ejecución, y si esto no fuera posible con tapas provisionales de resistencia probada. Se extremará el cuidado cuando estén en zonas de paso de vehículos y personal.

Se revisarán periódicamente los elementos de izado en la maquinaria de elevación y transporte.

Los trabajadores permanecerán unidos al exterior mediante una soga anclada al cinturón de seguridad, tal que permita bien la extracción del operario tirando, o en su defecto, su localización en caso de rescate.

Se prohíbe el acceso al interior del pozo a toda persona ajena al proceso de construcción.

C. Normas de seguridad en instalaciones eléctricas

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.



La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora”, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La entrada en servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal, en presencia del Jefe de Obra y de la Dirección Facultativa.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, así como que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección parcial. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

5.1.2. Normas de seguridad y salud profesionales

A. Normas de seguridad y salud en el uso de la maquinaria

En retroexcavadora:

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada.



- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- En ningún caso se sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En pala cargadora:

- Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y conocerá y cumplirá las normas de la “Guía del operador”.
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- No excavará un frente de altura superior a un metro de la altura máxima de la pala.
- En ningún caso sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.



- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilara el buen funcionamiento de las luces.

En motovolquete (dumper):

- Respetará las señales del código de circulación.
- Se prohíbe bajar las rampas frontalmente con el vehículo cargado.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- No circulará por rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y del 30% en terreno seco.
- No se sobrecargará el vehículo, y se distribuirá la carga uniformemente para evitar vuelcos.
- Se prohíbe terminantemente realizar maniobras peligrosas y sobrepasar los 20 km/hora.
- Se prohíbe terminantemente transportar personas en el vehículo.
- El maquinista será siempre una persona cualificada, y tendrá permiso de conducir.
- Se considerará siempre que el vehículo es una máquina, no un automóvil.
- Antes de empezar a trabajar se comprobará la presión de los neumáticos y el estado de los frenos.
- Al poner el motor en marcha se sujetará con fuerza la manivela y se evitará soltarla de golpe para prevenir posibles golpes.
- No se pondrá el vehículo en marcha sin cerciorarse de que el freno de mano está en posición de frenado para evitar movimientos incontrolados.
- No se sobrepasará nunca la carga máxima.
- Está prohibido transportar personas en el dumper, no admitiéndose ninguna excepción a esta regla.
- Se evitará sobrepasar con la carga la línea de visión del conductor.
- Se evitará descargar al borde de cortes del terreno, si ante estos, no existe instalado un tope final de recorrido.



- Respetará las señales de circulación interna, y por supuesto las de tráfico en el caso de utilizar carreteras o calles públicas. En ningún caso sobrepasará en obra los 20 km por hora.
- Si se debe remontar pendientes con el dumper cargado, se hará marcha atrás para evitar vuelcos.
- Los conductores estarán en posesión del carnet de conducir clase B-1 en el caso de tener que circular fuera del recinto de la obra.

En camión de transporte:

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- Para cargar se mantendrá el vehículo lo más nivelado posible y colocado de manera que la cuchara de descarga deposite el material sin peligro.
- El chófer no abandonará la cabina cuando esté cargando.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- No se accionará el mando del basculante hasta que el vehículo esté parado.
- Después de descargar se accionará la palanca del basculante y se comprobará que la caja ha bajado y está en posición de transporte.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.

En camión grúa:

- Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
- El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
- En presencia de líneas eléctricas aéreas, mantendrán las distancias de seguridad.



- Se situará siempre en terrenos seguros y estables.
- Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.
- Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre tablones de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto.
- Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.
- Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la grúa.
- El gancho llevará pestillo de seguridad.
- Revisión al menos trimestral de la grúa y sus elementos auxiliares.

Camión hormigonera:

- No se parará en recodos o curvas de poca visibilidad.
- Probará los frenos después de limpiarlo o de circular por zonas mojadas.
- No circulará con la canaleta suelta.
- Maniobrará lentamente mientras descarga el hormigón de los tajos.
- No hará marcha atrás sin asegurarse que el camino está libre.
- En caso de bascular hormigón en pendientes se asegurará el buen funcionamiento del freno de mano y se calzará adecuadamente el vehículo.
- En caso de ausencia del conductor no se dejarán puestas las llaves.
- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.
- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Puede volcar la máquina y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con cargo o sin ella sobre el personal, puede producir accidentes.
- No dé marcha atrás sin ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.



- Suba y baje de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere a recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto eléctrico haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie la toque, la grúa autopropulsada, puede estar cargada de electricidad.
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un “puente provisional de obra”, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.
- Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras.
- No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.
- Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.



- No permita que haya operarios bajo cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en la tabla.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.
- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas, o estribos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

Vibradores eléctricos:

- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya consistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, la que garantice una tensión máxima de 24 V.

Vibradores neumáticos:

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.

En motoniveladora:

- Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
- El maquinista será siempre una persona cualificada y conocerá el tipo de trabajo a realizar, el método a emplear y la naturaleza y estado del terreno en el que se ha de mover.
- Trabajará siempre a velocidad adecuada.



- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

En grupos electrógenos:

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntas.
- Al reponer combustible estará siempre parado y con las llaves de contacto retiradas.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Las partes activas estarán aisladas.
- Las mangueras estarán protegidas contra la humedad y la abrasión.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 V.

En compresores:

- El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
- El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal.
- Las carcasas protectoras estarán cerradas.
- Se protegerán del sol u otras fuentes de calor los recipientes de presión.
- Las mangueras se protegerán contra golpes, paso de vehículos, etc.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, desechándose las que se observen deterioradas o agrietadas.
- Los mecanismos de conexión estarán recibidos mediante racores de presión.

En martillos neumáticos:

- Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.
- Los mangos y puños serán del tipo que absorban las vibraciones.
- Tendrán un diseño que los haga fácilmente manejables.
- Estarán equipados con un atenuador de sonido bien interior o exteriormente.



- No se desmontará la manguera del martillo sin haber cortado antes el aire.
- Se comprobará el acoplamiento perfecto de los punteros, barrenas, etc., con el martillo.
- Se trabajará siempre con los pies en un plano superior al de ataque con el puntero.
- Para prevenir la proyección de partículas que puedan dañar al operario, deberá utilizar ropa de trabajo cerrada, gafas antiproyecciones y mandil, manguitos y polainas de cuero.
- Para evitar las vibraciones utilizará cinturón antivibratorio y muñequeras.
- Para evitar lesiones en los pies utilizará botas de seguridad, homologadas clase III para prevenir posibles daños pulmonares por el polvo se utilizará mascarillas con filtro mecánico recambiable.
- Si el martillo está provisto de culata de apoyo en el suelo, se evitará apoyarse a horcajadas sobre ella, para recibir más vibraciones de las inevitables.
- No se dejará el martillo hincado en el suelo, pared o roca, para evitar la dificultad de extraerlo después.
- Antes de accionar el martillo se asegurará que está perfectamente amarrado el puntero.
- Si el puntero está gastado o deteriorado se cambiará para evitar posibles accidentes.
- Se vigilará que las mangueras de gases estén en perfecto estado.
- Los operarios serán especialistas, para prevenir los riesgos de impericia.
- Se prohíbe expresamente el uso de martillos en presencia de líneas eléctricas y/o gas enterradas a partir de ser encontradas las bandas de señalización.

En mesa de sierra circular:

- Será manejada por personal especializado y con instrucción de su uso que deberá estar autorizado para utilizarla.
- El personal empleará pantallas o gafas para protegerse de posibles proyecciones a los ojos o a la cara.



- El dispositivo de puesta en marcha debe estar situado al alcance del operario, pero de tal manera que resulte imposible ponerse en marcha accidentalmente.
- La hoja de la sierra será de excelente calidad, y se colocará bien ajustada y prieta para que no se descentre ni se mueva durante el trabajo.
- La hoja se protegerá por debajo, lateralmente con dos mamparas desmontables. Sobre la mesa, se protegerá la parte posterior con un cuchillo divisor y la parte anterior con un cobertor regulable.

En amasadora:

- El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a intemperie y su conexionado perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa y estará la toma de tierra conectada a la misma.
- Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada.
- La limpieza de las paletas de mezclado se realizará con la máquina parada.

Herramientas portátiles y manuales:

- Todas las herramientas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento, o bien de toma de tierra asociada a un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA).



- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante “montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etcétera, para evitar el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que, permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- La instalación de letreros con leyendas de “máquina averiada”, “máquina fuera de servicio”, etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.



- Las herramientas accionadas mediante compresor se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m., (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico.
- Las herramientas a utilizar en esta obra, accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o taladro), abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán en forma aérea. Se señalizarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

B. Normas de seguridad y salud en el uso de equipos auxiliares

Prevención de riesgos en andamios sobre borriquetas:

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos de trabajar sobre superficies inclinadas.
- Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm por los laterales para evitar el riesgo de vuelco, y la separación de las borriquetas no será superior a 2,5 m.
- Los andamios se formarán con un mínimo de dos borriquetas, prohibiéndose el uso de bidones, tablones, etc.



- Las plataformas tendrán un mínimo de 60 cm de anchura. Se limitarán con barandilla de 90 cm de altura, formada por listón superior, intermedio y rodapié de 20 cm.

Prevención de riesgos en escaleras de mano:

- No se podrán utilizar para salvar alturas de más de 6 m. Se deberán utilizar para mayores alturas, escaleras telescópicas.
- En su extremo inferior llevarán zapatas antideslizantes.
- Sobrepasarán en 0,90 m la altura a salvar, estando amarradas en su extremo superior a la estructura a la que dan acceso.
- Se instalarán de tal modo, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior; $\frac{1}{4}$ de la longitud del larguero entre apoyos.
- El acceso de los operarios se hará de uno en uno, y se efectuará frontalmente. No se podrán transportar pesos superiores a 25 kg.
- Serán preferiblemente metálicas. En el caso de ser de madera, tendrán los largueros de una sola pieza, sin nudos o defectos, los peldaños estarán ensamblados y no clavados, y no estarán pintadas, si no que el barniz será transparente.

Prevención de riesgos en cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado:

- Se emplearán únicamente elementos de resistencia adecuada.
- No se utilizarán los elementos de manutención haciéndolos formar ángulos agudos o sobre aristas vivas. En este sentido conviene:
 - Proteger las aristas con trapos, sacos o mejor con escuadras de protección.
 - Equipar con guardacabos los anillos terminales de los cables.
- No utilizar cables ni cadenas anudados.
- En la carga a elevar se elegirán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, cuidando que estos puntos se encuentren convenientemente dispuestos en relación con el centro de gravedad del bulto.



- La carga permanecerá en equilibrio estable, utilizando si es preciso, un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
- Se observarán con detalle las siguientes medidas:
 - Cuando haya que mover una eslinga se aflojara lo suficiente para desplazarla.
 - No se desplazará una eslinga situándose debajo de la carga.
 - No se elevarán las cargas de forma brusca.

Prevención del riesgo de incendio:

- Se seguirán las siguientes medidas de seguridad:
- Designación de un equipo especialmente formado para el manejo de los medios de extinción.
- Cortar la corriente desde el cuadro general, para evitar cortacircuitos una vez acabada la jornada laboral.
- Prohibir fumar en las zonas de trabajo donde haya un peligro evidente de incendio, a causa de los materiales que se manejen.
- Prohibir el paso a personas ajenas a la empresa.

5.1.3. Normas de seguridad y salud en previsión de riesgos por servicios afectados

Normas de seguridad en la proximidad de líneas eléctricas subterráneas y aéreas; conducciones de gas, teléfono y agua.

Actuaciones previas:

- Informarse de la posible existencia de cables enterrados.
- Efectuar las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo de la línea.
- En el caso de que no sea posible el descargo, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la Compañía (indefinición de comienzo o fin de descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc., considerará a todos los efectos a la línea en tensión, por lo que,



en el caso de que se deba trabajar ineludiblemente en el área afectada por la línea se deberán considerar dos procedimientos.

Procedimientos de operación:

- 1) Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado y sistema de protección).
 - Se podrá excavar mecánicamente hasta una distancia (proyecciones vertical y horizontal) de 0,50 m., debiendo continuarse la aproximación manualmente hasta acceder a la protección (fábrica de ladrillo, tubo, etc.) o hasta la cubierta aislante en caso de cubrición con arena o tierras.
 - El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede), y posterior protección, se efectuará de conformidad con la compañía suministradora de fluido eléctrico.
 - Estos trabajos de comienzo a fin deberán estar supervisados “in situ” por un responsable de los mismos.
 - Las protecciones personales obligatorias, específicas del riesgo, consistirán en guantes dieléctricos adecuados a la tensión de la línea, protegidos con guantes de trabajo de cuero. Igualmente será obligatorio el casco con barbuquejo, protección ocular y calzado de seguridad clase III (aislante).
 - El responsable de los trabajos no permitirá el inicio de estos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el visto bueno de la compañía eléctrica y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.
 - En cualquier caso, es preceptiva la realización de calicatas por lo menos en dos puntos del trazado, para confirmar la exactitud de la línea, antes del inicio de los trabajos.

- 2) Conocida la existencia de una línea, pero no su trazado, profundidad o sistema de protección mecánica.



- Solicitar de la Compañía que mediante un detector de campo nos defina las coordenadas del trazado de la línea en la zona a operar.
- Si ofrecen garantías sobre la exactitud de las mediciones, se operará de acuerdo con el apartado 1º, pero solicitando la supervisión por persona cualificada perteneciente a la compañía eléctrica.
- Si no ofrece garantías la medición, o no la realiza la compañía eléctrica, se efectuará el correspondiente escrito a la Propiedad de la obra poniéndola en antecedentes del caso, así como el no inicio del trabajo en la posible zona afectada, dado su extrema peligrosidad, al objeto que efectúe las diligencias necesarias para el correspondiente descargo, o en su caso, la realización de los trabajos por la compañía eléctrica o por otra, con la correspondiente especialización en trabajos en tensión.

Conducciones de gas:

Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Cuando se trabaje próximo a estas conducciones o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro, debido a la marcha de aquéllos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
- Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.
- Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Está prohibido la utilización, por parte del personal, de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
- No se podrá almacenar material sobre dicha conducción.
- En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantas cargas.



- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
- Todas las máquinas utilizadas que funcionen eléctricamente dispondrán de una correcta conexión a tierra.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.
- Si hubiera que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas cortafuegos.
- En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.

Conducciones de teléfono:

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,5 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.



- En caso de rotura o fuga en la canalización, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

Conducciones de agua:

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado de la conducción.

Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la conducción en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la conducción, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no se rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular cualquier elemento de la conducción en servicio.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar la conducción como punto de apoyo.
- En caso de rotura de la conducción, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora para su posterior reparación.

5.1.4. Normas de seguridad y salud en accesos y señalización

A. Accesos

- Antes de vallar la obra, se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Si es posible, se separarán los accesos de personal de los de vehículos y maquinaria.
- Si no es posible lo anterior, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.



- Se procederá al cerramiento perimetral de la obra, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma.
- Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.
- El ancho mínimo será de 4,5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas.
- Se colocarán las siguientes señales:
- Al comienzo de la rampa señal de “subida con pendiente”.
- A la salida de la rampa señal de “stop”.
- A la entrada de la rampa señales de “limitación de velocidad a 20 km/h”, “bajada con pendiente” y “entrada prohibida a peatones”.
- Asimismo, se señalizarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

B. Señalización

- De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en esta obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.
- Se instalará un cartel en la oficina de obra con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los teléfonos, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.
- En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:
 - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Utilización obligatoria del casco.



- En los cuadros eléctricos general y auxiliares de obra, se instalarán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de peligro de caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del cinturón de seguridad.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.) hasta instalar la protección efectiva perimetral y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel.
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se instalará señal de prohibido fumar.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.

Asimismo, se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando los cerramientos necesarios. Para ello se limitará físicamente todo el perímetro de las obras mediante una valla de cerramiento.

La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente verticales y en consonancia con su mensaje.
- Banda de acotamiento destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, así como a la limitación e indicación de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento, perfil cilíndrico y hueco de plástico rígido, color butano de 100 cm de longitud, con una hendidura en la parte superior del poste para recibir la banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.
- Valla plástica tipo masnet de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas, y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.



Todos los desvíos, itinerarios alternativos, estrechamientos de calzada, etc. que se puedan producir durante el transcurso de la obra, se señalarán según la Norma de Carreteras 8.3- IC del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 31 de agosto de 1987.

Las señales serán de los tipos:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señales manuales.
- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

5.2. Instalaciones de Salud y Bienestar

Todas las instalaciones de la obra se mantendrán limpias, por lo que se organizará un servicio de limpieza para que diariamente sean barridas y fregadas con los medios necesarios para tal fin.

En esta obra se cumplirán las siguientes normas:

- Comedor
 - 1 Calientacomidas por cada 30 operarios.
 - 1 Grifo en la pileta por cada 10 operarios.
- Aseos
 - 1 Inodoro por cada 25 operarios.
 - 1 Ducha por cada 10 operarios.
 - 1 Lavabo por cada 10 operarios.
 - 1 Espejo (40 x 50) por cada 25 operarios.
 - 1 Calentador agua.
 - Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.
- Vestuarios
 - Bancos, perchas.



- 1 Taquilla por trabajador.

5.3. Organización de la Seguridad y Salud en la obra

5.3.1. Órganos de seguridad en obra

Vigilante de seguridad

La empresa constructora estará obligada a nombrar un vigilante de seguridad que será el encargado general de la obra. Deberá comunicarse su nombre a la Dirección Facultativa de las obras previamente al comienzo de las mismas

El nombramiento del vigilante de seguridad estará permanentemente expuesto en lugar visible.

Su misión es la de hacer eficaces los medios de seguridad, previendo las necesidades con antelación, haciendo cumplir el programa establecido en este Plan y en sus posibles actualizaciones.

Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud que será el órgano de seguimiento de las condiciones de seguridad de la obra, de forma permanente.

El Comité estará formado por:

- Presidente; el jefe de obra.
- Vigilante de Seguridad: encargado general.
- Secretario: administrativo de obra.
- Vocales: un representante de nuestro personal y un representante de los trabajadores de cada subcontrata.

El Comité se reunirá mensualmente redactando un acta de la reunión que firmarán todos los asistentes y se presentará a la Dirección Provincial de Trabajo recabando el correspondiente acuse de recibo. La fotocopia de esta acta se fijará en el Tablero de Seguridad y Salud.

Se guardará fotocopia de todos los documentos que se generen relacionados a Vigilante y Comité en una carpeta-archivador de Seguridad y Salud.



5.3.2. Formación e Información de Riesgos

Todo el personal deberá recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran comportar, juntamente con las medidas de seguridad que tendrá que emplear.

Escogiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de manera que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

5.3.3. Normas de Seguridad para todos los trabajadores

Todos los trabajadores saldrán del vestuario con la ropa de trabajo, el casco y las otras prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Se considera falta grave la no utilización de estos equipos.

Accederán a los puntos de trabajo por los itinerarios establecidos y utilizarán los pasos, torretas, escaleras, etc., instalados con esta finalidad.

No utilizarán las grúas dumpers, retos, etc., como medio de acceso al puesto de trabajo. No se situarán en el radio de acción de maquinaria en movimiento.

No permanecerán bajo cargas suspendidas. No trabajarán en niveles superpuestos.

No manipularán cuadros o líneas eléctricas. Si se produjese alguna avería, avisarán al encargado o al personal de mantenimiento correspondiente.

Cumplirán las instrucciones que reciban de los encargados, capataces, y vigilantes de seguridad.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

5.3.4. Notificación e Investigación de Accidentes

Todos los accidentes que se produzcan deberán ser notificados e investigados para evaluar su gravedad potencial y adoptar las medidas correctoras necesarias para evitar su repetición.

5.3.5. Seguimiento y control

Habrán reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se tendrá en cuenta los siguientes puntos:

1. Instalaciones médicas



El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.

2. Protecciones personales

Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones personales las cuales tendrán fijadas un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda, se repondrá ésta independientemente de su duración prevista o fecha de entrega.

La entrega de las prendas de protección personal se controlará mediante unas fichas personales de entrega de material, controlando a su vez las reposiciones efectuadas. Se adjunta modelo de justificante de entrega de Equipos de Protección Individual.

3. Protecciones colectivas

Al igual que las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista.

4. Instalación del personal

Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria



6. Presupuesto y mediciones

Asciende el presupuesto del presente estudio de Seguridad y Salud a la cantidad de 125.000,48 € (CIENTO VEINTICINCO MIL EUROS CON CUARENTA Y OCHO CENTIMOS) según se desglosa a continuación:

Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
1	Capítulo		PROTECCIONES INDIVIDUALES	1	6.637,14 €	6.637,14 €
	Partida	Ud	CASCO DE SEGURIDAD	40	2,10 €	84,00 €
	Partida	Ud	PANTALLA DE SEGURIDAD SOLDADOR	30	21,34 €	640,20 €
	Partida	Ud	GAFAS ANTIPOLVO Y ANTIIMPACTOS	30	9,02 €	270,60 €
	Partida	Ud	MASCARILLA DE RESPIRACION ANTIPOLVO	30	10,82 €	324,60 €
	Partida	Ud	FILTRO PARA MASCARILLA ANTIPOLVO	60	0,60 €	36,00 €
	Partida	Ud	PROTECTOR AUDITIVO	50	13,82 €	691,00 €
	Partida	Ud	CINTURON DE SEGURIDAD	25	16,53 €	413,25 €
	Partida	Ud	CINTURON DE SEGURIDAD ANTIVIBRATORIO	15	14,42 €	216,30 €
	Partida	MI	CABLE DE SEGURIDAD PARA ANCLAJE DE CINTURON DE SEGURIDAD	200	3,63 €	726,00 €
	Partida	Ud	MONO O BUZO DE TRABAJO	20	15,03 €	300,60 €
	Partida	Ud	IMPERMEABLE	5	12,02 €	60,10 €
	Partida	Ud	MANDIL DE CUERO PARA SOLDADOR	10	9,62 €	96,20 €
	Partida	Ud	PAR DE MANGUITOS PARA SOLDADOR	15	3,31 €	49,65 €
	Partida	Ud	PAR DE POLAINAS PARA SOLDADOR	15	5,41 €	81,15 €
	Partida	Ud	PAR DE GUANTES PARA SOLDADOR	12	5,11 €	61,32 €



	Partida	Ud	PAR DE GUANTES DIELECTRICOS	10	21,04 €	210,40 €
	Partida	Ud	PAR DE GUANTES DE GOMA FINOS	10	1,50 €	15,00 €
	Partida	Ud	PAR DE GUANTES DE CUERO	10	3,01 €	30,10 €
	Partida	Ud	PAR DE BOTAS IMPERMEABLES AL AGUAY A LA HUMEDAD	2	9,02 €	18,04 €
	Partida	Ud	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD LONA	15	18,03 €	270,45 €
	Partida	Ud	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD CUERO	10	37,86 €	378,60 €
	Partida	Ud	PAR DE BOTAS DIELECTRICAS	2	24,04 €	48,08 €
	Partida	Ud	CHALECOS REFLECTANTES	30	53,85 €	1.615,50 €
	Total 01			1	6.637,14 €	6.637,14 €

Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
2	Capítulo		PROTECCIONES COLECTIVAS	1	22.658,49 €	22.658,49 €
	Partida	Ud	SEÑAL NORMALIZADA DE TRAFICO, CON SOPORTE METALICO	40	32,59 €	1.303,60 €
	Partida	Ud	CARTEL INDICATIVO DE RIESGO, SIN SOPORTE METALICO	30	1,59 €	47,70 €
	Partida	MI	BANDA DE BALIZAMIENTO	10000	0,24 €	2.400,00 €
	Partida	MI	VALLA AUTONOMA METALICA DE 2,5 M. DE LONGITUD, PARA CONTENCIÓN DE PEATONES	40	7,65 €	306,00 €
	Partida	Ud	BALIZA LUMINOSA INTERMITENTE	40	38,23 €	1.529,20 €
	Partida	Ud	JALON DE SEÑALIZACION	40	7,65 €	306,00 €
	Partida	MI	BANDA DE BALIZAMIENTO DE GALIBO, INCLUSO SOPORTE	40	1,64 €	65,60 €
	Partida	Ud	CONO DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE DE 0,50 M. DE ALTURA	80	12,92 €	1.033,60 €
	Partida	MI	BARANDILLA DE PROTECCION DE 0.90 M	40	3,43 €	137,20 €
	Partida	Ud	PORTICO DE LIMITACION DE ALTURA A 4M	2	310,71 €	621,42 €
	Partida	Ud	SEÑAL PRECEPTIVA REFLECTANTE DE 1,20 M. CON TRIPODE DE ACERO GALVANIZADO	40	26,97 €	1.078,80 €



	Partida	M2	MALLAZO RESISTENTE COMO PROTECCION DE HUECOS	15	2,96 €	44,40 €
	Partida	Ud	TOPE PARA CAMIONES EN EXCAVACION	40	29,43 €	1.177,20 €
	Partida	MI	PLATAFORMA DE SEGURIDAD ELEVADA PARA TRABAJOS EN ALTURA	2	41,59 €	83,18 €
	Partida	MI	MARQUESINA DE PROTECCION	10	25,60 €	256,00 €
	Partida	MI	LINEA HORIZONTAL DE SEGURIDAD	5	6,64 €	33,20 €
	Partida	MI	LINEA VERTICAL DE SEGURIDAD	1	5,79 €	5,79 €
	Partida	H	MANO DE OBRA DE SEÑALISTA	80	10,00 €	800,00 €
	Partida	H	MANO DE OBRA BRIGADA SEGURIDAD	80	16,87 €	1.349,60 €
	Partida	Ud	MES DE CUADRILLA DE SEGURIDAD	12	840,00 €	10.080,00 €
Total 02				1	22.658,49 €	22.658,49 €

Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
3	Capítulo		EXTINCION DE INCENDIOS	1	688,05 €	688,05 €
	Partida	Ud	EXTINTOR DE POLVO POLIVALENTE	15	45,87 €	688,05 €
Total 03				1	688,05 €	688,05 €

Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
4	Capítulo		PROTECCION INSTALACION ELECTRICA	1	2.201,00 €	2.201,00 €
	Partida	Ud	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA	10	42,53 €	425,30 €
	Partida	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 300 mA	10	92,77 €	927,70 €
	Partida	Ud	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 30 mA	10	84,80 €	848,00 €
Total 04				1	2.201,00 €	2.201,00 €



Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
5	Capítulo		INSTALACIONES HIGIENE BIENESTAR	1	50.311,00 €	50.311,00 €
	Partida	Ud	MES ALQUILER BARRACON COMEDOR	12	204,00 €	2.448,00 €
	Partida	Ud	MES ALQUILER BARRACON VESTUARIO	12	271,00 €	3.252,00 €
	Partida	Ud	MES DE ALQUILER BARRACON ASEOS	12	77,00 €	924,00 €
	Partida	Ud	MESA DE MADERA PARA 10 PERSONAS	35	60,10 €	2.103,50 €
	Partida	Ud	BANCO DE MADERA PARA 5 PERSONAS	70	30,05 €	2.103,50 €
	Partida	Ud	CALIENTA COMIDAS DE 60 SERVICIOS	20	210,00 €	4.200,00 €
	Partida	Ud	RADIADOR DE INFRARROJOS 1.000 W	8	60,00 €	480,00 €
	Partida	Ud	VENTILADOR	25	30,00 €	750,00 €
	Partida	Ud	CALENTADOR ELECTRICO DE 50 l.	25	200,00 €	5.000,00 €
	Partida	Ud	PILETA CORRIDA CON 5 GRIFOS	20	325,00 €	6.500,00 €
	Partida	Ud	RECIPIENTE PARA RECOGIDA BASURAS	100	30,00 €	3.000,00 €
	Partida	Ud	TAQUILLA METALICA INDIVIDUAL	50	31,00 €	1.550,00 €
	Partida	H	MANO DE OBRA PARA LIMPIEZA	1800	10,00 €	18.000,00 €
			Total 05	1	50.311,00 €	50.311,00 €

Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
6	Capítulo		MEDICINA PREVENTIVA PRIMEROS AUXILIOS	1	23.400,00 €	23.400,00 €
	Partida	Ud	BOTIQUIN INSTALADO EN LOS TAJOS	160	90,00 €	14.400,00 €
	Partida	Ud	REPOSICION DE MATERIAL SANITARIO	90	75,00 €	6.750,00 €
	Partida	Ud	RECONOCIMIENTO MEDICO OBLIGATOR.	75	30,00 €	2.250,00 €



Total 06	1	23.400,00 €	23.400,00 €
-----------------	----------	--------------------	--------------------

Código	Nc	Ud	Resumen	Cantidad Pres	Precio Pres	Importe Pres
7	Capítulo		FORMACIONES Y REUNIONES DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO	1	19.104,80 €	19.104,80 €
	Partida	H	FORMACION EN SEGURIDAD Y SALUD	1800	6,00 €	10.800,00 €
	Partida	H	TECNICO SEGURIDAD DE FORMACION	800	10,38 €	8.304,80 €
Total 07				1	19.104,80 €	19.104,80 €

Total ESTUDIO SYS	1	125.000,48 €	125.000,48 €
--------------------------	----------	---------------------	---------------------



**USO OBLIGATORIO
DE CASCO**



**USO OBLIGATORIO
DE CALZADO
DE SEGURIDAD**



**USO
OBLIGATORIO
GUANTES PROTECTORES**



**USO
OBLIGATORIO
DE GAFAS**



**PROHIBIDO
EL PASO A TODA
PERSONA AJENA A
ESTA OBRA**

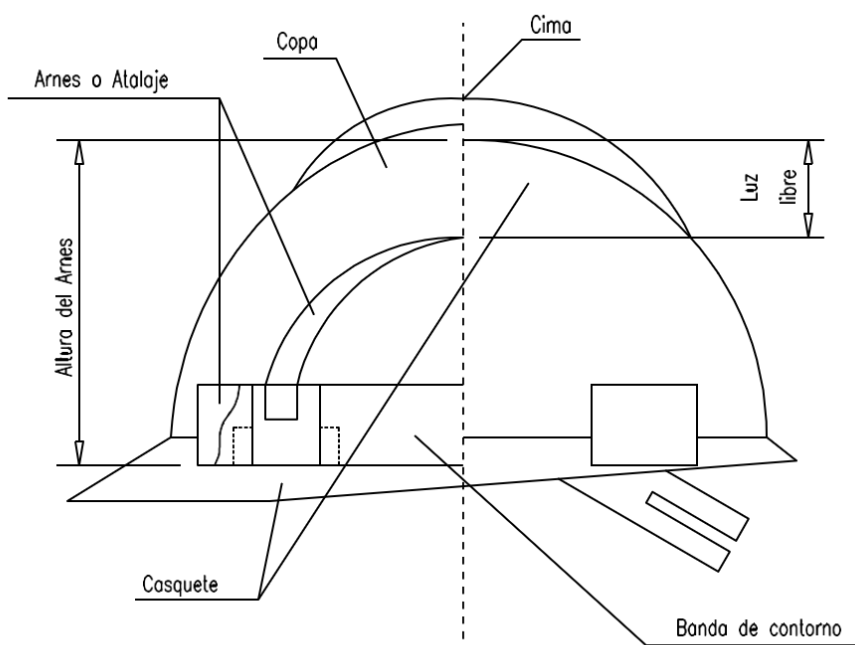
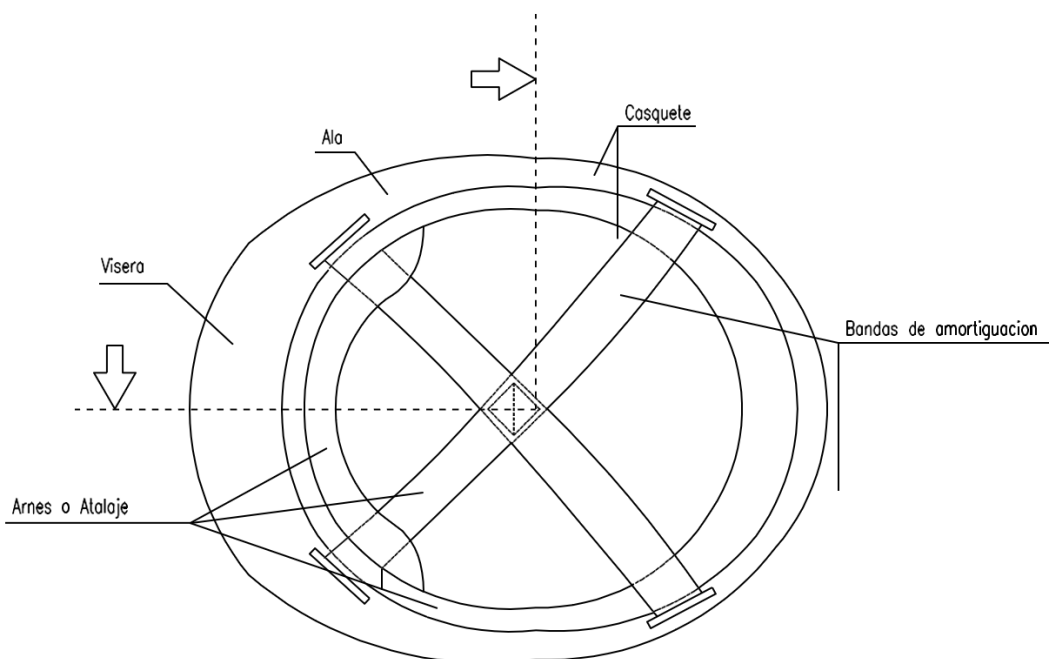


**ZONA
DE OBRAS**

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 01
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCOS DE SEGURIDAD)



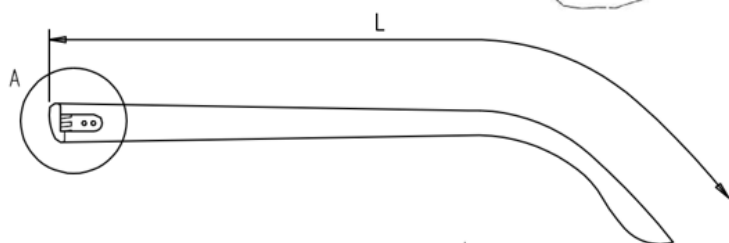
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 02
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



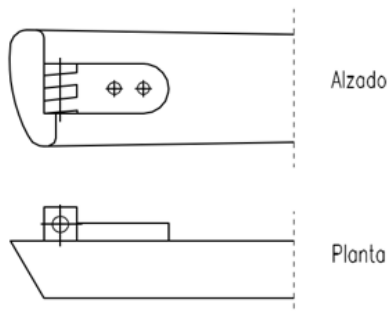
PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD)



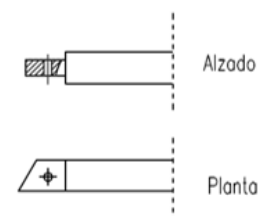
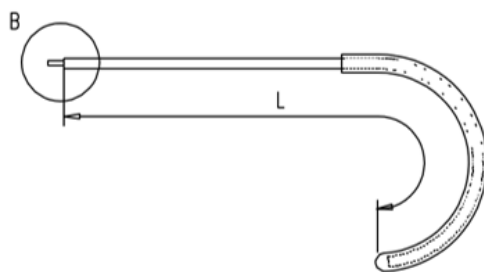
PATILLA DE SUJECCION TIPO ESPATULA



DETALLE A



PATILLA DE SUJECCION TIPO CABLE



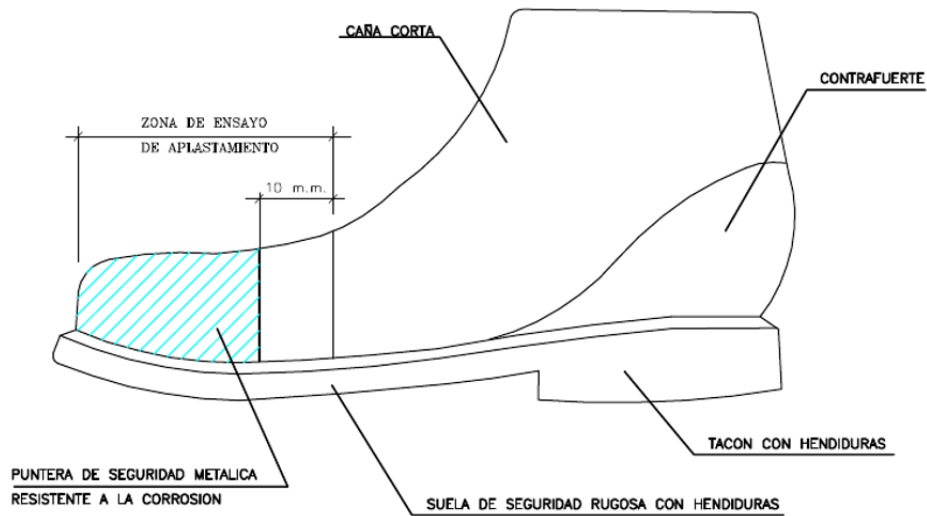
DETALLE B

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 03
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		

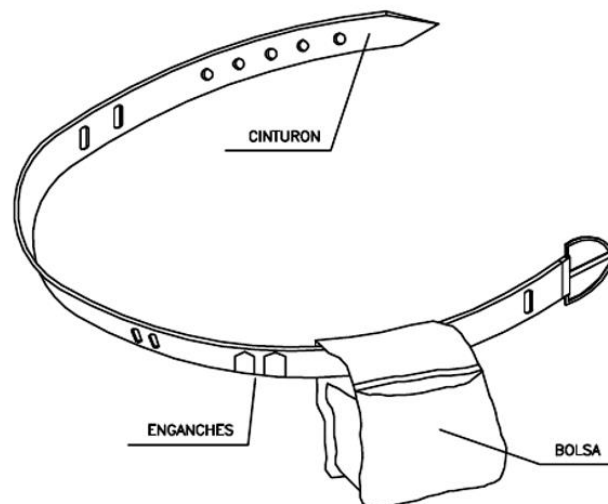


PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS Y PORTAHERRAMIENTAS)

BOTA DE SEGURIDAD CLASE III



PORTAHERRAMIENTAS



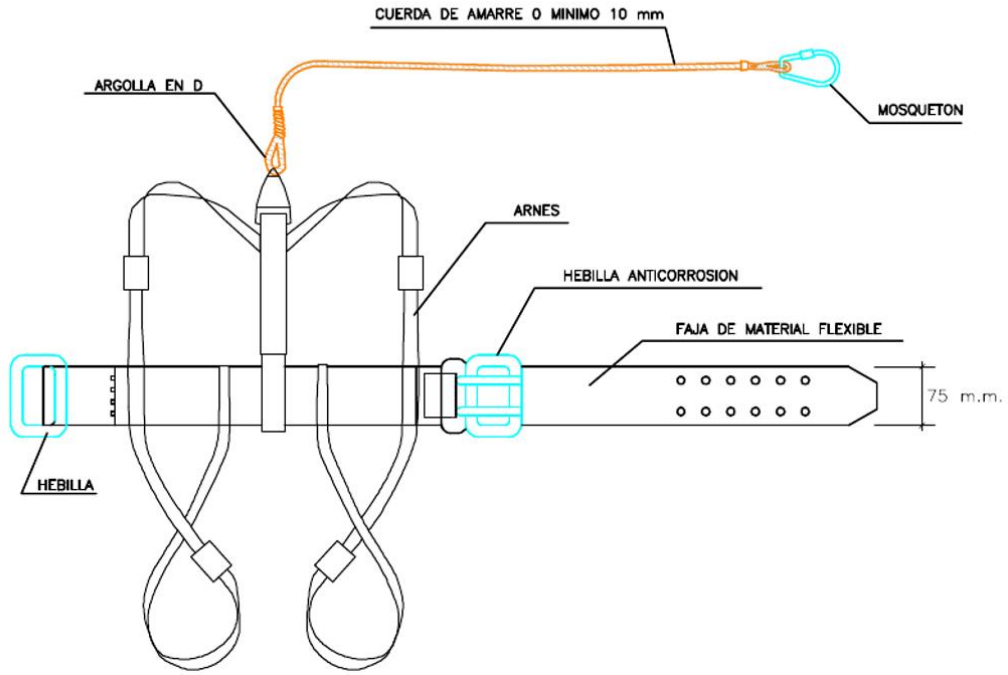
1. Permite tener las manos libres.
2. Evita caída de herramientas.
3. No exige del cinturón de seguridad cuando este sea necesario.



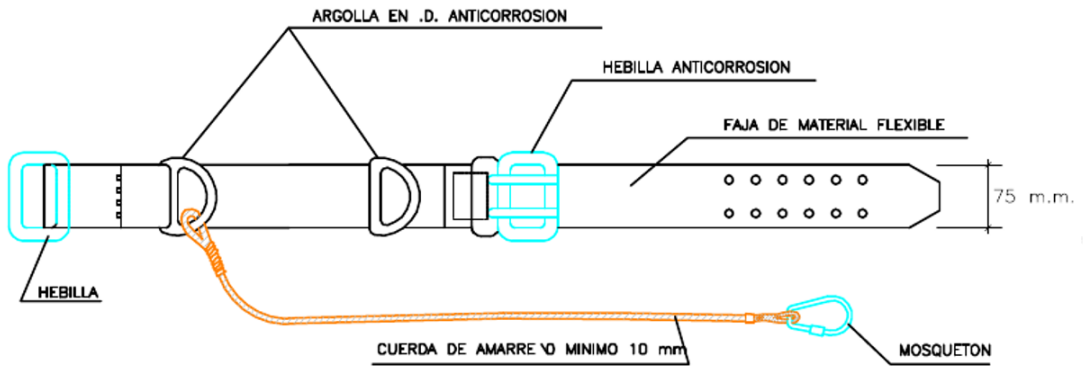



PROTECCIONES INDIVIDUALES (ARNÉS Y CINTURÓN)

ARNÉS DE SEGURIDAD



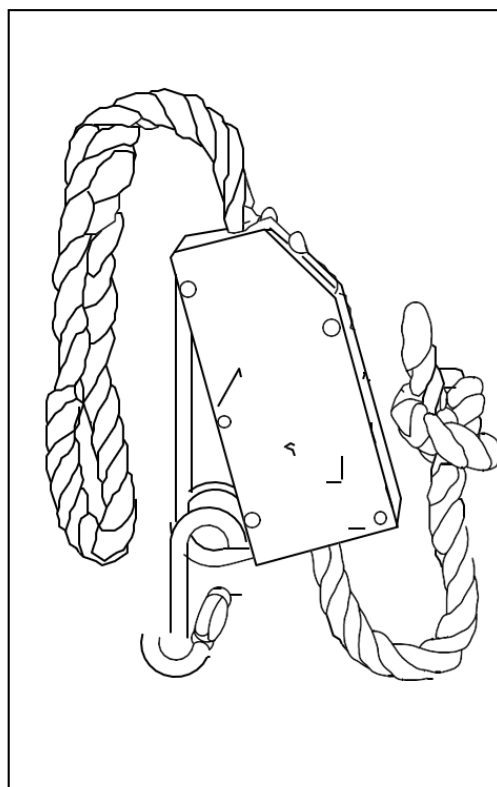
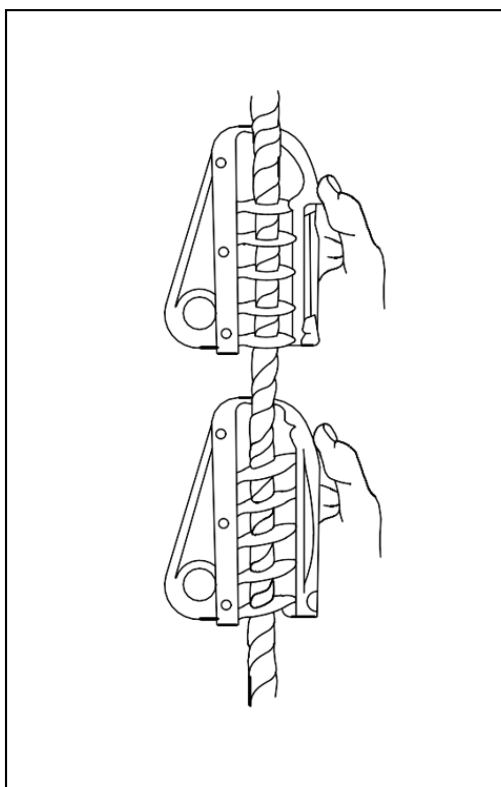
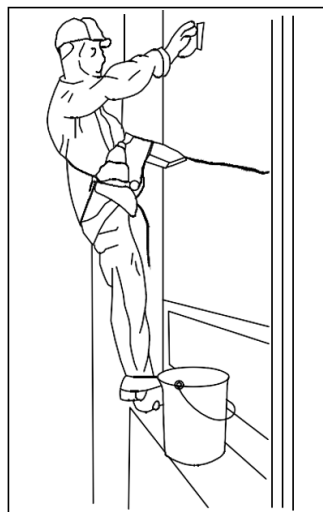
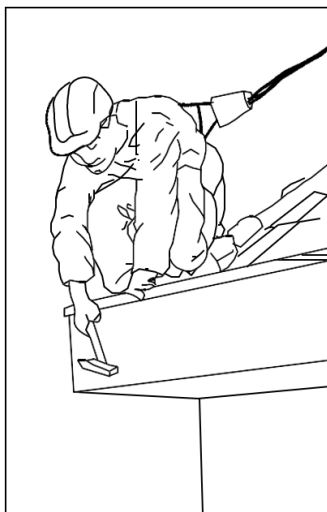
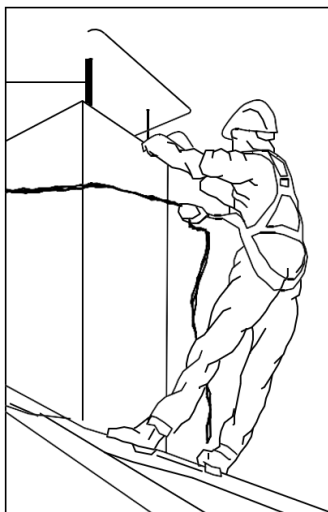
CINTURÓN DE SEGURIDAD




	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 05
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (SEGURO DE ANCLAJE MÓVIL)

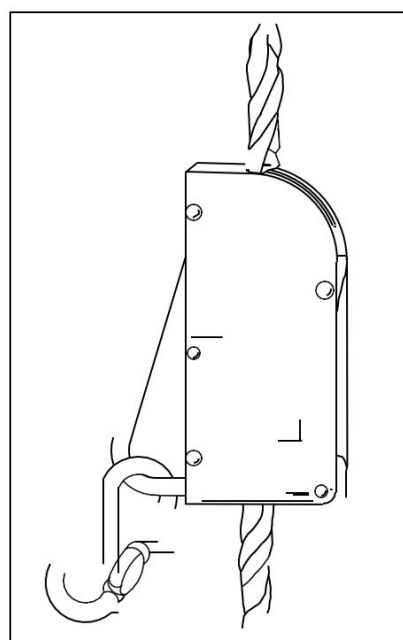
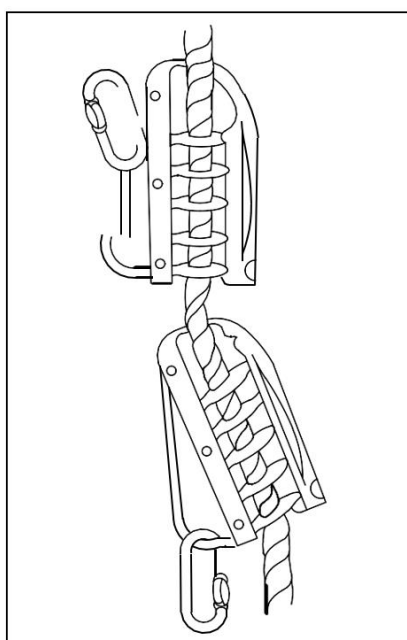
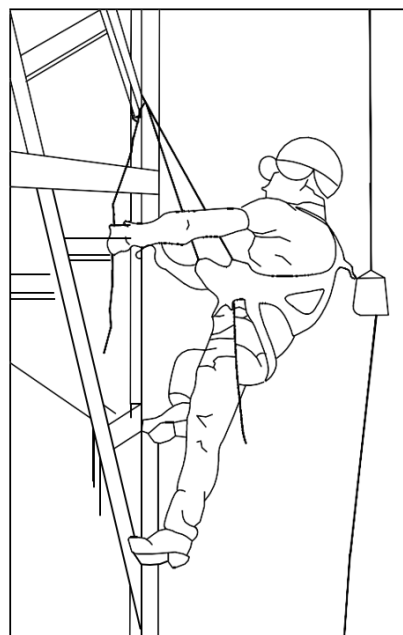


	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		06



ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD

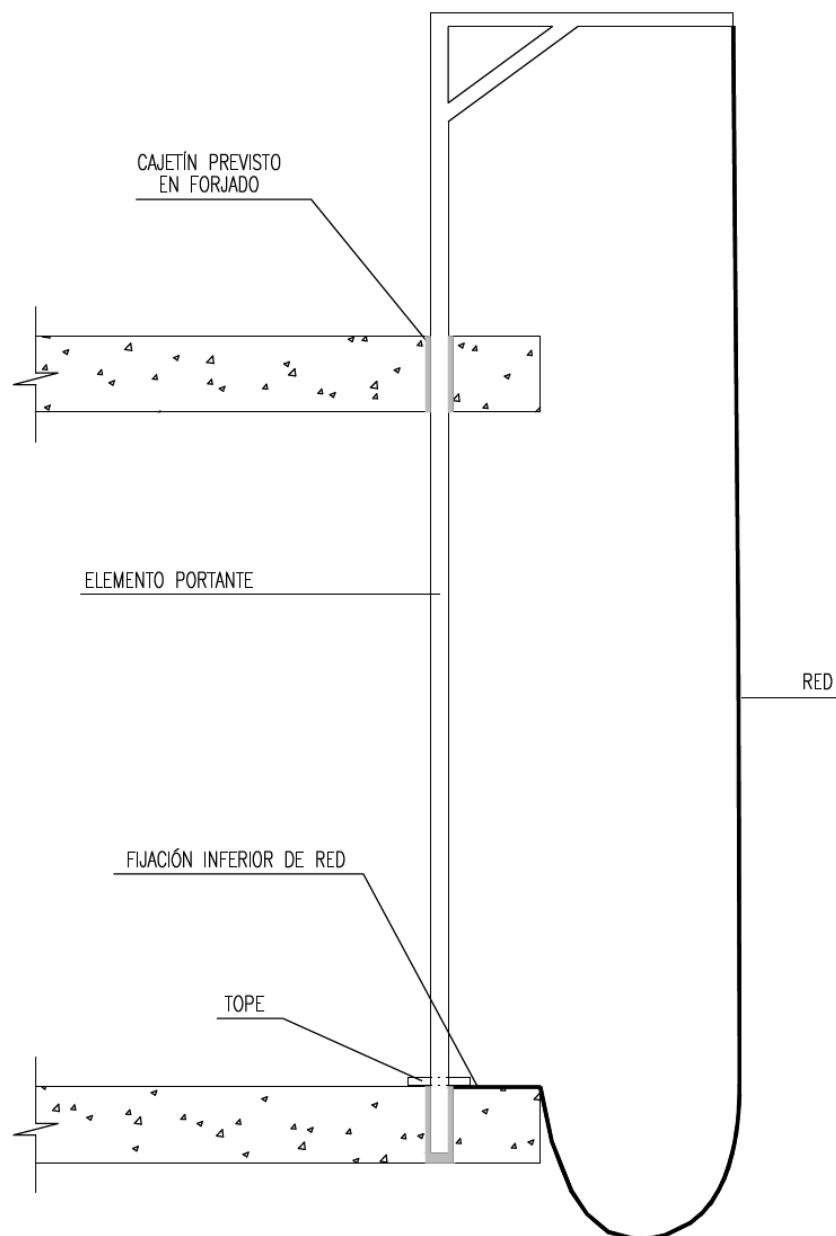
(SEGURO AUTOMÁTICO ANTICAÍDAS)



	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 07
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



REDES TIPO HORCA

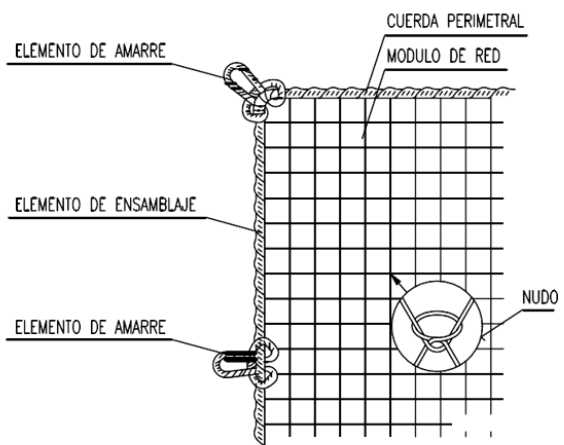
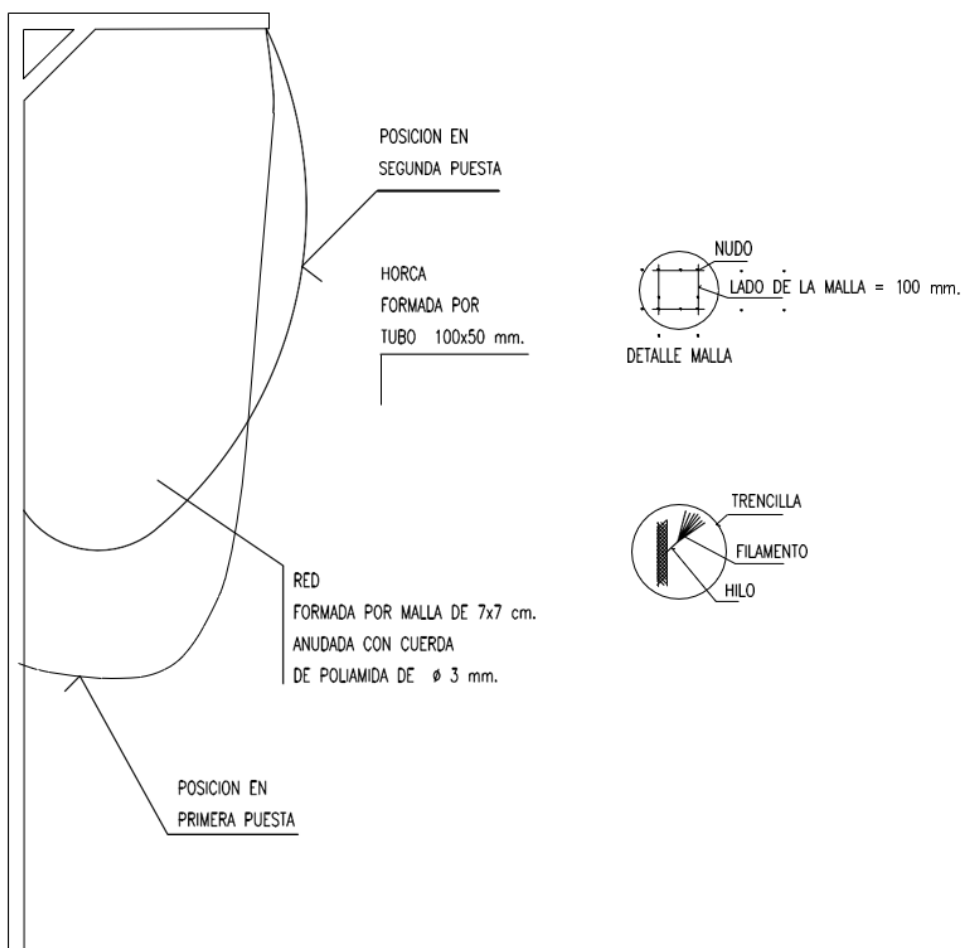


- ESTE SISTEMA ES ADECUADO PARA TRABAJOS DE EJECUCIÓN DE ESTRUCTURAS.
- LAS CONDICIONES DE MONTAJE Y MANTENIMIENTO, SERÁN LAS INDICADAS EN LA CORRESPONDIENTE FICHA.

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 08
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		

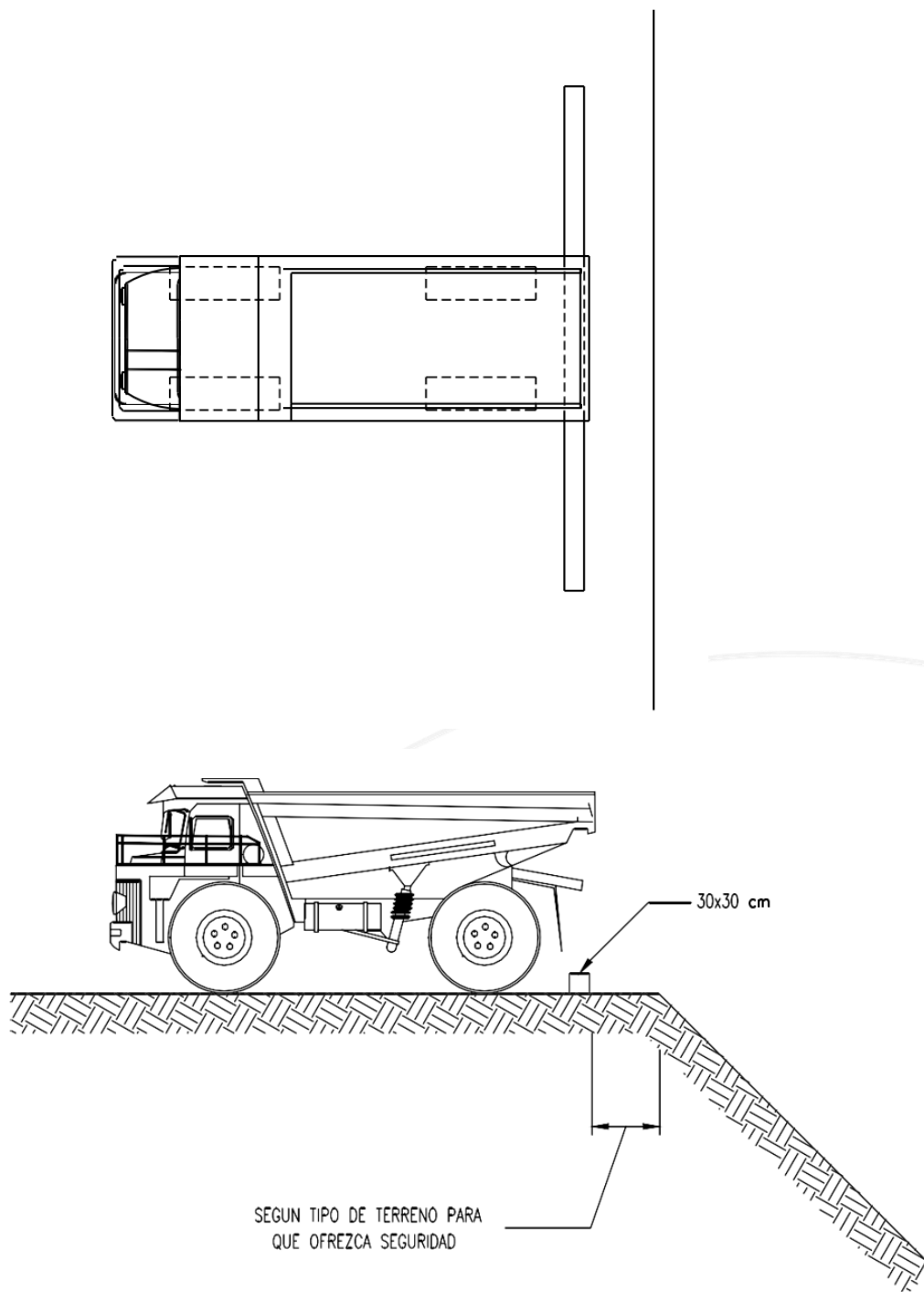


DETALLE DE HORCA





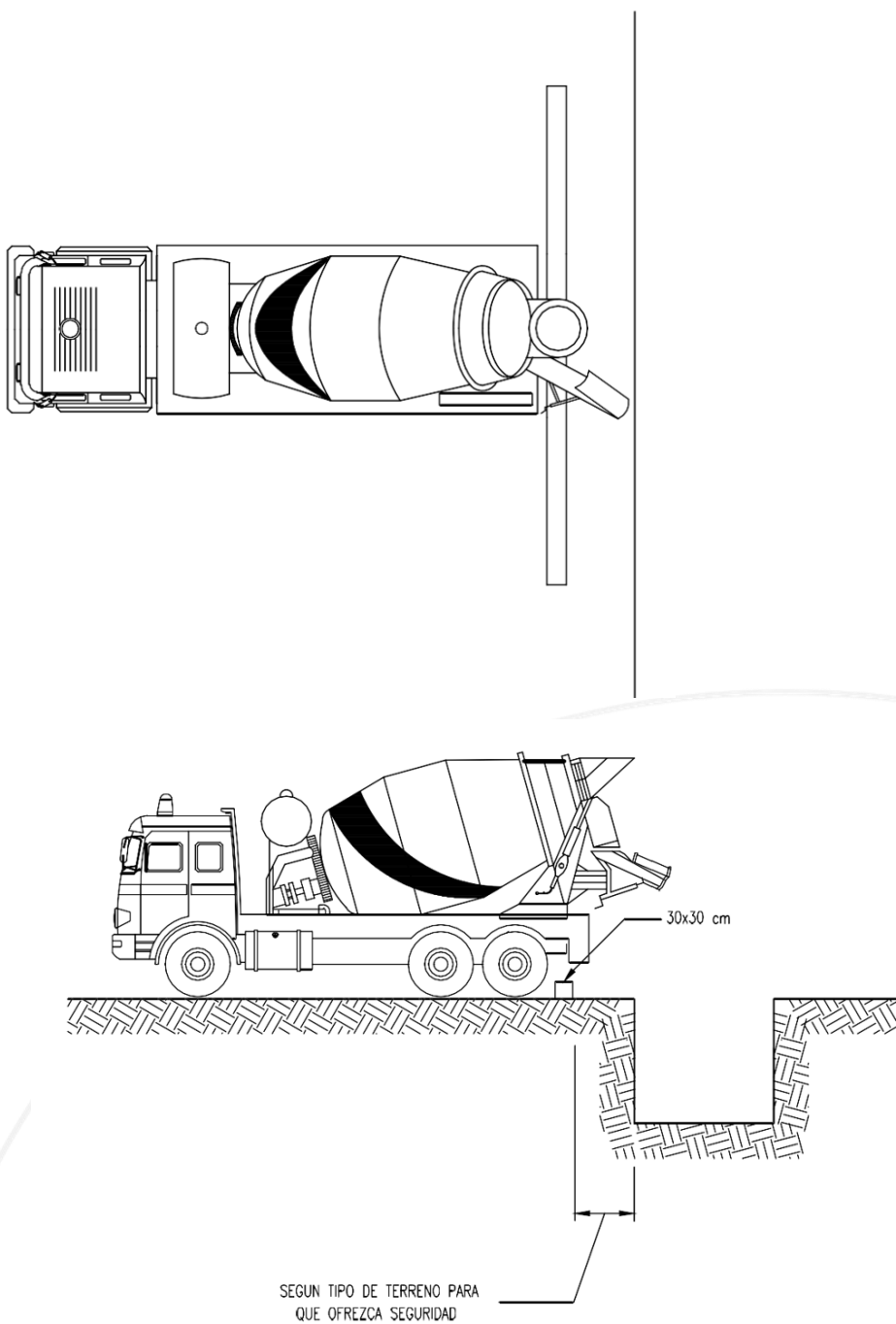
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 10
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



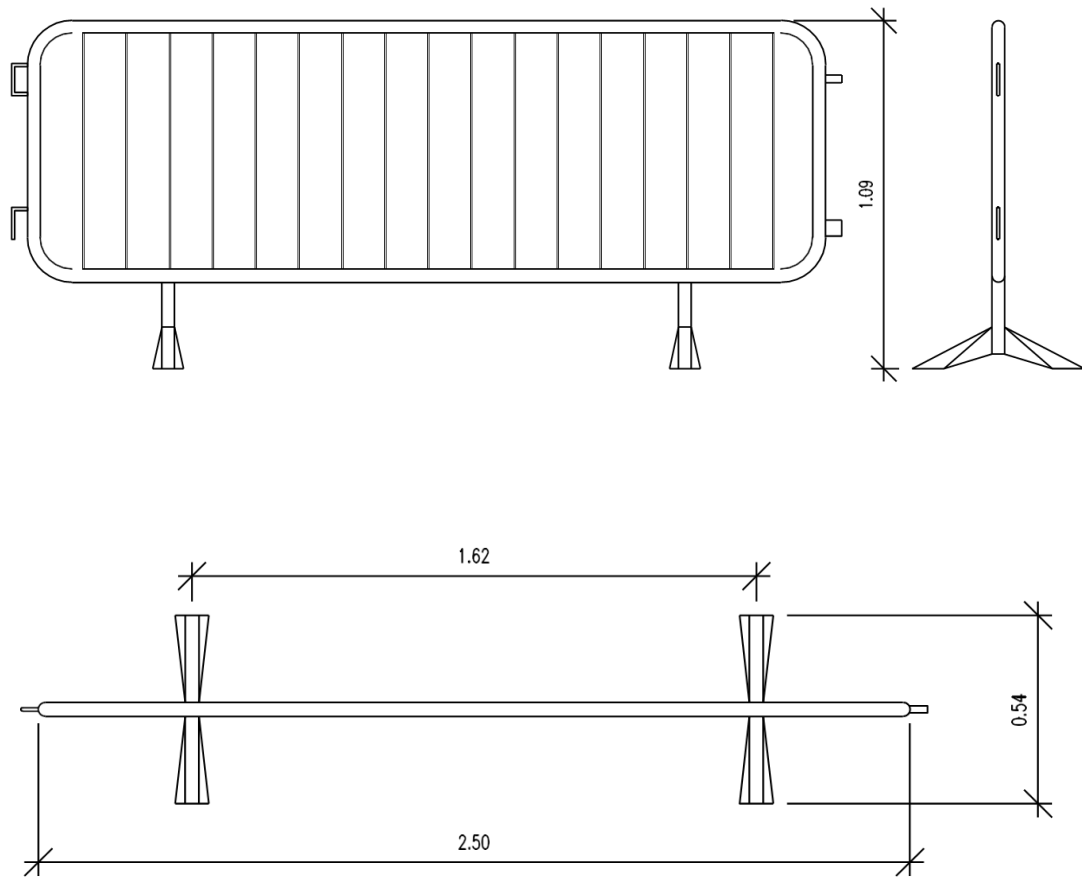
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE HORMIGÓN




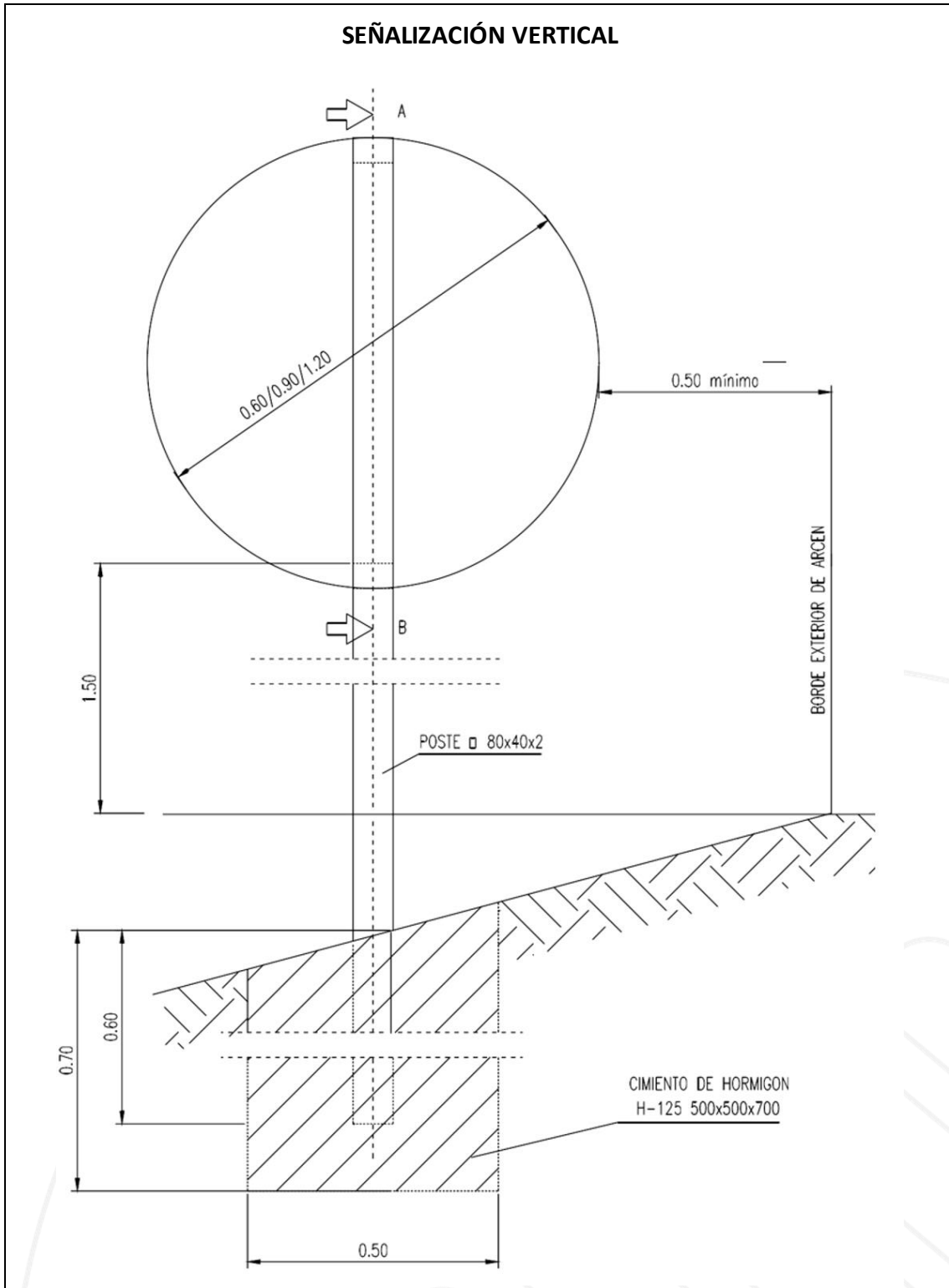
	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 11
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		




VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO





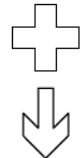

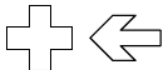



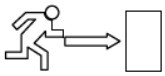
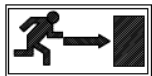


	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 12
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		13




SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros cuadrados de la señal.

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 14
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		

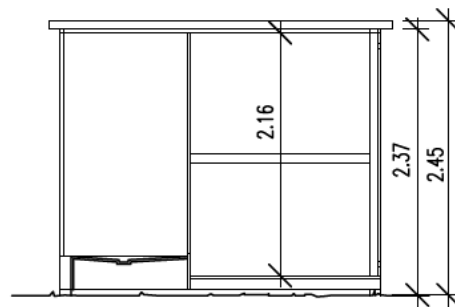
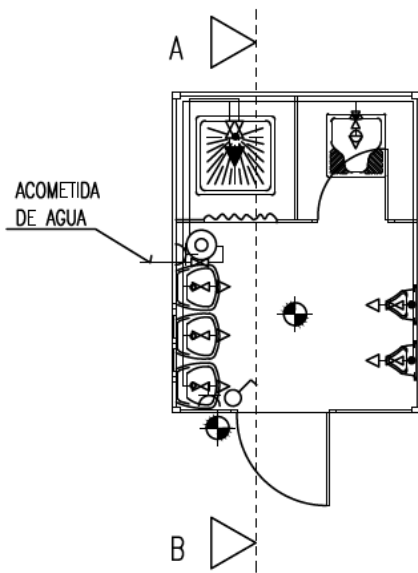
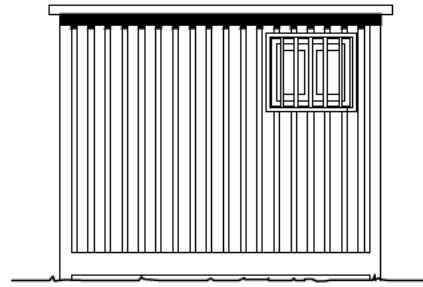
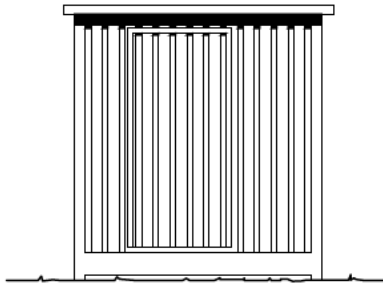


ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PANEL DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
CONO		ROJO	BLANCO	BLANCO	



INSTALACIONES DE BIENESTAR (I)



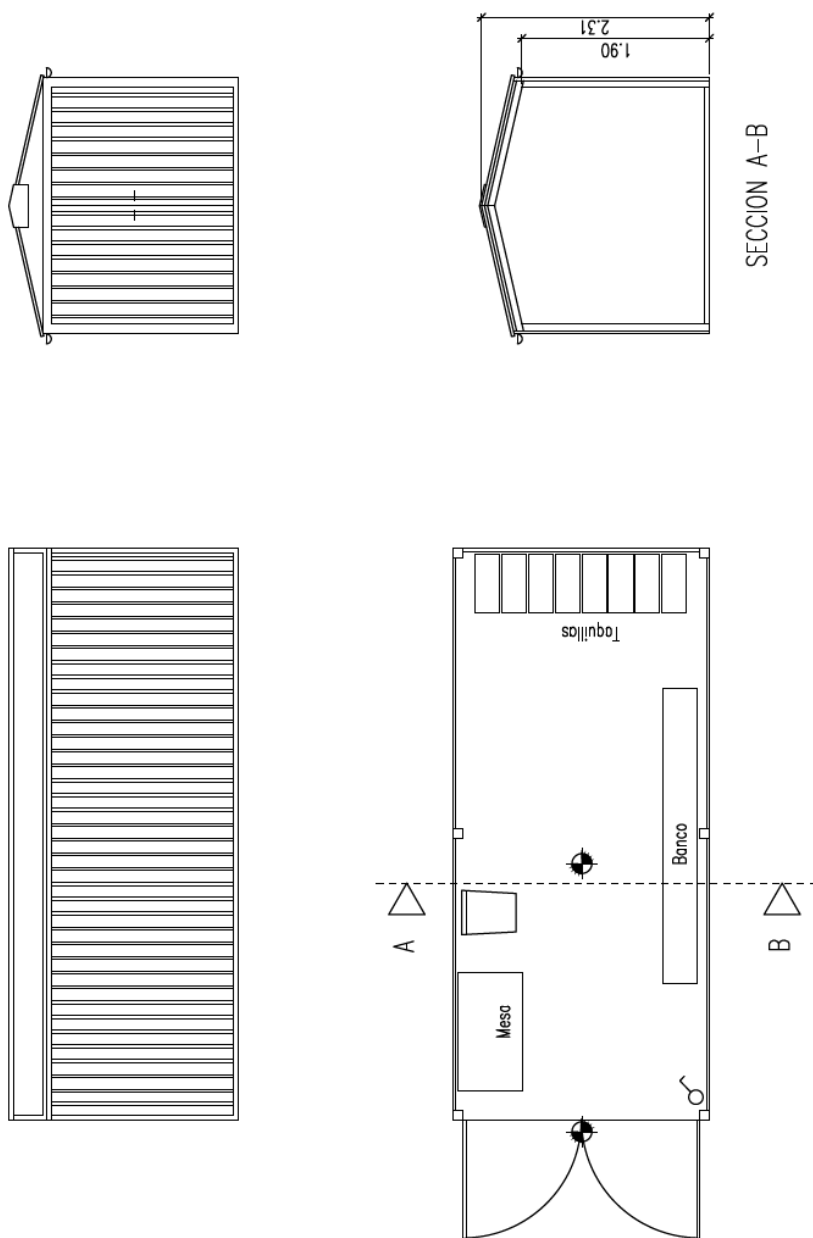
SECCION A-B

LEYENDAS		
FONTANERIA		HIDROMEZCLADOR AUTOMATICO
		GRIFO DE AGUA FRIA
		LLAVE DE PASO
		CALENTADOR ACUMULADOR ELECTRICO
ELECTRICIDAD		PUNTO DE LUZ
		INTERRUPTOR
		BASE DE ENCHUFE


	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 16
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



INSTALACIONES DE BIENESTAR (II)

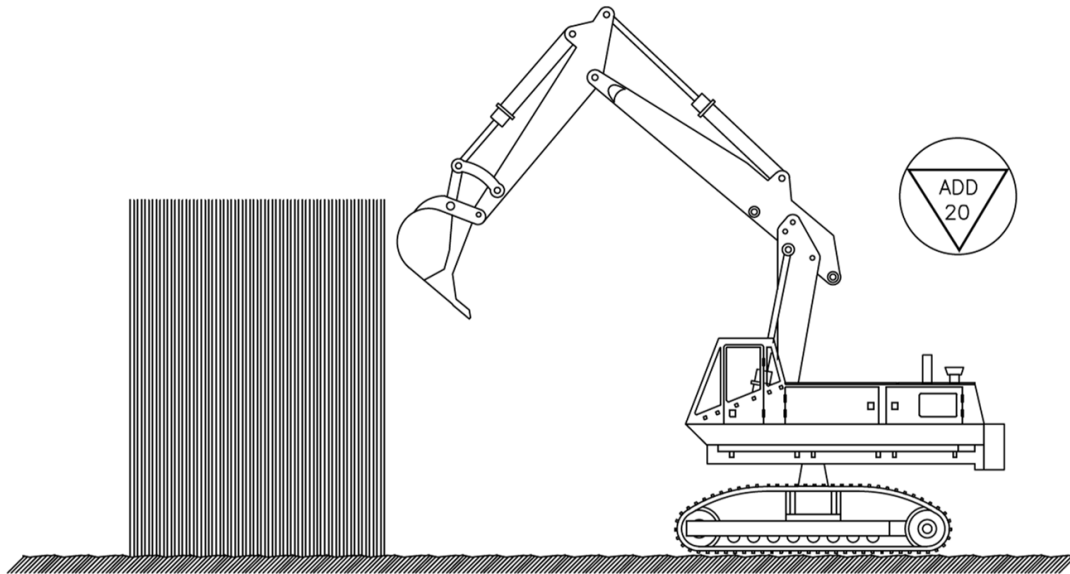


-  PUNTO DE LUZ INCANDESCENTE
-  INTERRUPTOR UNIPOLAR

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 17
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



DEMOLICIÓN POR EMPUJE




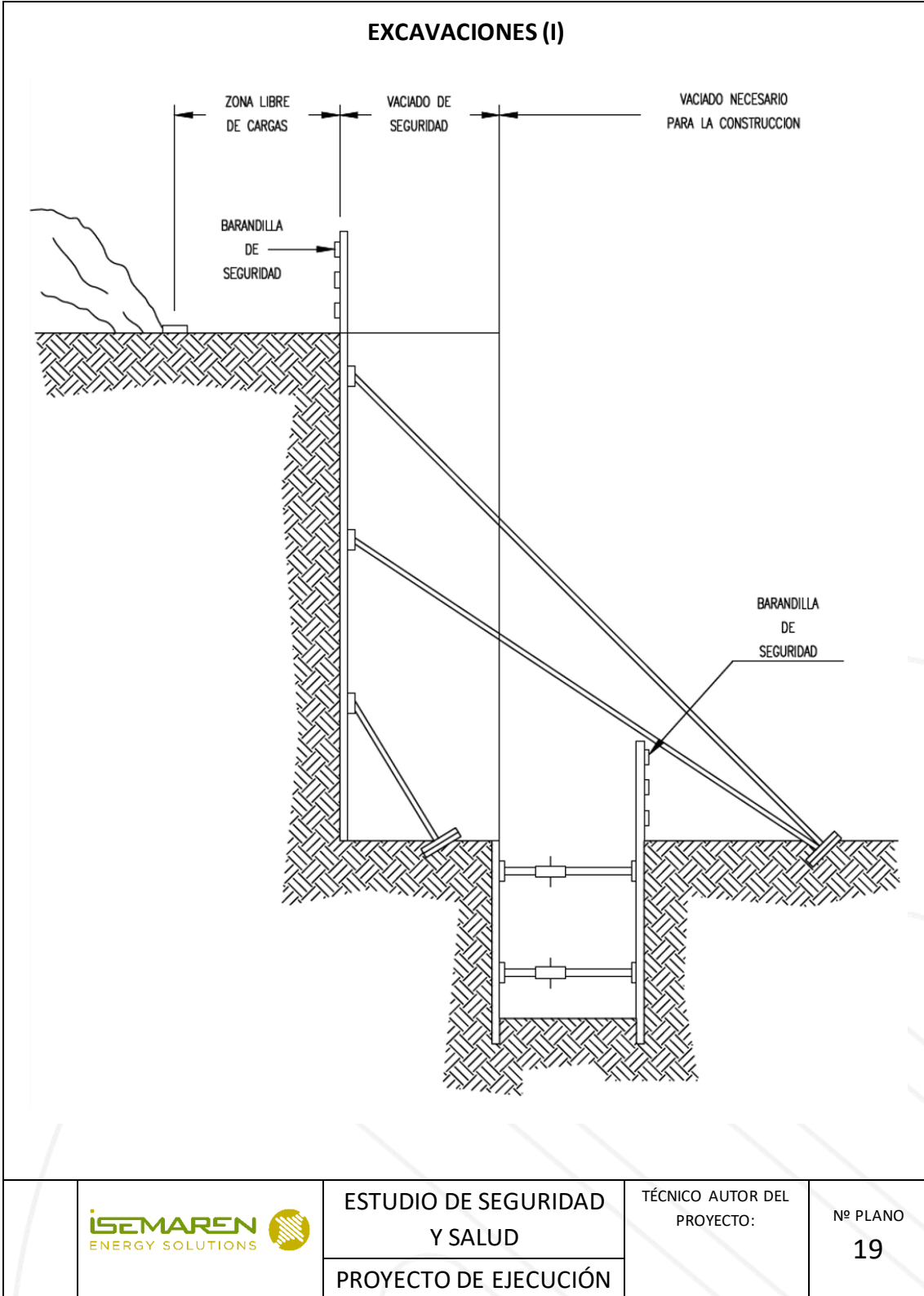
APLICACIÓN:

Demolición de edificio o partes de este, cuando su altura sea inferior a $2/3$ de la altura alcanzable por la máquina, y esta pueda maniobrar libremente sobre el suelo consistentemente. No se utilizará contra estructuras metálicas ni hormigón armado. Permite combinar el empuje con el desescombrado mecánico.

ESPECIFICACIONES:

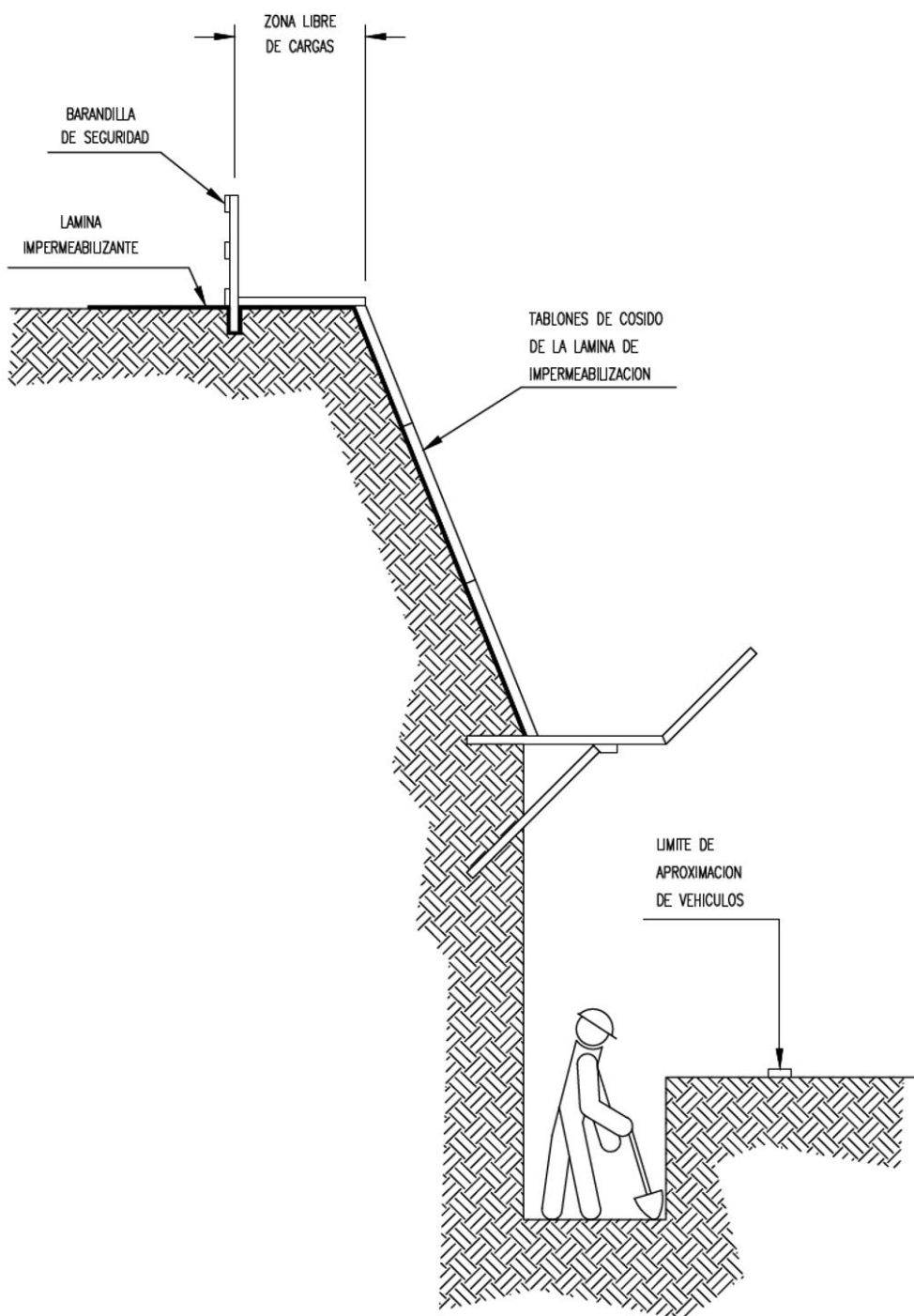
La altura del edificio o resto de edificio a demoler no será mayor de $2/3$ de la altura de la máquina. La máquina avanza siempre sobre suelo consistente y los fretes de ataque no aprisionarán a la máquina, de forma que esta pueda girar siempre 360° .

	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		18





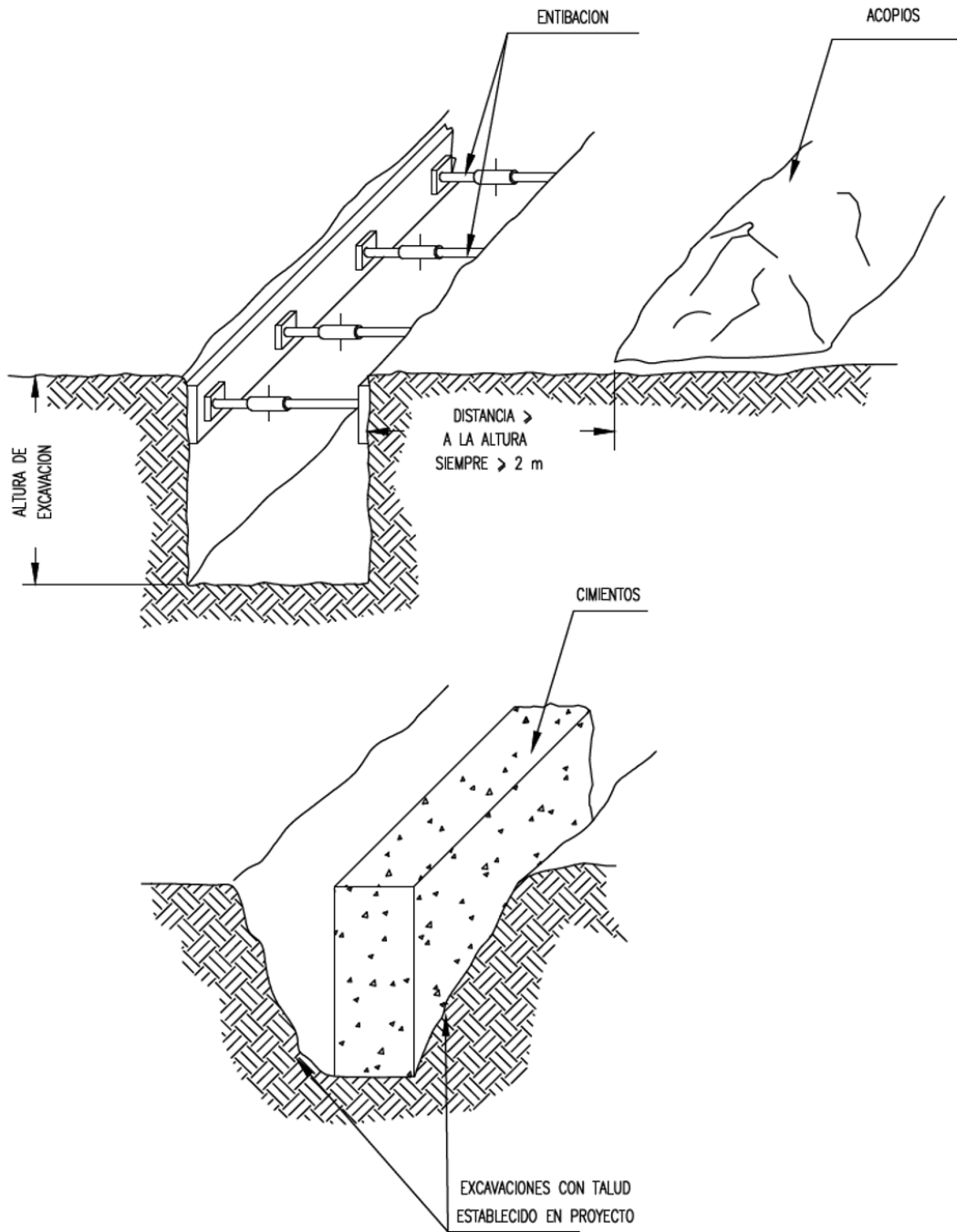
EXCAVACIONES (II)



	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 20
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



PRECAUCIONES EN LAS EXCAVACIONES



	ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	TÉCNICO AUTOR DEL PROYECTO:	Nº PLANO 21
	PROYECTO DE EJECUCIÓN		



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



Documento N°2: Planos

TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

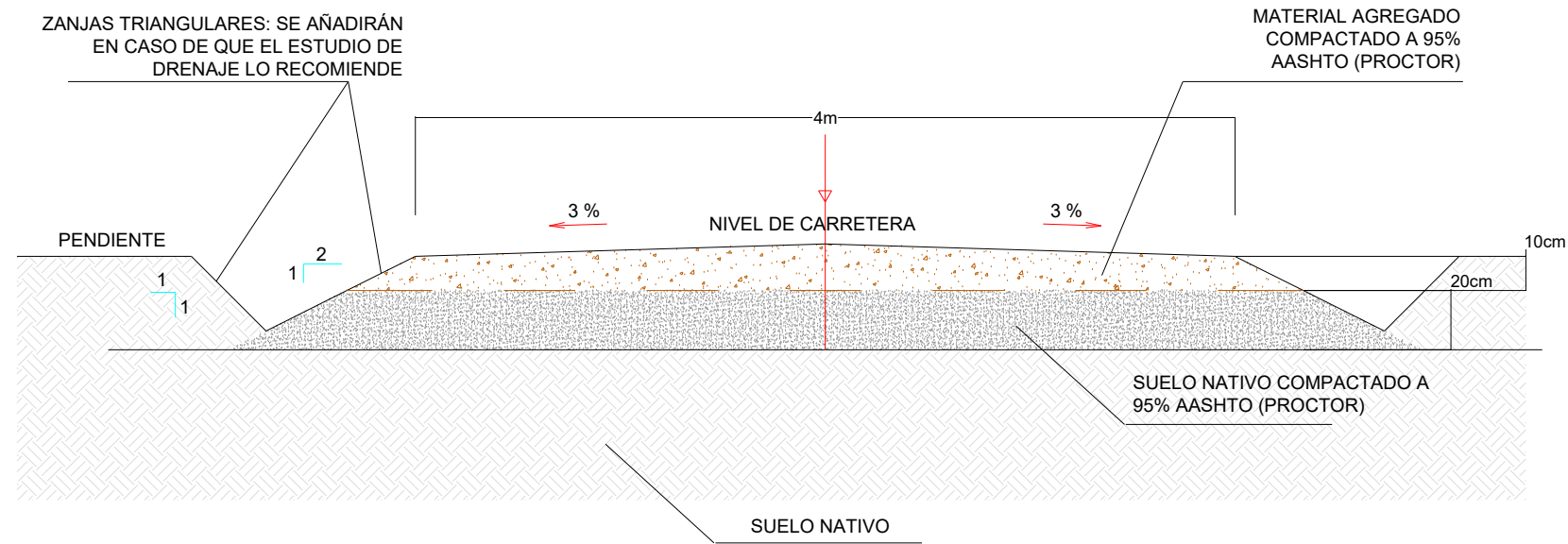
DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Planos		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_DOCUMENTO N°2-PLANOS	
Fecha: 08/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	5	08/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



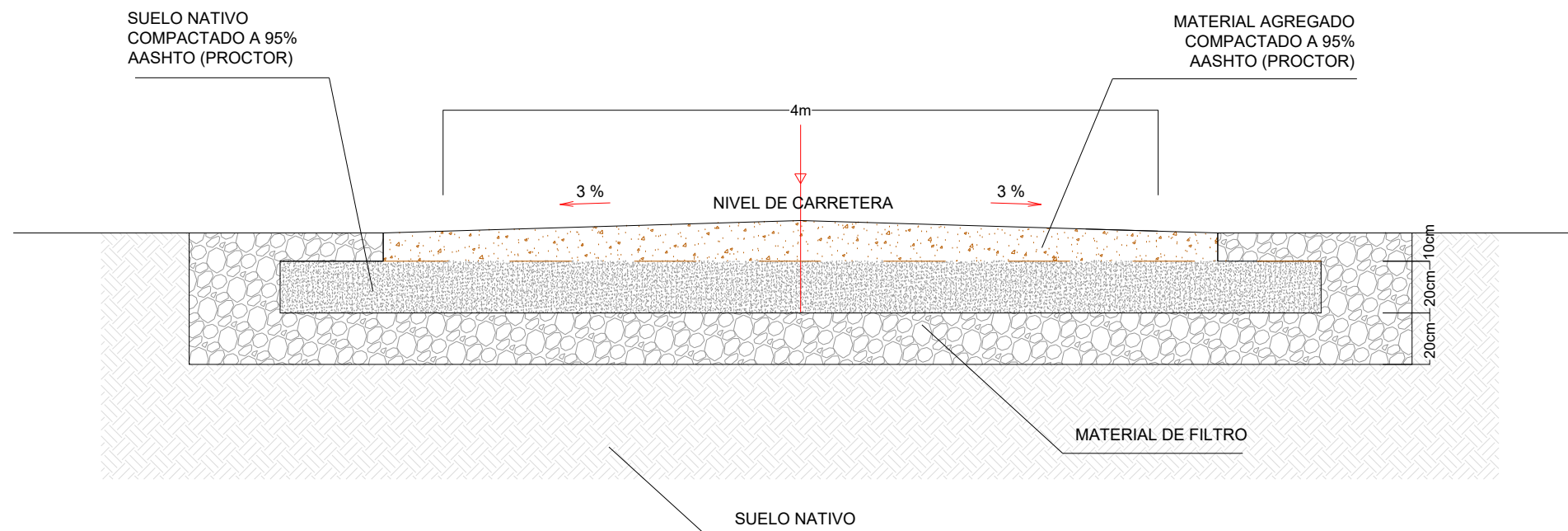
Planos

- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-002-DETALLE CAMINO-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-004-DETALLE VALLADO-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-005-ZANJAS MT-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-006-ZANJAS BT-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-010-DETALLE INSTALACIONES TEMPORALES-R00
- ESP-TAN2-PV-CV-DRW-011-DETALLE ESTRUCTURA-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-002-LAYOUT STRINGBOX-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-003-CABLES MT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-004-UNIFILAR MT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-005-UNIFILARES BT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-006-CABLE BT-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-007-CABLE SOLAR-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-009-PUESTA A TIERRA-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-010-DETALLE SALA DE CONTROL Y ALMACEN-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-011-DETALLE PUESTA A TIERRA-R00
- ESP-TAN2-PV-EL-DRW-012-DETALLE POWER STATION-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-001-LAYOUT GENERAL-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-002-PENDIENTES-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-003-PLANO DE SITUACION-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-004-ACCESO A PLANTA-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-005-OCUPACION DE PARCELAS-R00
- ESP-TAN2-PV-GEN-DRW-006-PLANO DE EMPLAZAMIENTO-R00
- ESP-TAN2-PV-IC-DRW-001-ARQUITECTURA SCADA-R00
- ESP-TAN2-PV-IC-DRW-002-FO SCADA-R00
- ESP-TAN2-PV-SS-DRW-001-FIBRA CCTV-R00
- ESP-TAN2-PV-SS-DRW-002-LAYOUT CCTV-R00

SECCIÓN TRANSVERSAL DE CARRETERA INTERNA



SECCIÓN TRANSVERSAL DEL CAMINO. CONEXIÓN VIAL ENTRE PLANTAS



00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:



PROYECTO:

PSFV Tan Energy 2

PLANO:

Detalle de caminos

ESCALA:

N/A

HOJA:

1 / 1

REVISIÓN:

00

FECHA:

2020-12-04

DIN A3

1 2 3 4 5 6 7 8

A

B

C

D

E

F

A

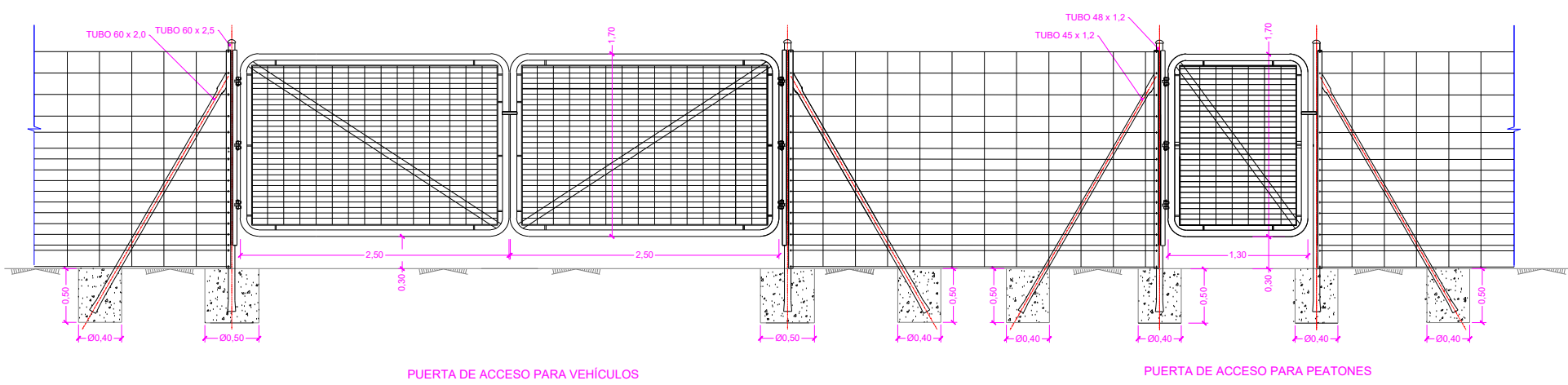
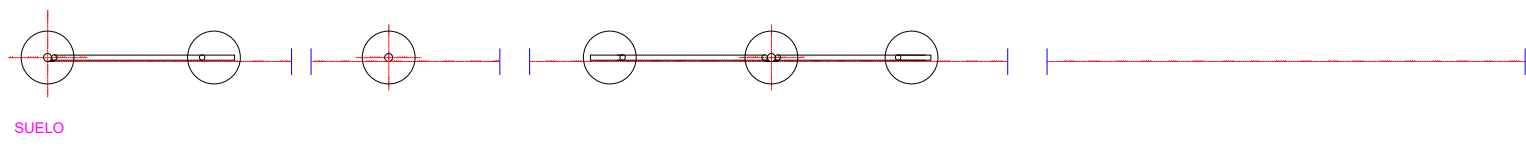
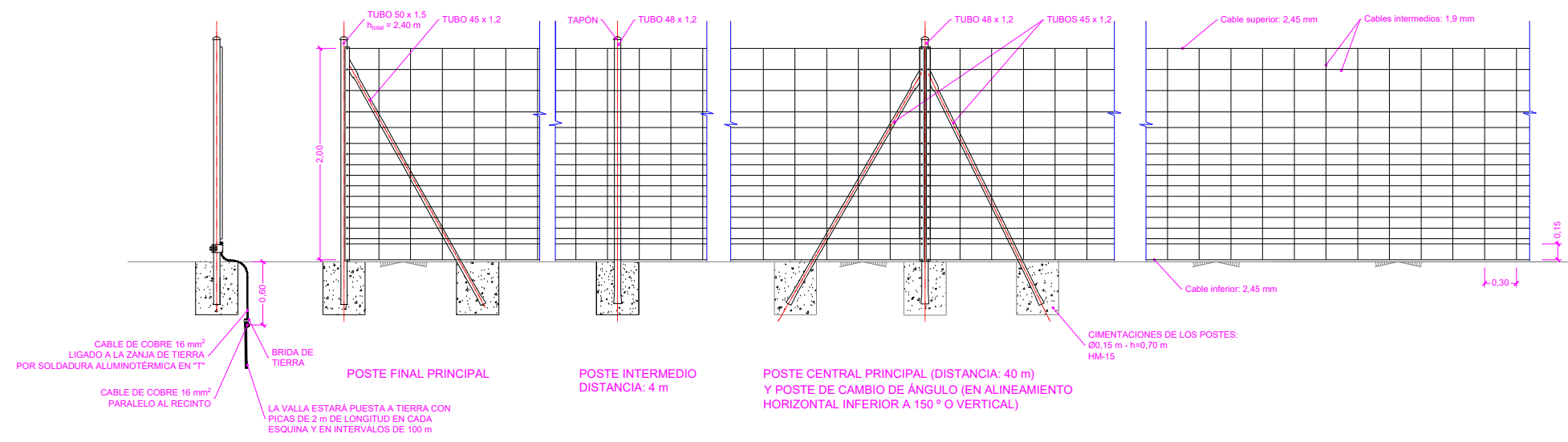
B

C

D

E

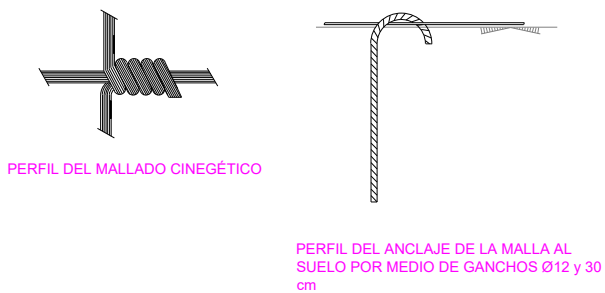
F



MATERIALES:
MALLA CINÉGÉTICA:
 - CABLE DE ACERO CON PERFILES TUBULARES DE TRIPLE REFUERZO GALVANIZADO
PERFILES TUBULARES:
 - S-275 ACERO GALVANIZADO POR INMERSION Z-275

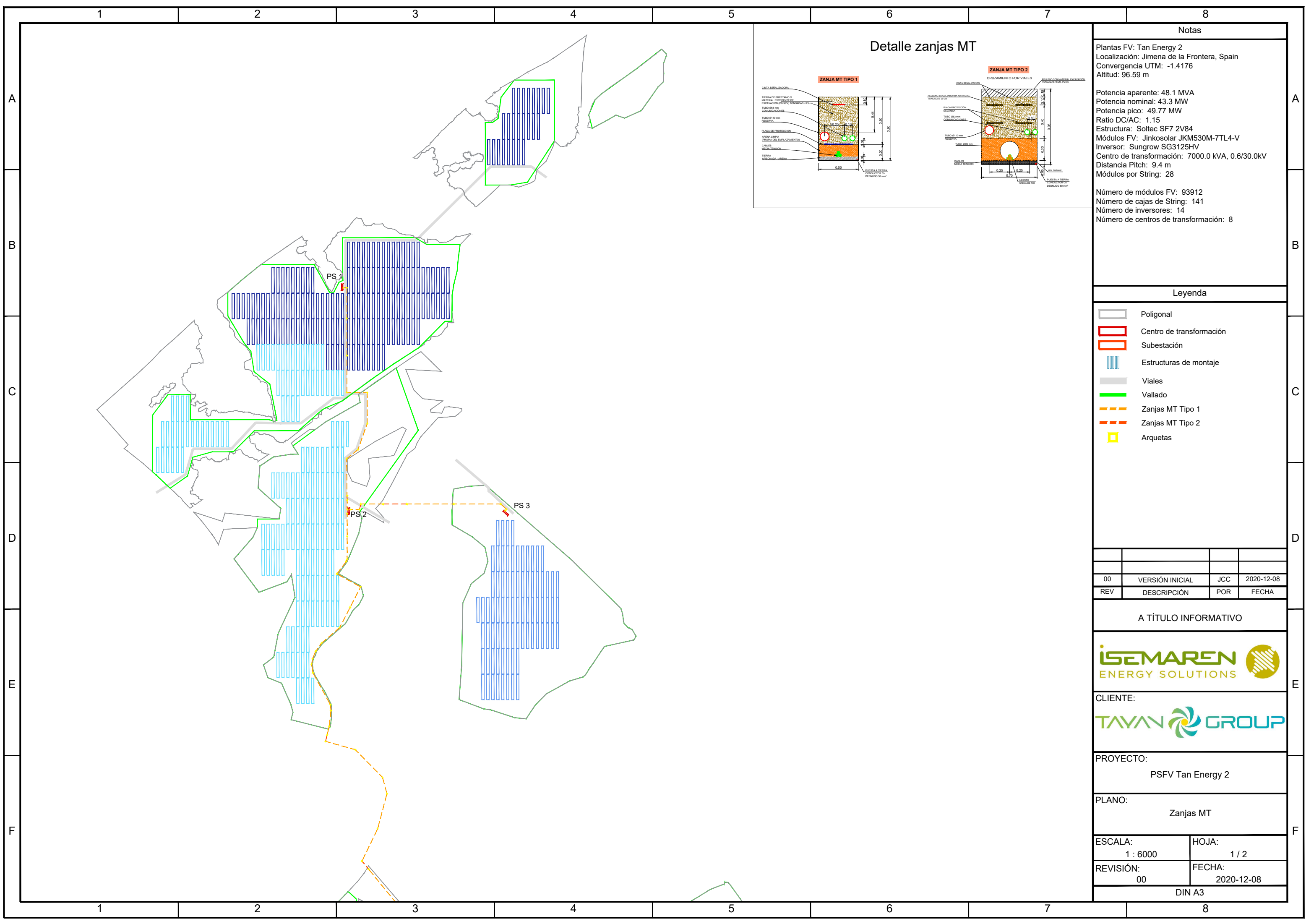
NOTAS:
 LAS DIMENSIONES DE LAS CIMENTACIONES SON PRELIMINARES, SUJETO A CAMBIOS CUANDO EL DOCUMENTO DE CÁLCULOS SEA REALIZADO.
 EL TIPO Y MONITORIZACIÓN DE LA PUERTA DE ACCESO DE VEHICULOS ES PRELIMINAR

DETALLES SUJETOS A MÍNIMOS CAMBIOS DE ACUERDO CON LA DOCUMENTACION FINAL DEL FABRICANTE.

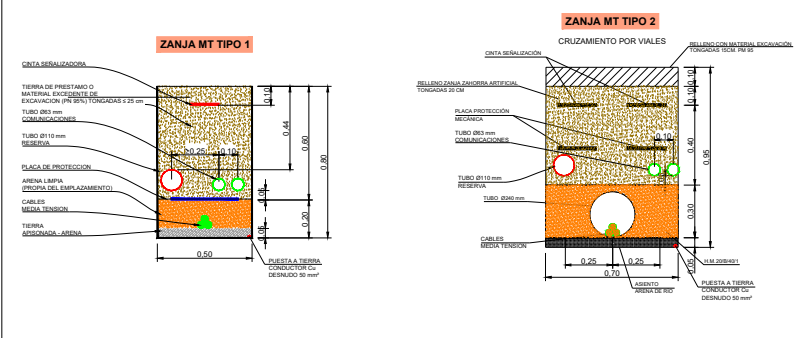


00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
A TÍTULO INFORMATIVO			
CLIENTE:			
PROYECTO:			
PSFV Tan Energy 2			
PLANO:			
Detalle vallado			
ESCALA:	N/A	HOJA:	1 / 1
REVISIÓN:	00	FECHA:	2020-12-04
DIN A3			

1 2 3 4 5 6 7 8



Detalle zanjas MT



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Legenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Subestación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Zanjas MT Tipo 1
- Zanjas MT Tipo 2
- Arquetas

00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

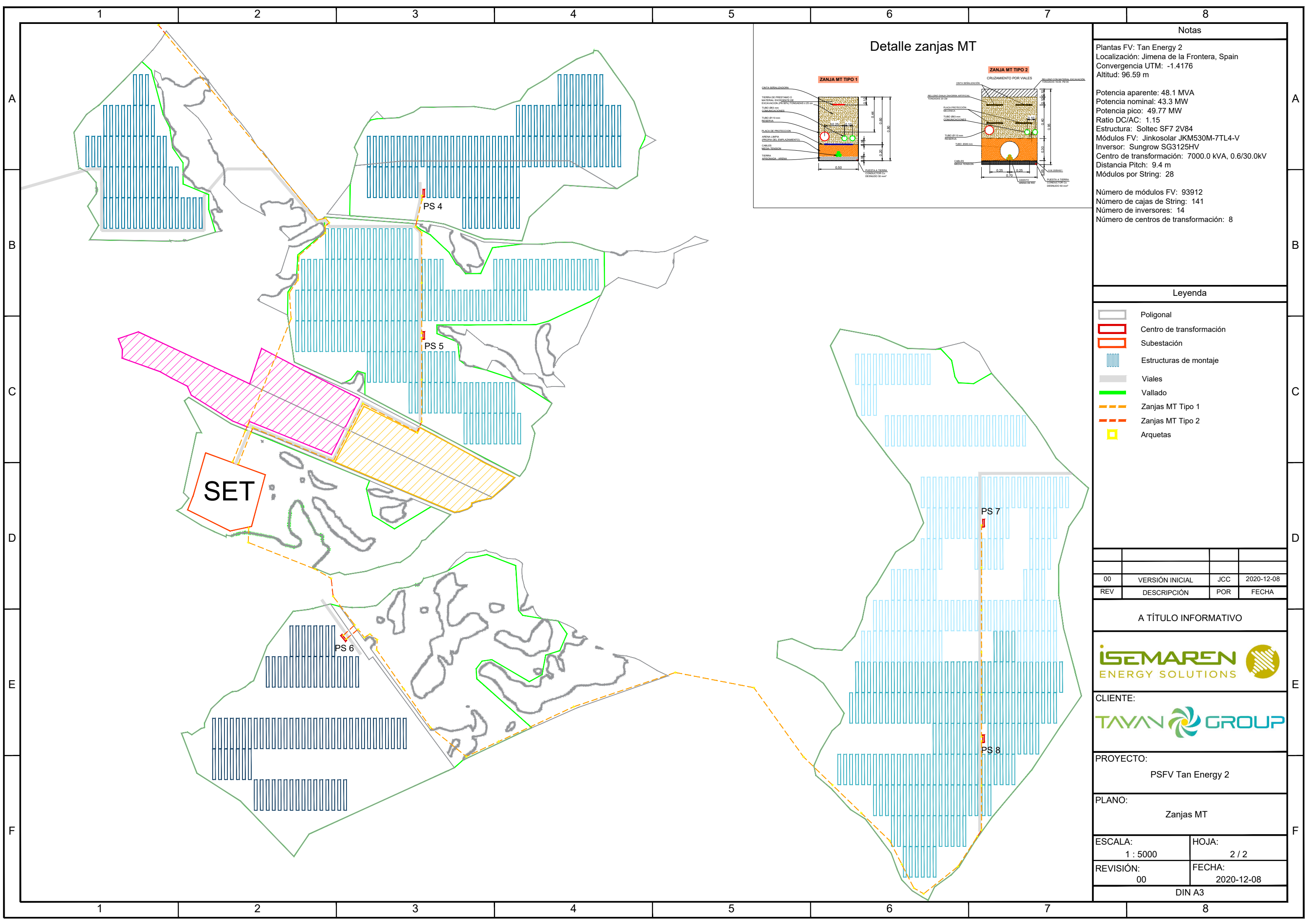
A TÍTULO INFORMATIVO



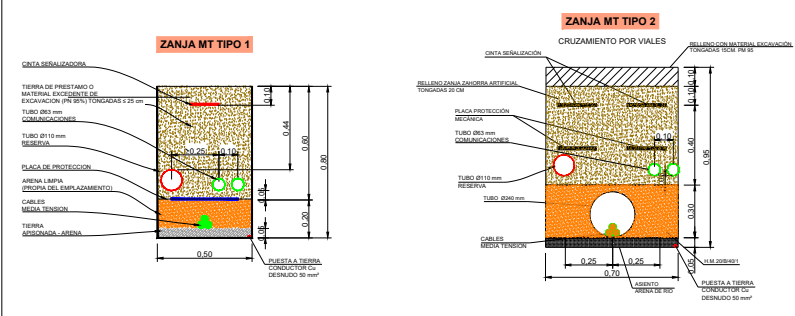
PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Zanjas MT

ESCALA: 1 : 6000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08
DIN A3	



Detalle zanjas MT



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Subestación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Zanjas MT Tipo 1
- Zanjas MT Tipo 2
- Arquetas

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO

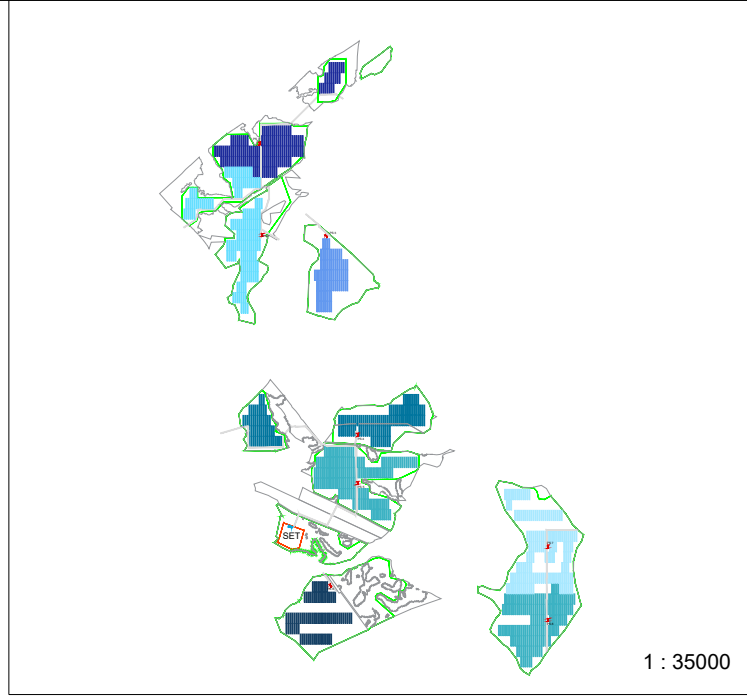
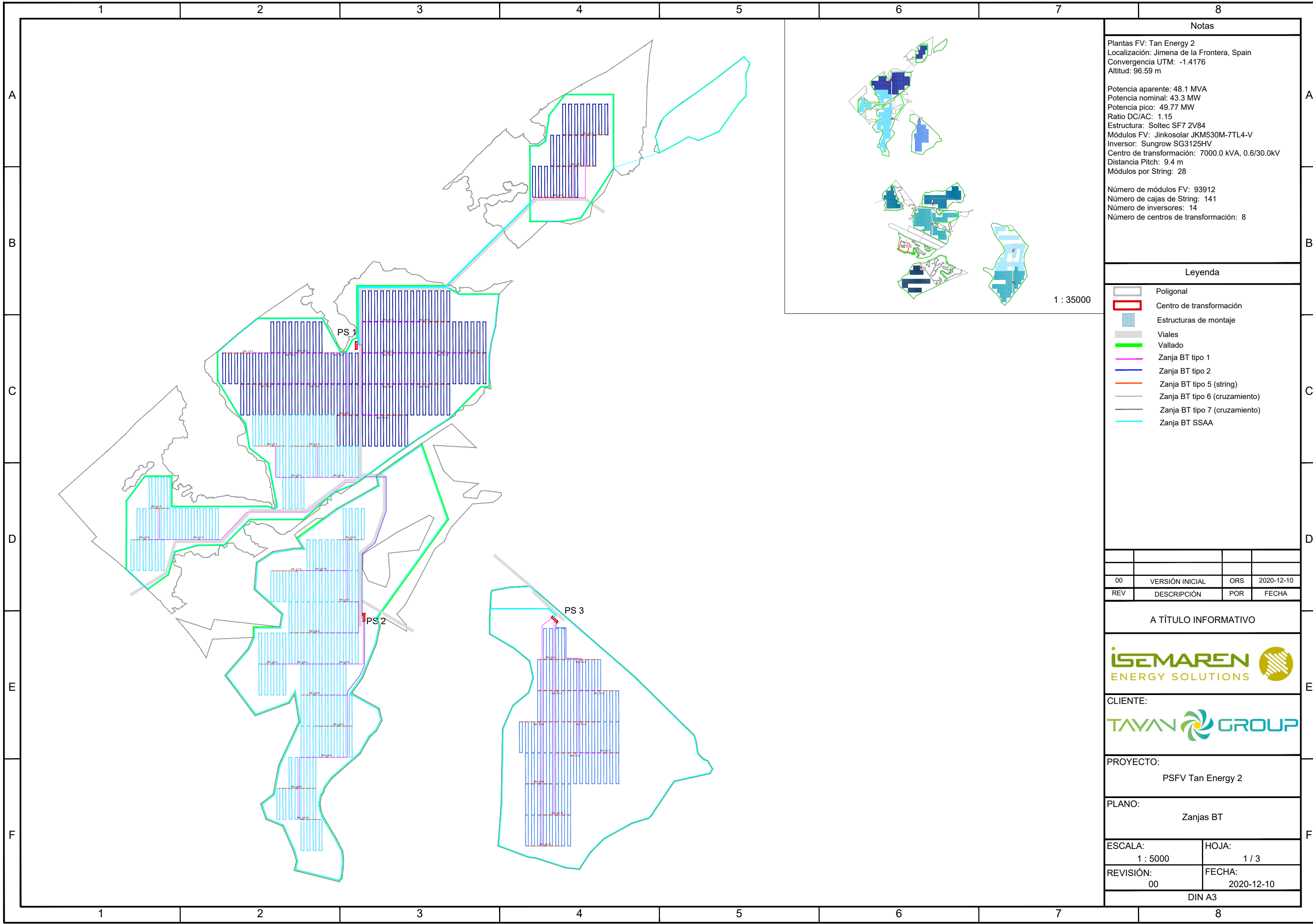


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Zanjas MT

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergenia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Zanja BT tipo 1
- Zanja BT tipo 2
- Zanja BT tipo 5 (string)
- Zanja BT tipo 6 (cruzamiento)
- Zanja BT tipo 7 (cruzamiento)
- Zanja BT SSAA

00	VERSIÓN INICIAL	ORS	2020-12-10
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

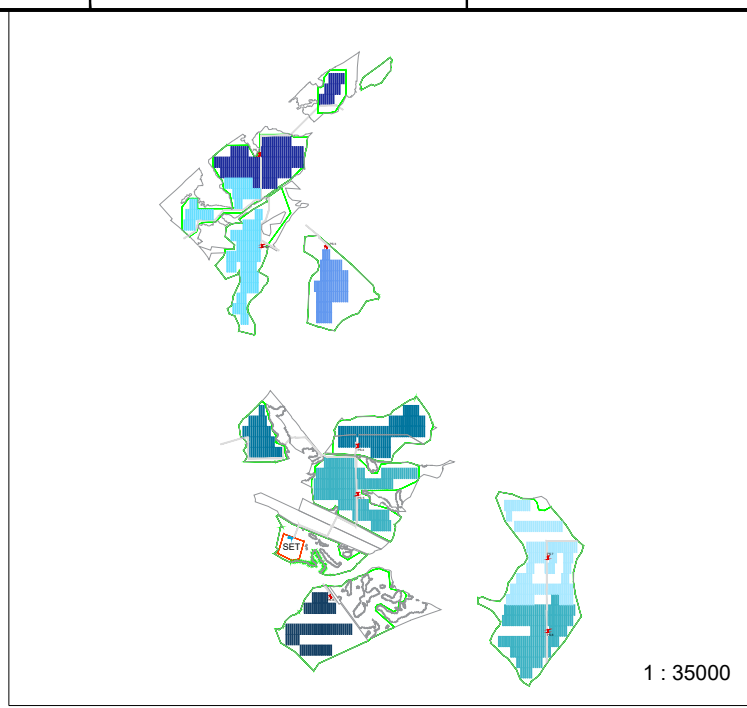
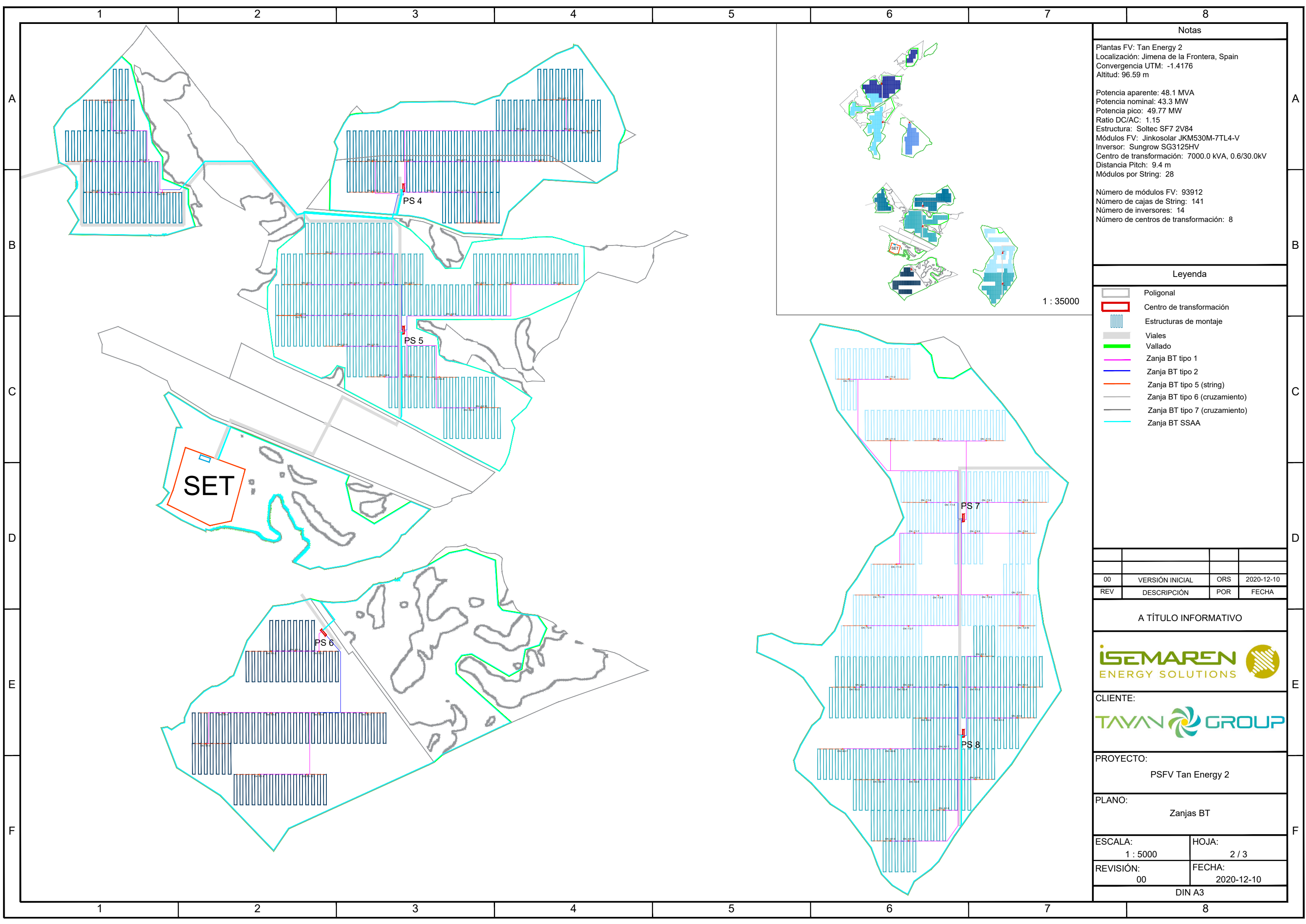
A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Zanjas BT

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 3
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10
DIN A3	



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Zanja BT tipo 1
- Zanja BT tipo 2
- Zanja BT tipo 5 (string)
- Zanja BT tipo 6 (cruzamiento)
- Zanja BT tipo 7 (cruzamiento)
- Zanja BT SSAA

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	ORS	2020-12-10

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:

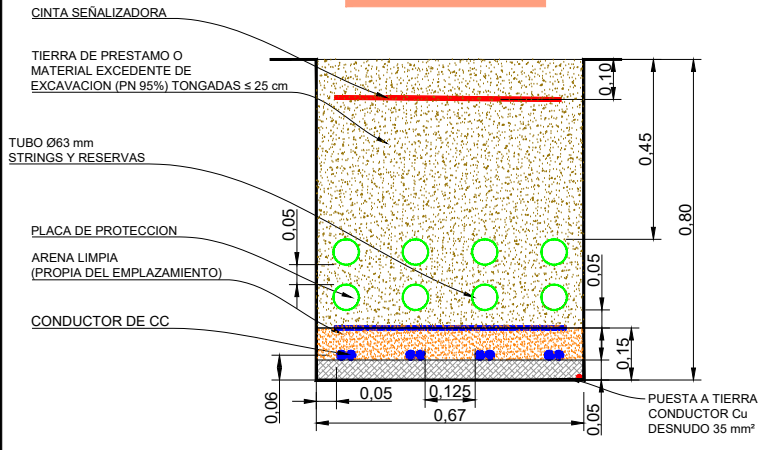
PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Zanjas BT

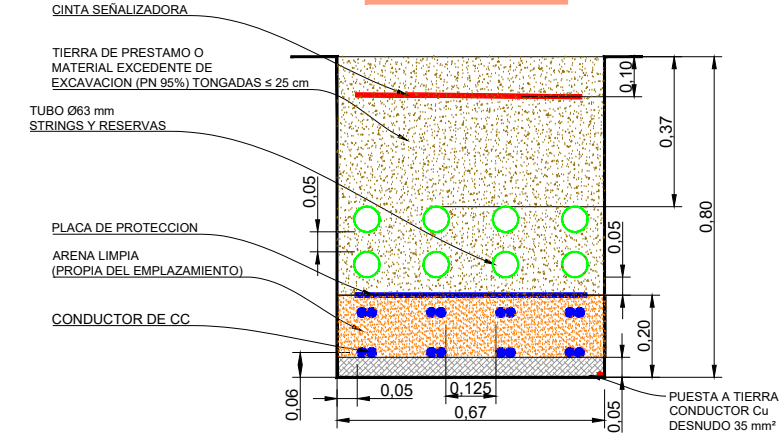
ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 3
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3

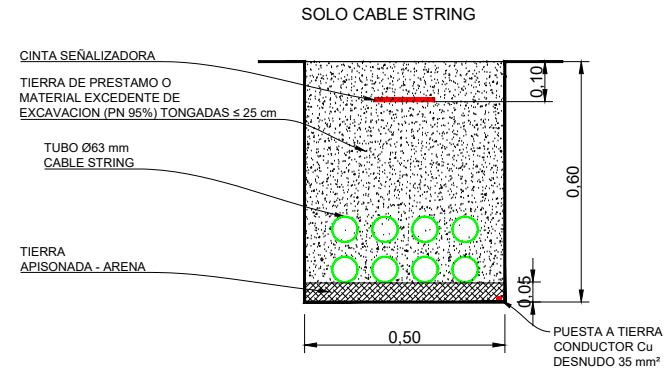
ZANJA BT TIPO 1



ZANJA BT TIPO 2

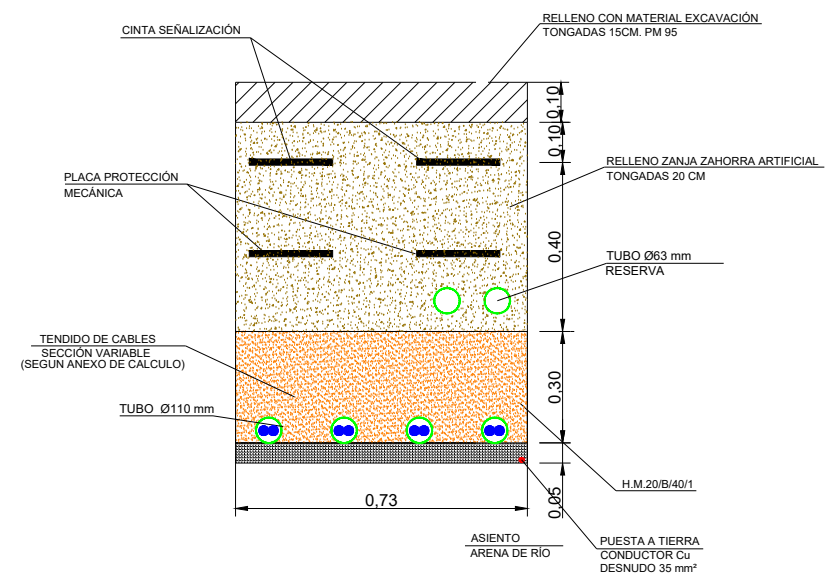


ZANJA BT TIPO 5



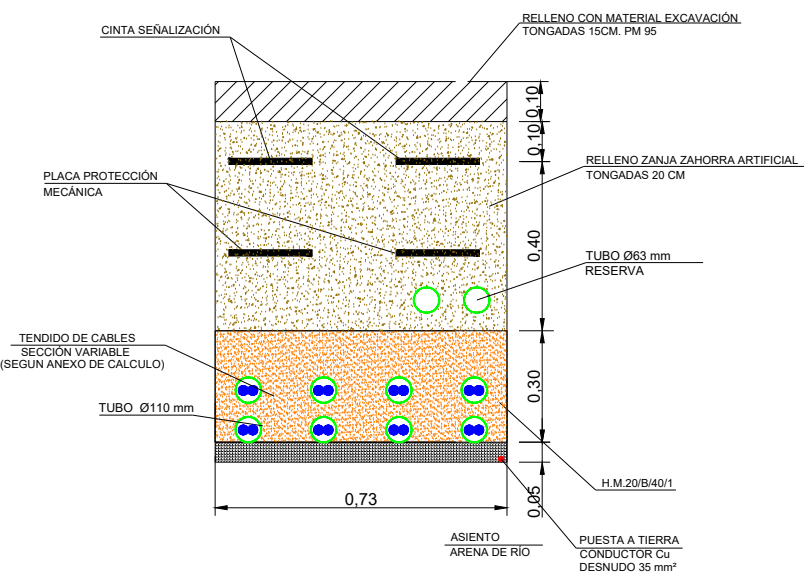
ZANJA BT TIPO 6

CRUZAMIENTO POR VIALES



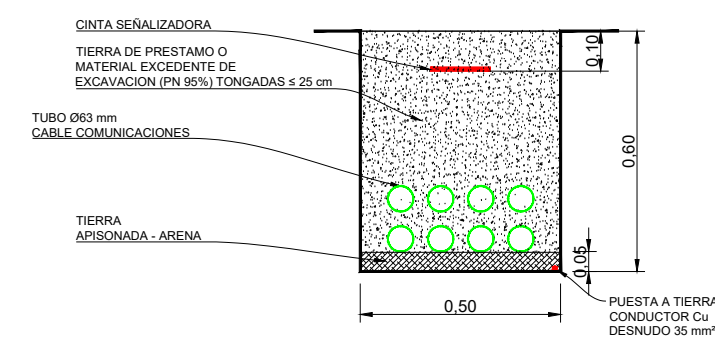
ZANJA BT TIPO 7

CRUZAMIENTO POR VIALES



ZANJA BT SSAA

SOLO CABLE COMUNICACIONES



Notas

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	RRA	2020-12-01

A TÍTULO INFORMATIVO

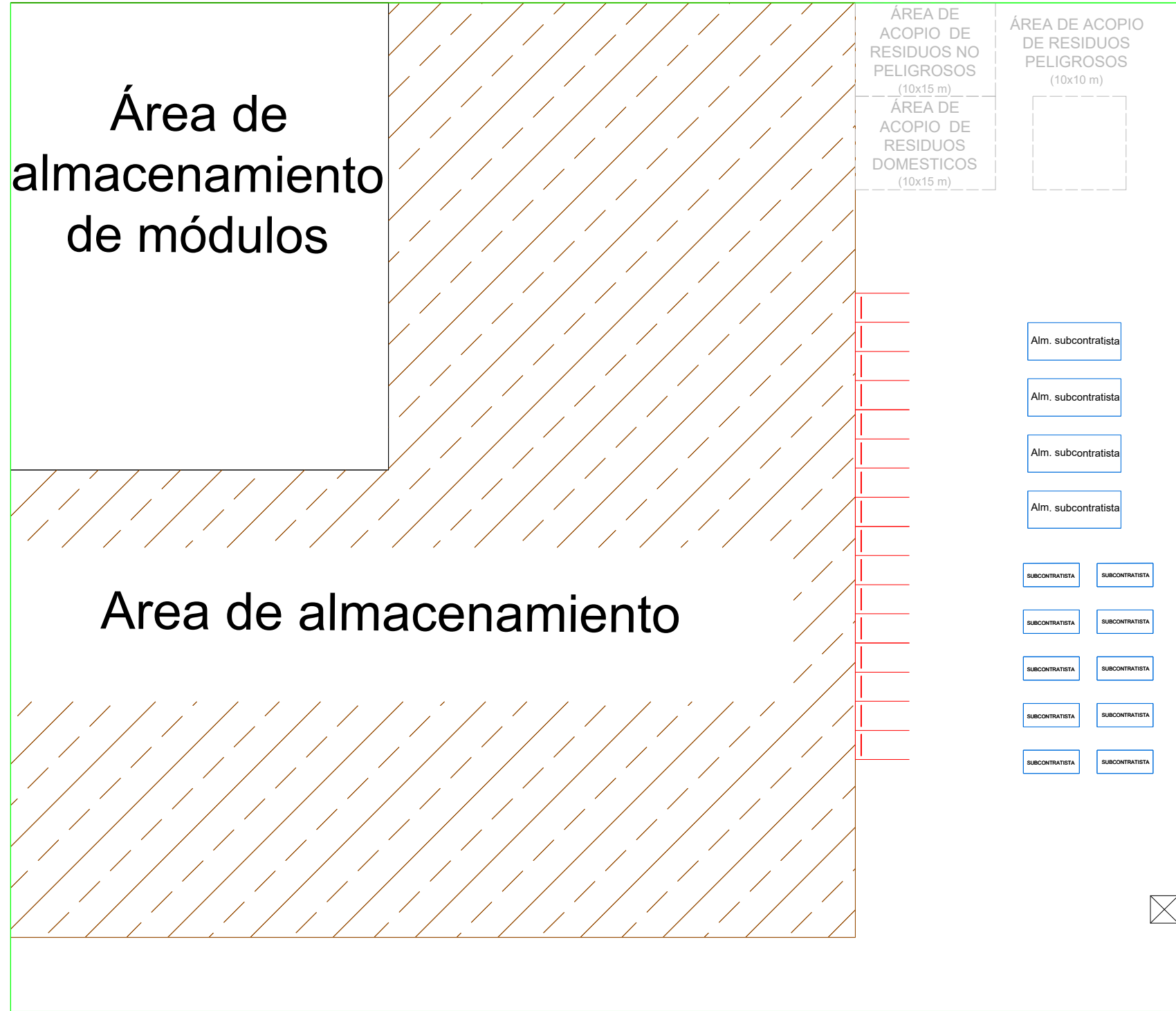


CLIENTE:
PSFV Tan Energy 2

PROYECTO:
Detalle zanjas baja tensión

ESCALA: No a escala	HOJA: 3 / 3
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-01

DIN A3



Notas

00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

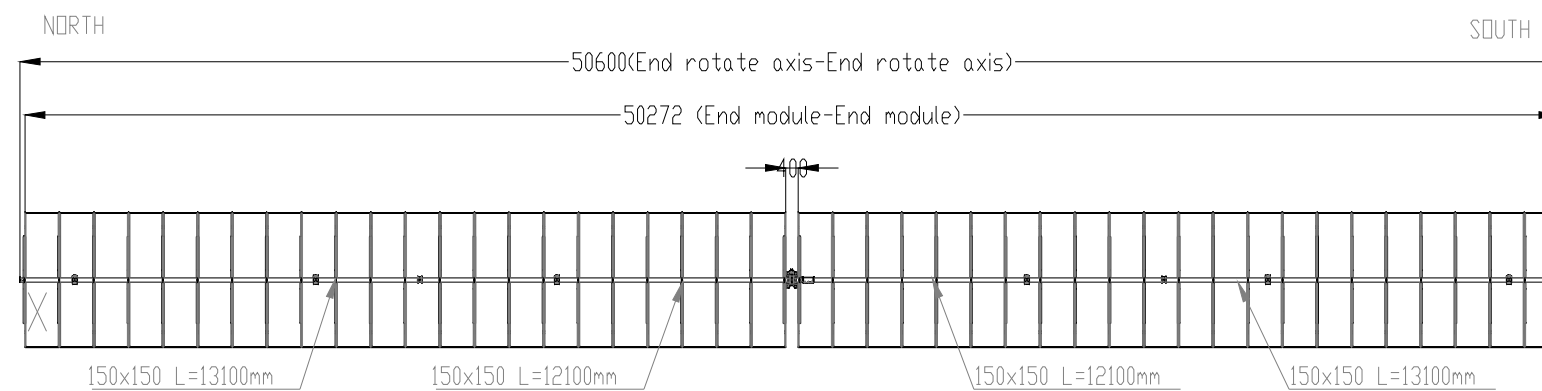
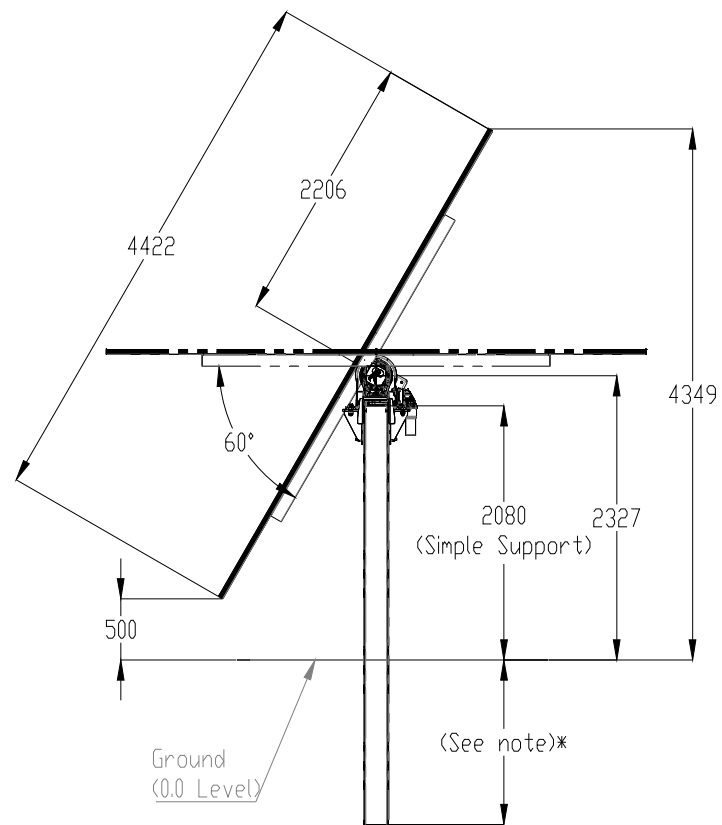
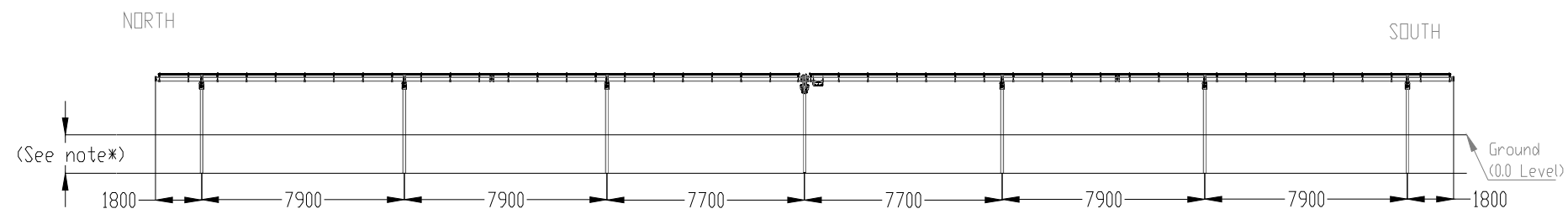
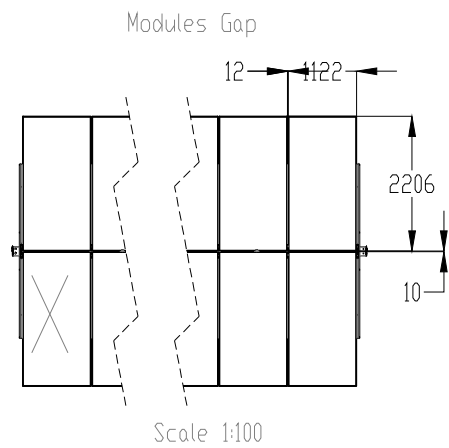
PLANO:
Zona de acopio

ESCALA: N/A	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-04

DIN A3

Module: Jinko Solar TR JKM510-530M-7TL4-TV-D4-EN

Tracker at 0° tilt angle (Horizontal position)



Note: This is a preliminary drawing, detail drawing will be sent together with the detailed engineering of the project.

Note*

Scale 1:50

Simple Support - Standard Embedment Length	
60 Degrees	
1.3m (1336mm)	
1.5m (1565mm)	
1.7m (1763mm)	
2m (2073mm)	
2.5m (2530mm)	
2.8m (2835mm)	
3m (3089mm)	

*Any change of those lengths indicated in the table, must be studied and approved for the specific project.

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:



PROYECTO:

PSFV Tan Energy 2

PLANO:

Detalle seguidor

ESCALA:

N/A

HOJA:

1 / 1

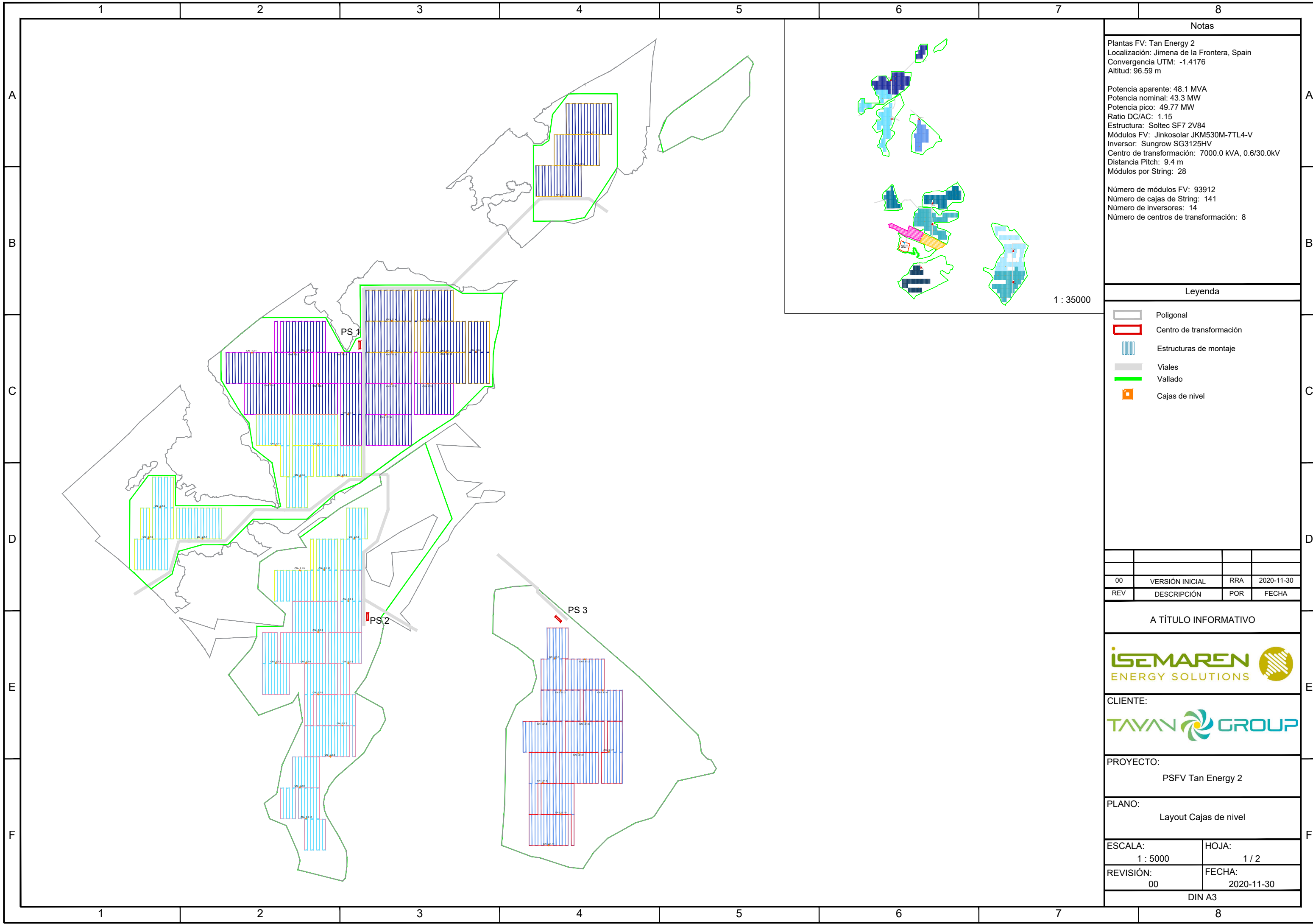
REVISIÓN:

00

FECHA:

2020-12-04

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cajas de nivel

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	RRA	2020-11-30

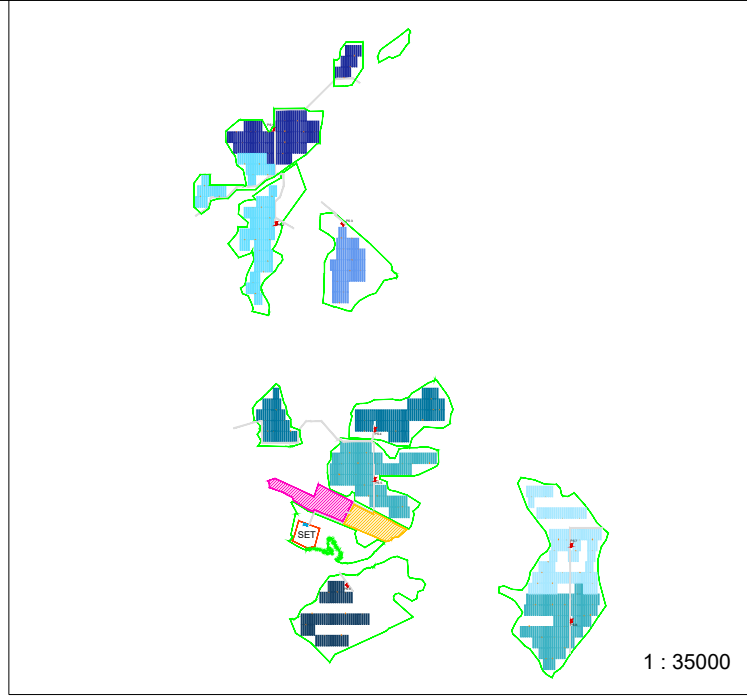
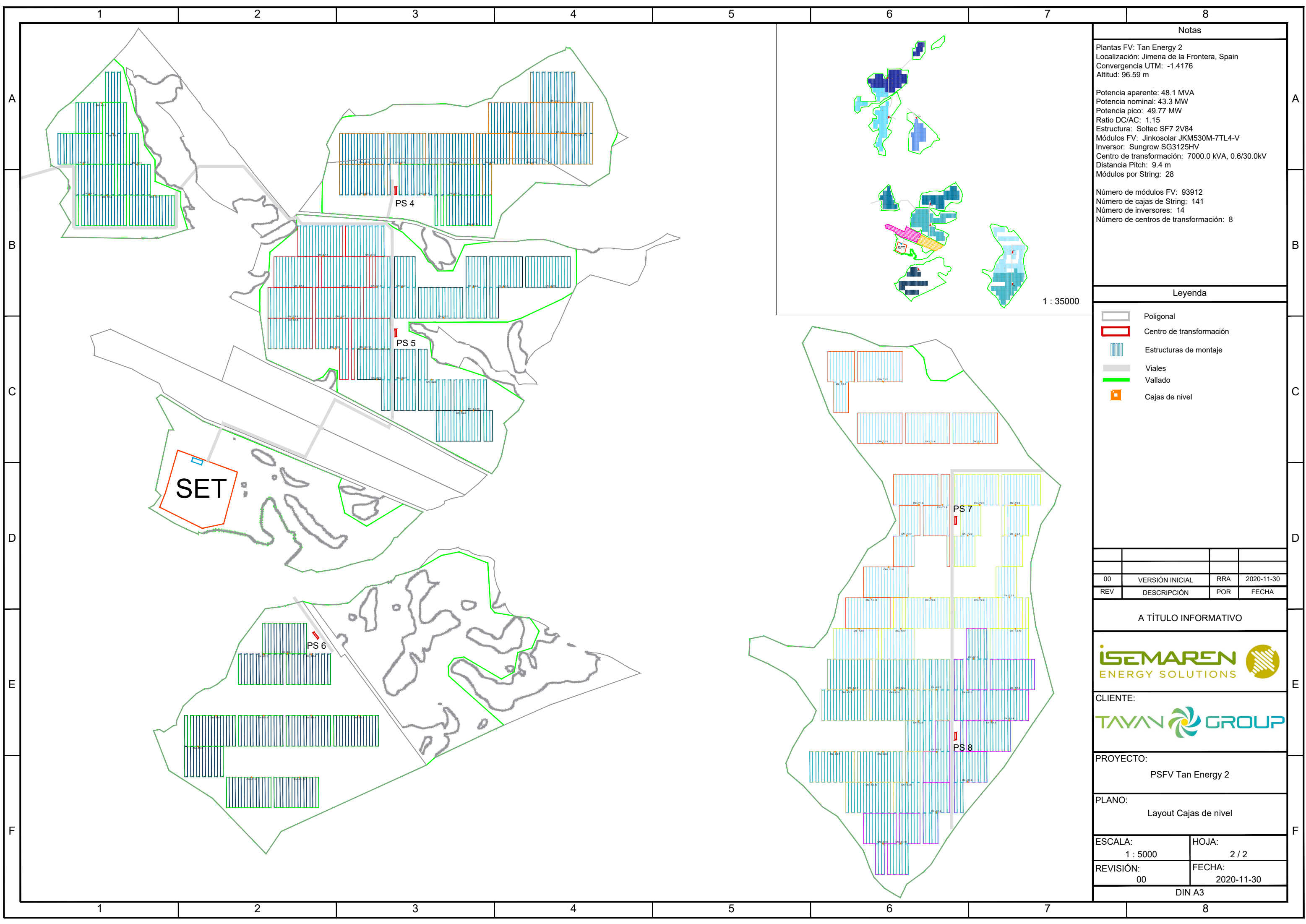
A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Layout Cajas de nivel

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-11-30
DIN A3	



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cajas de nivel

00	VERSIÓN INICIAL	RRA	2020-11-30
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



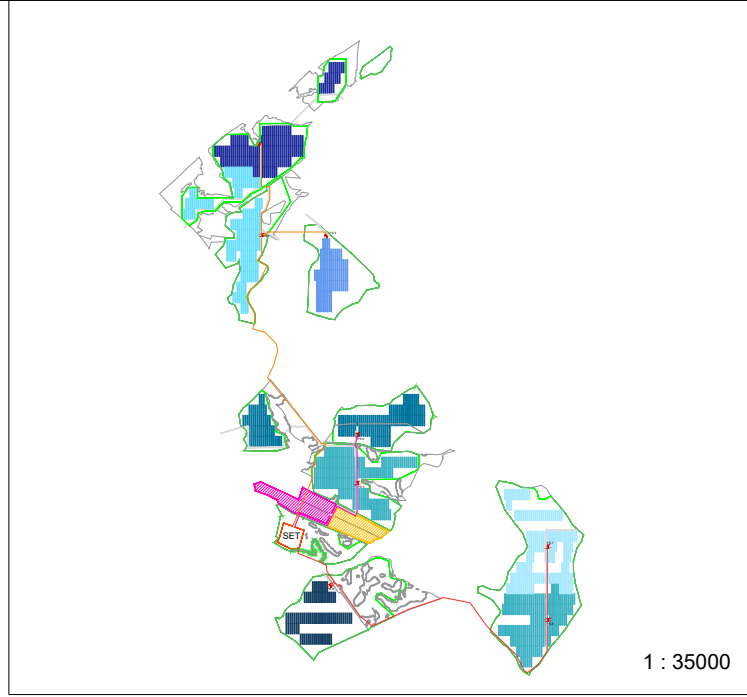
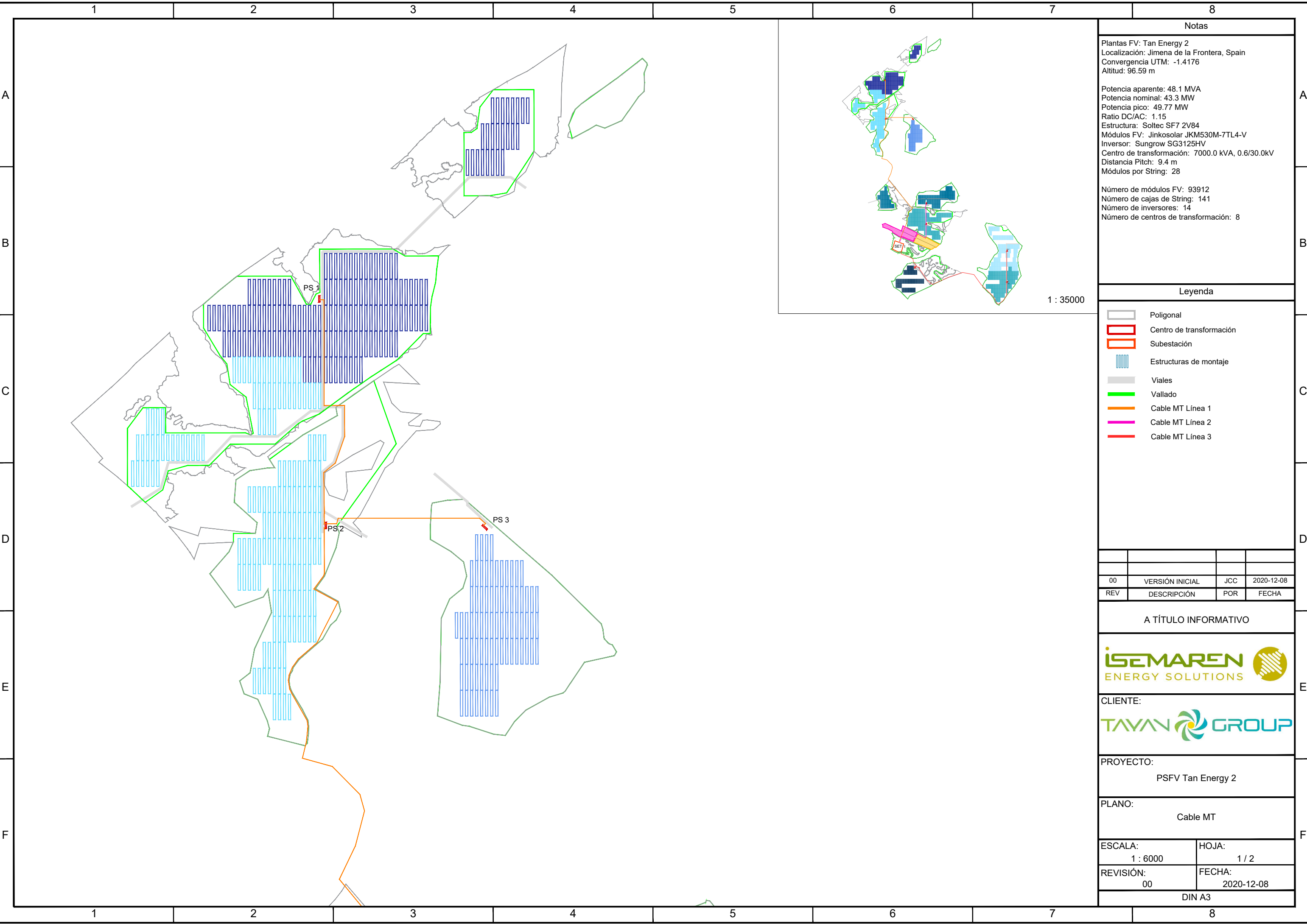
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Layout Cajas de nivel

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-11-30

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Subestación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable MT Línea 1
- Cable MT Línea 2
- Cable MT Línea 3

00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO

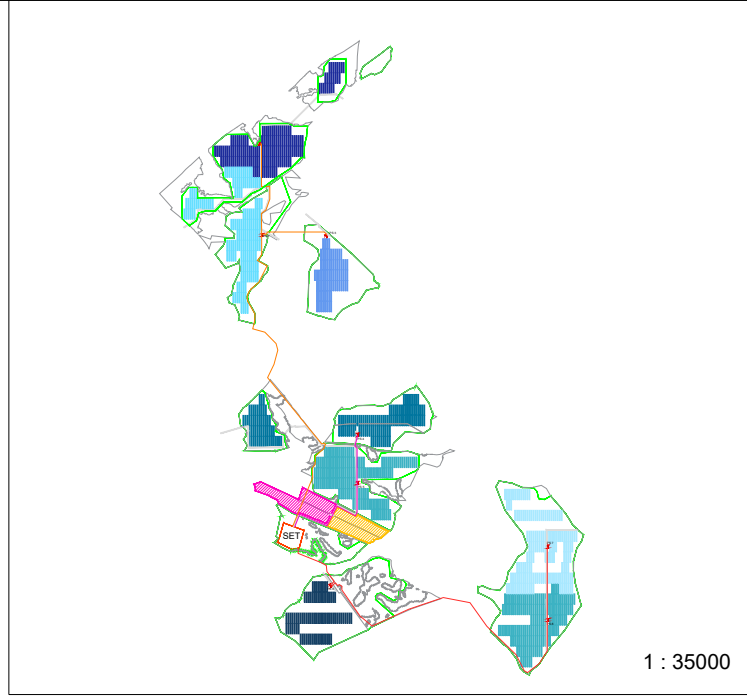
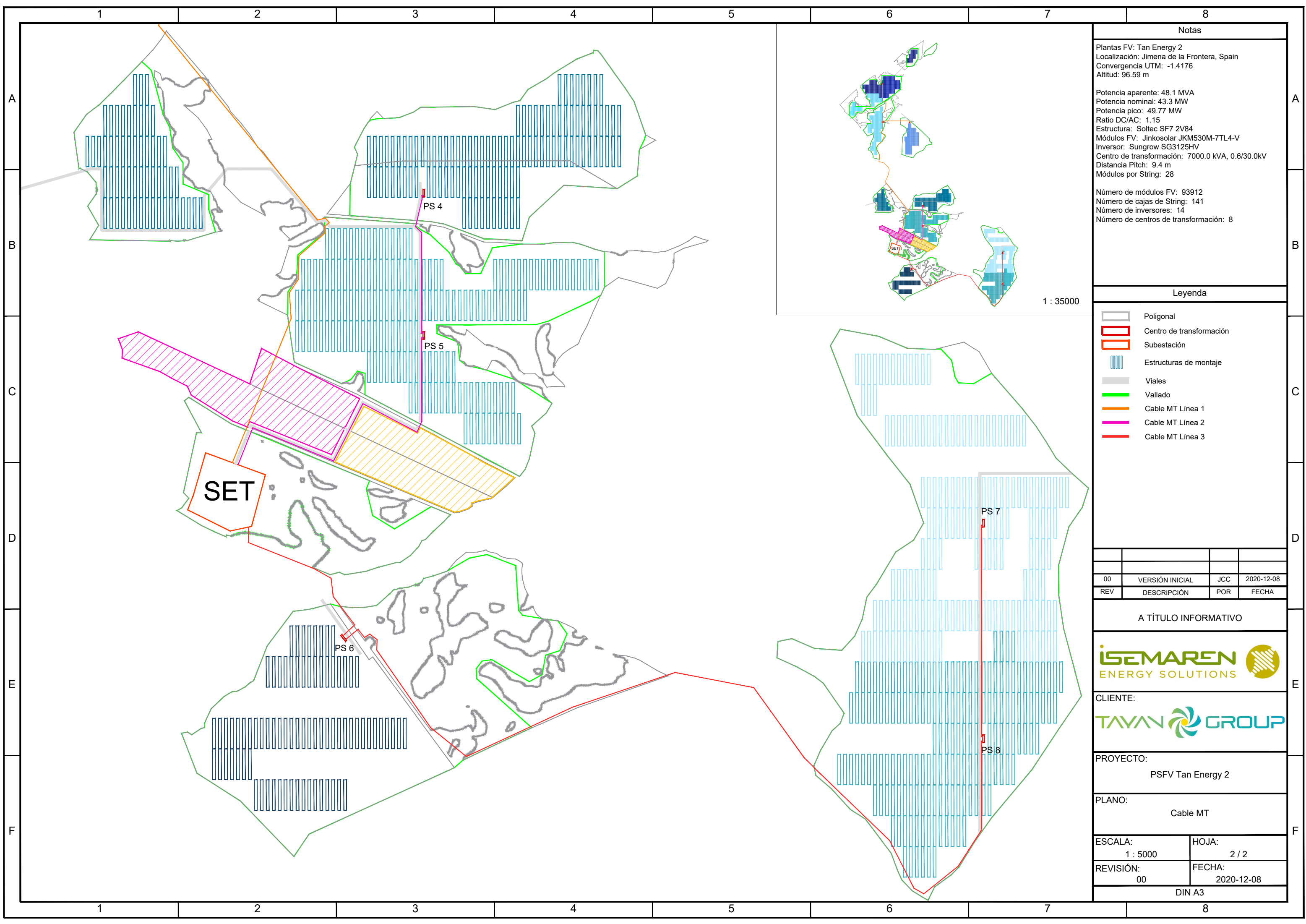


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Cable MT

ESCALA: 1 : 6000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Subestación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable MT Línea 1
- Cable MT Línea 2
- Cable MT Línea 3

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO



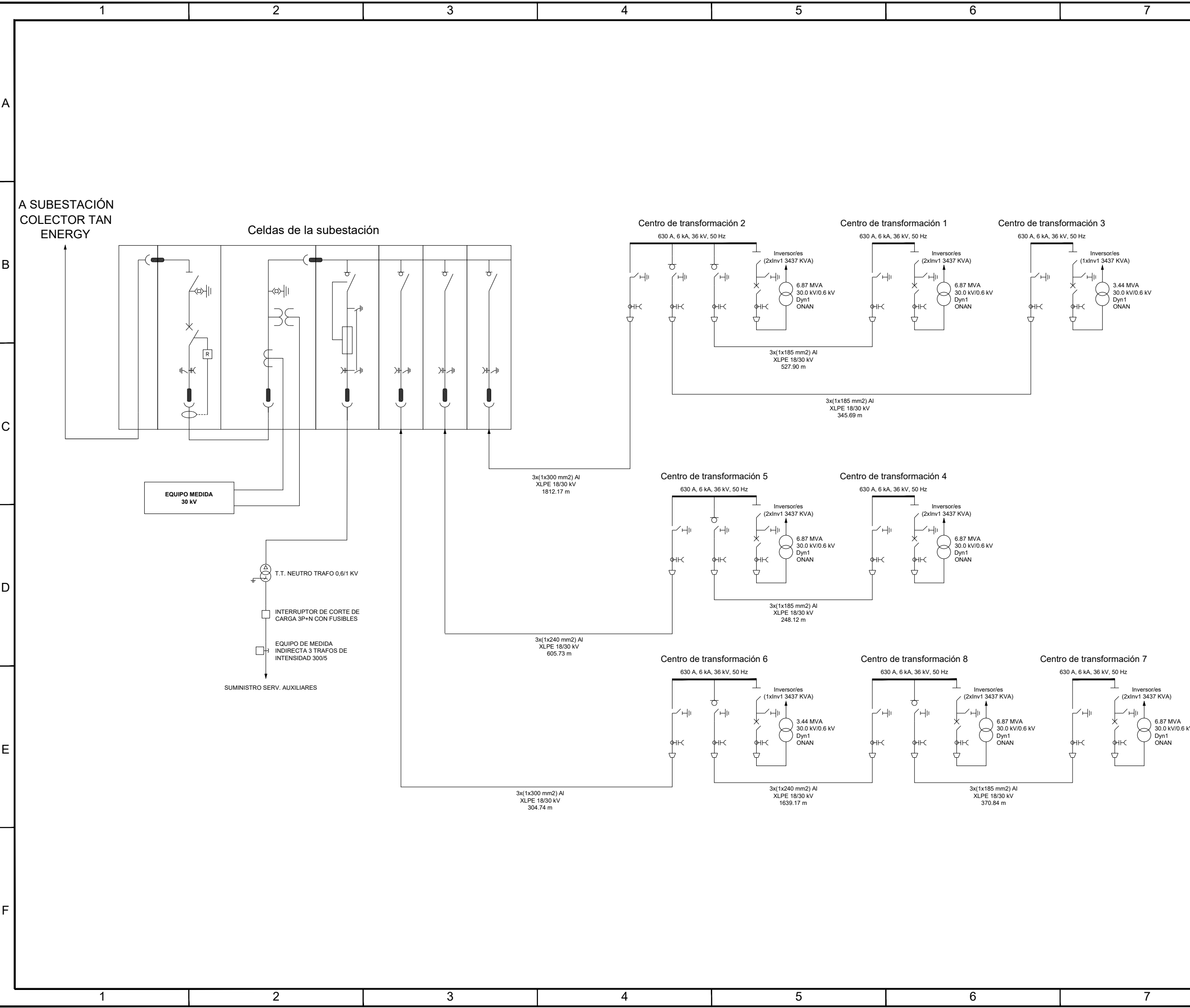
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Cable MT

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

LÍNEA MT 1
Centros de transformación conectados: 3
Potencia nominal de la línea: 13.75 MVA
Nivel de Media Tensión: 30.0 kV

LÍNEA MT 2
Centros de transformación conectados: 2
Potencia nominal de la línea: 13.75 MVA
Nivel de Media Tensión: 30.0 kV

LÍNEA MT 3
Centros de transformación conectados: 2
Potencia nominal de la línea: 17.19 MVA
Nivel de Media Tensión: 30.0 kV

CABLE MT
Núcleos: Single
Aislamiento: 18/30 kV
Material: Single
Aislamiento del cable: XLPE

Leyenda

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Interruptor de puesta a tierra
- Interruptor - seccionador en carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

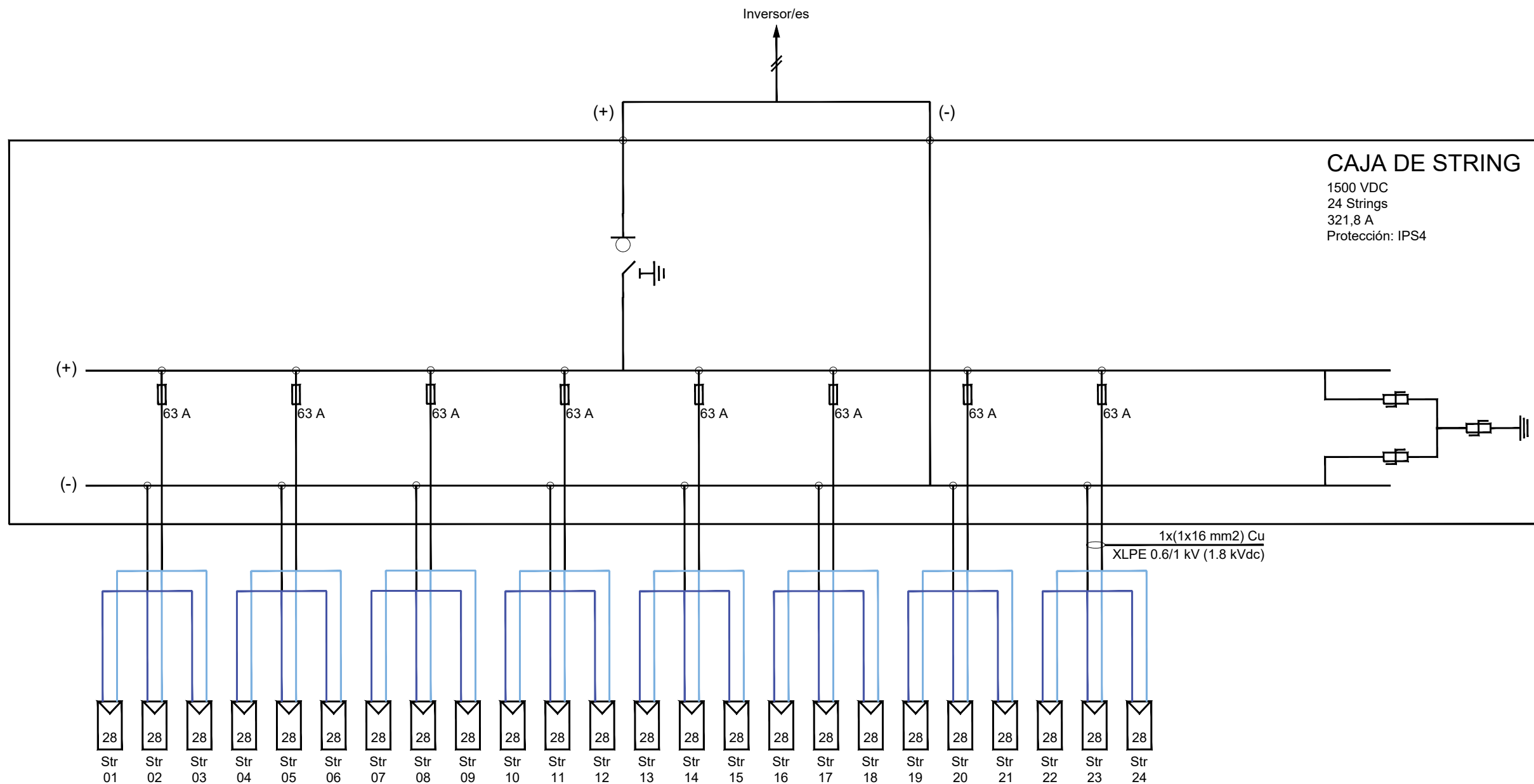
A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
Tan Energy 2

PLANO:
Diagrama unifilar de media tensión

ESCALA: No a escala	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08
DIN A3	



CAJA DE STRING

1500 VDC
 24 Strings
 321,8 A
 Protección: IPS4

24 Strings por caja de string
 28 Módulos por string
 Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Potencia 530 Wp / 1500 VDC

Notas

CONFIGURACIÓN DE CAJA DE STRING

Módulos por string: 28 módulos
 Secciones de los cables de string: 16 mm²
 Entradas: 8
 Número de strings: 24
 Cada cosido de 3 string tiene un fusible (no cada polo), con corriente nominal 63.0 A
 La caja incorpora un descargador de sobre tensiones de 1500.0 V
 El interruptor - seccionador en carga tiene una corriente nominal de 500.0 A

NOTA 1: El fusible propuesto 63 A - 1500 V - gPV

NOTA 2: El descargador de tensiones debe ser de Clase II y con I_{max} 30 kA

NOTA 3: Se recomienda seleccionar una caja para instalación en exteriores y con resistencia a la radiación UV

El diagrama representa una caja de string típica. La distribución de cables de BT es representativa de la planta.

Leyenda

- String de 28 módulos conectados a la string box
- Interruptor (500 A)
- Descargador de sobre tensiones (1500 V)
- Fusible (25 A)
- Cables BT DC al inversor

00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

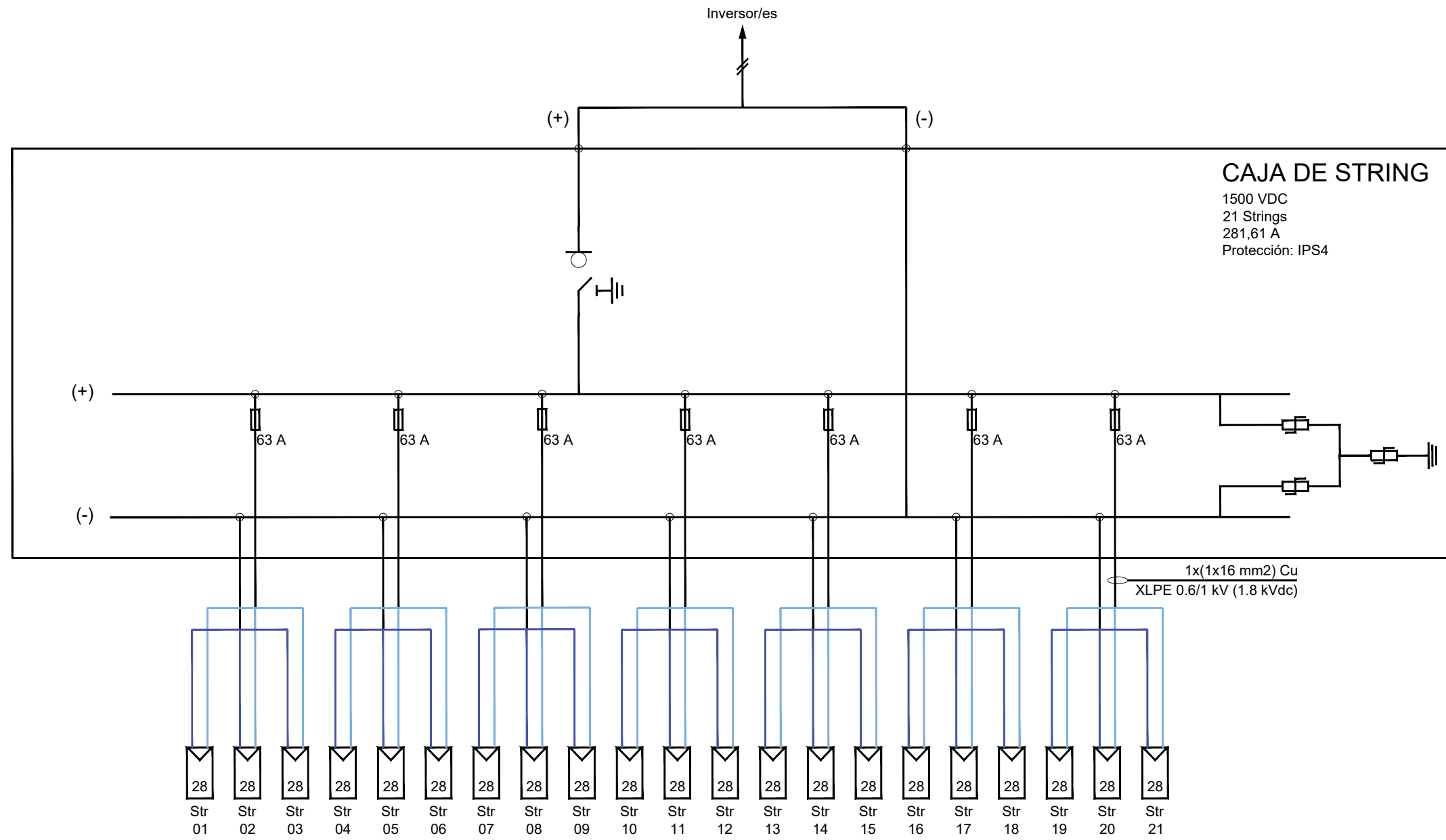
A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Diagrama unifilar de caja de string tipo 1

ESCALA: No a escala	HOJA: 1 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08
DIN A3	



CAJA DE STRING
 1500 VDC
 21 Strings
 281,61 A
 Protección: IPS4

21 Strings por caja de string
 28 Módulos por string
 Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Potencia 530 Wp / 1500 VDC

Notas

CONFIGURACIÓN DE CAJA DE STRING

Módulos por string: 28 módulos
 Secciones de los cables de string: 16 mm2
 Entradas: 7
 Número de strings: 21
 Cada cosido de 3 string tiene un fusible (no cada polo), con corriente nominal 63.0 A
 La caja incorpora un descargador de sobre tensiones de 1500.0 V
 El interruptor - seccionador en carga tiene una corriente nominal de 500.0 A

NOTA 1: El fusible propuesto 63 A - 1500 V - gPV

NOTA 2: El descargador de tensiones debe ser de Clase II y con I_{max} 30 kA

NOTA 3: Se recomienda seleccionar una caja para instalación en exteriores y con resistencia a la radiación UV

El diagrama representa una caja de string típica. La distribución de cables de BT es representativa de la planta.

Leyenda

	String de 28 módulos conectados a la string box
	Interruptor (500 A)
	Descargador de sobre tensiones (1500 V)
	Fusible (63 A)
	Cables BT DC al inversor

00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO

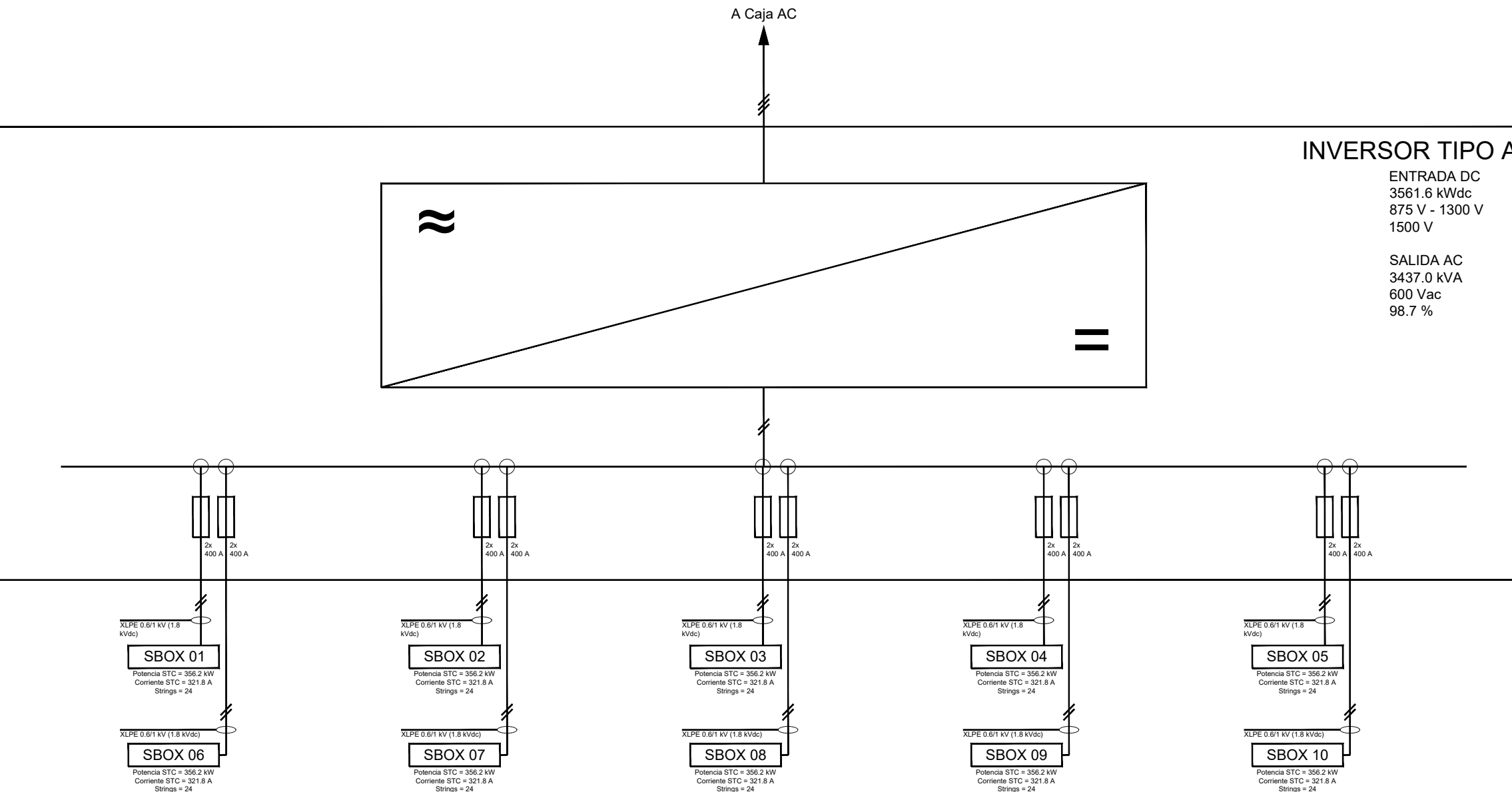


CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Diagrama unifilar de caja de string tipo 2

ESCALA: No a escala	HOJA: 2 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08
DIN A3	



Notas

CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR A

Fabricante: Sungrow
Modelo: SG3125HV
Entradas: 10
Potencia de entrada DC: 3561.6 kW
Número de strings: 240
Ratio DC/AC: 1.04

El diagrama representa un inverter típico. La distribución de cables de BT es representativa de la planta.

- Leyenda**
- Fusible (400 A)
 - Inversor central (3437.0 kVA)
 - Cables BT DC
 - Cables AC

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL		
		PSR	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO



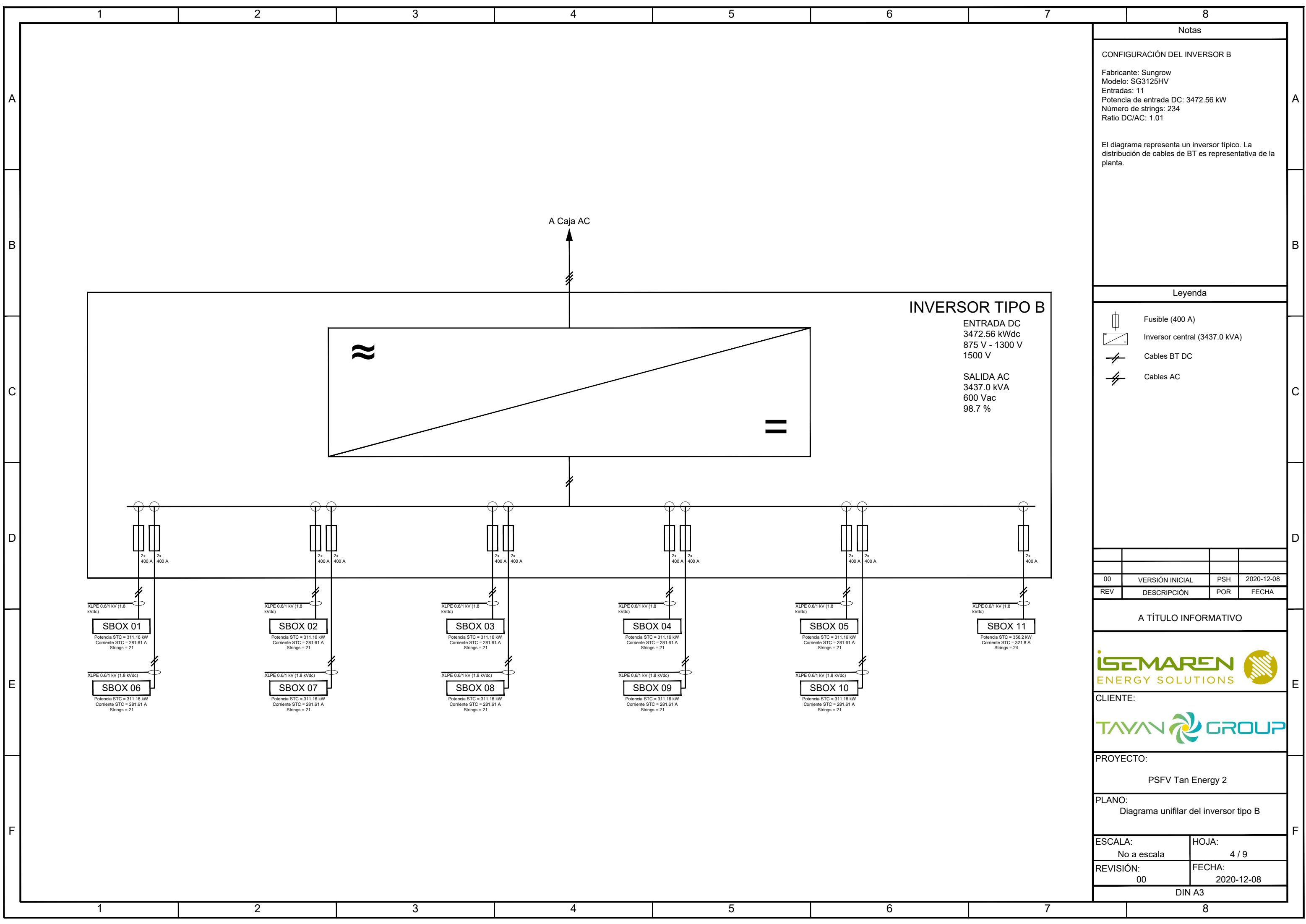
CLIENTE:
TAVAN GROUP

PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Diagrama unifilar del inverter tipo A

ESCALA: No a escala	HOJA: 3 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

CONFIGURACIÓN DEL INVERSOR B

Fabricante: Sungrow
 Modelo: SG3125HV
 Entradas: 11
 Potencia de entrada DC: 3472.56 kW
 Número de strings: 234
 Ratio DC/AC: 1.01

El diagrama representa un inverter típico. La distribución de cables de BT es representativa de la planta.

Leyenda

- Fusible (400 A)
- Inversor central (3437.0 kVA)
- Cables BT DC
- Cables AC

00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

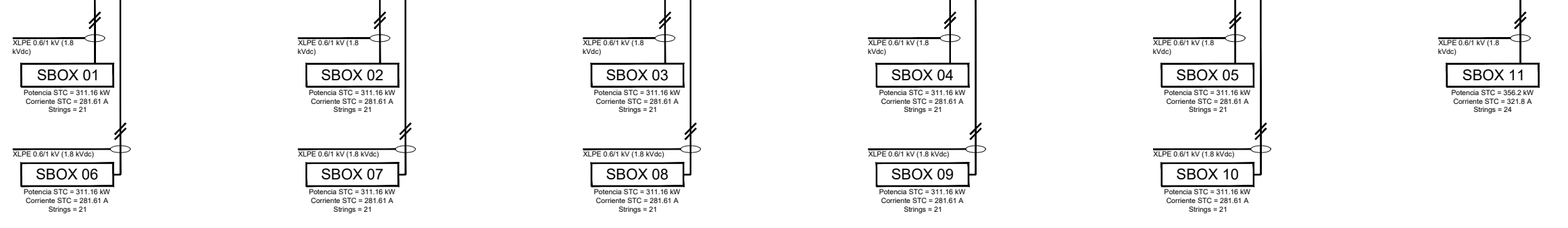
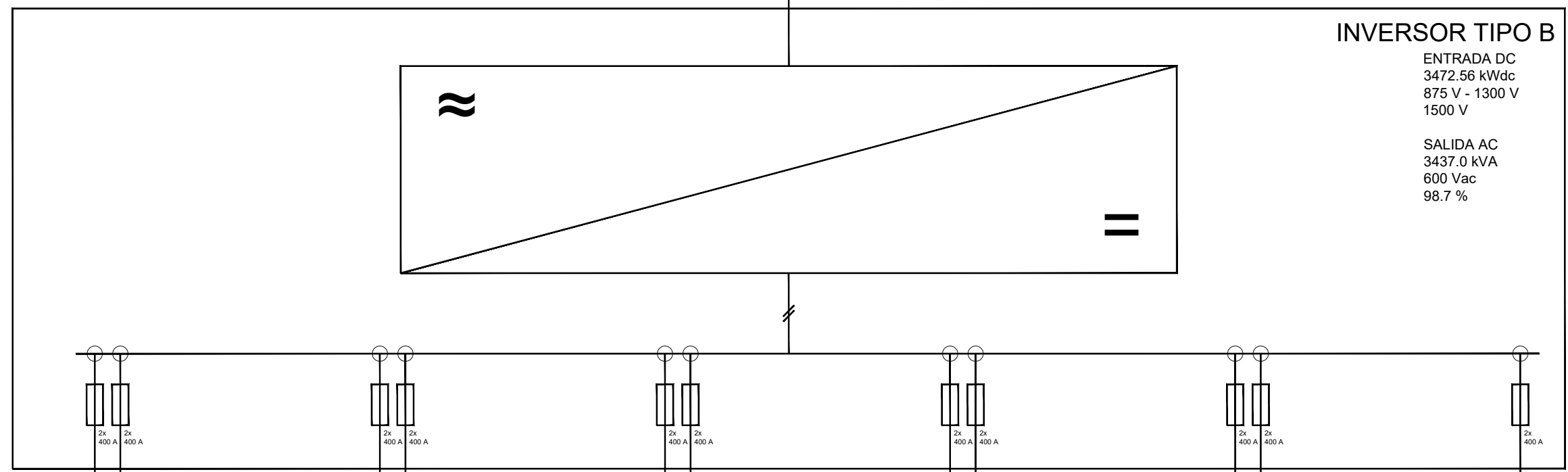
A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

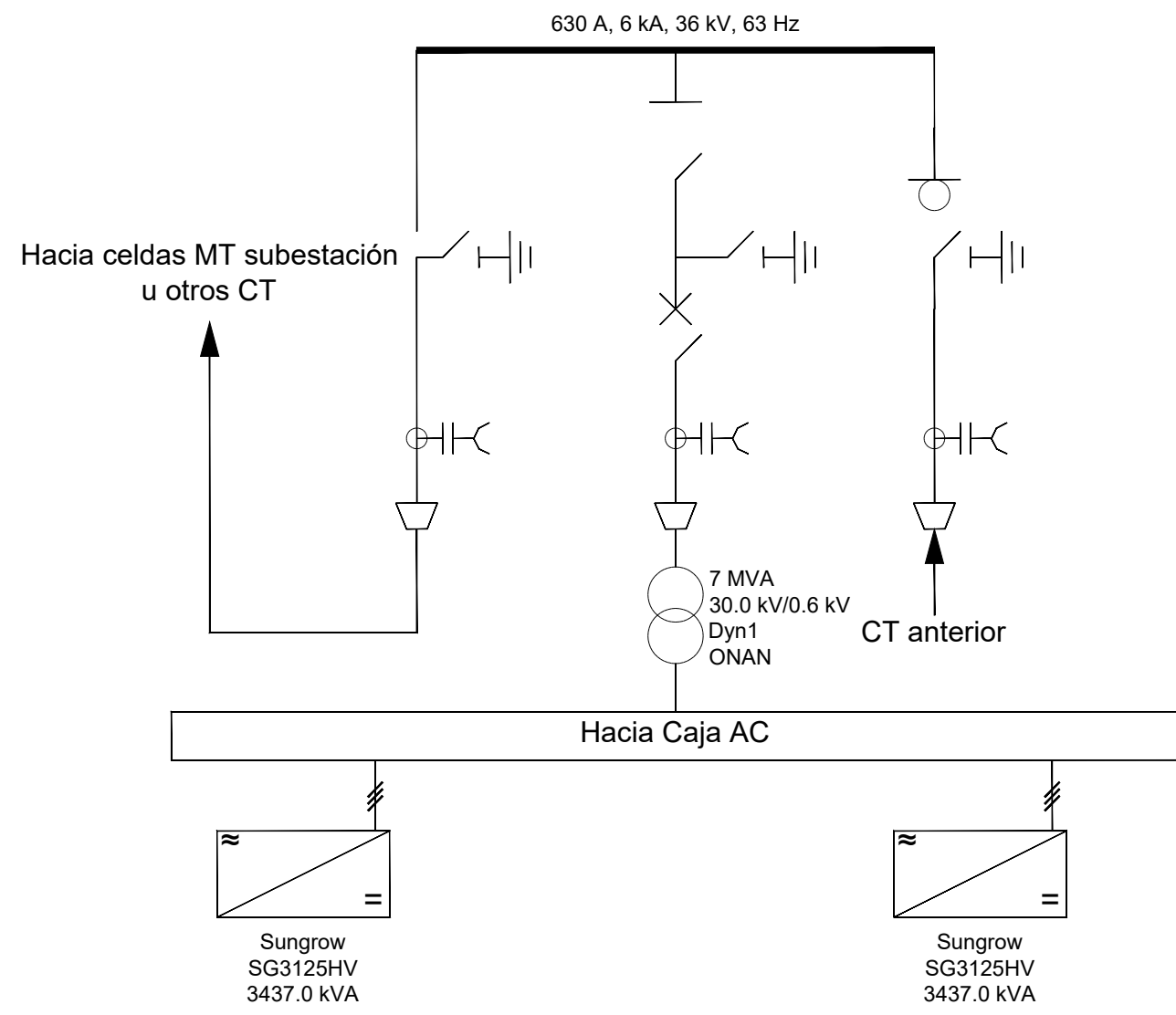
PLANO:
Diagrama unifilar del inverter tipo B

ESCALA: No a escala	HOJA: 4 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08
DIN A3	



SBOX 01 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 02 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 03 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 04 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 05 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 11 Potencia STC = 356.2 kW Corriente STC = 321.8 A Strings = 24
SBOX 06 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 07 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 08 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 09 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	SBOX 10 Potencia STC = 311.16 kW Corriente STC = 281.61 A Strings = 21	

Centro de transformación tipo 1



Notas

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1:

Se repite 2 veces en la planta
 Potencia nominal: 6.9 MW
 Nivel MT: 30.0 kV
 Corriente de corto circuito: 6 kA
 Frecuencia: 50.0 Hz
 Número de inversores: 2
 Equipado con un transformador de 7 MVA, ratio de tensión 30.0 kV/0.6 kV, Dyn1, ONAN

Todas las celdas propuestas dispondrán de aislamiento SF6, válido para cortocircuito t=1s y frecuencia 50.0 Hz, de acuerdo a la normativa eléctrica de Spain

Las celdas de MT que se muestran en el diagrama representan una configuración típica. El primer CT de la línea no tendrá una celda de entrada.

Leyenda

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Interruptor de puesta a tierra
- Interruptor - seccionador en carga
- Interruptor en vacío
- Transformador
- Inversor
- Cable AC

00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

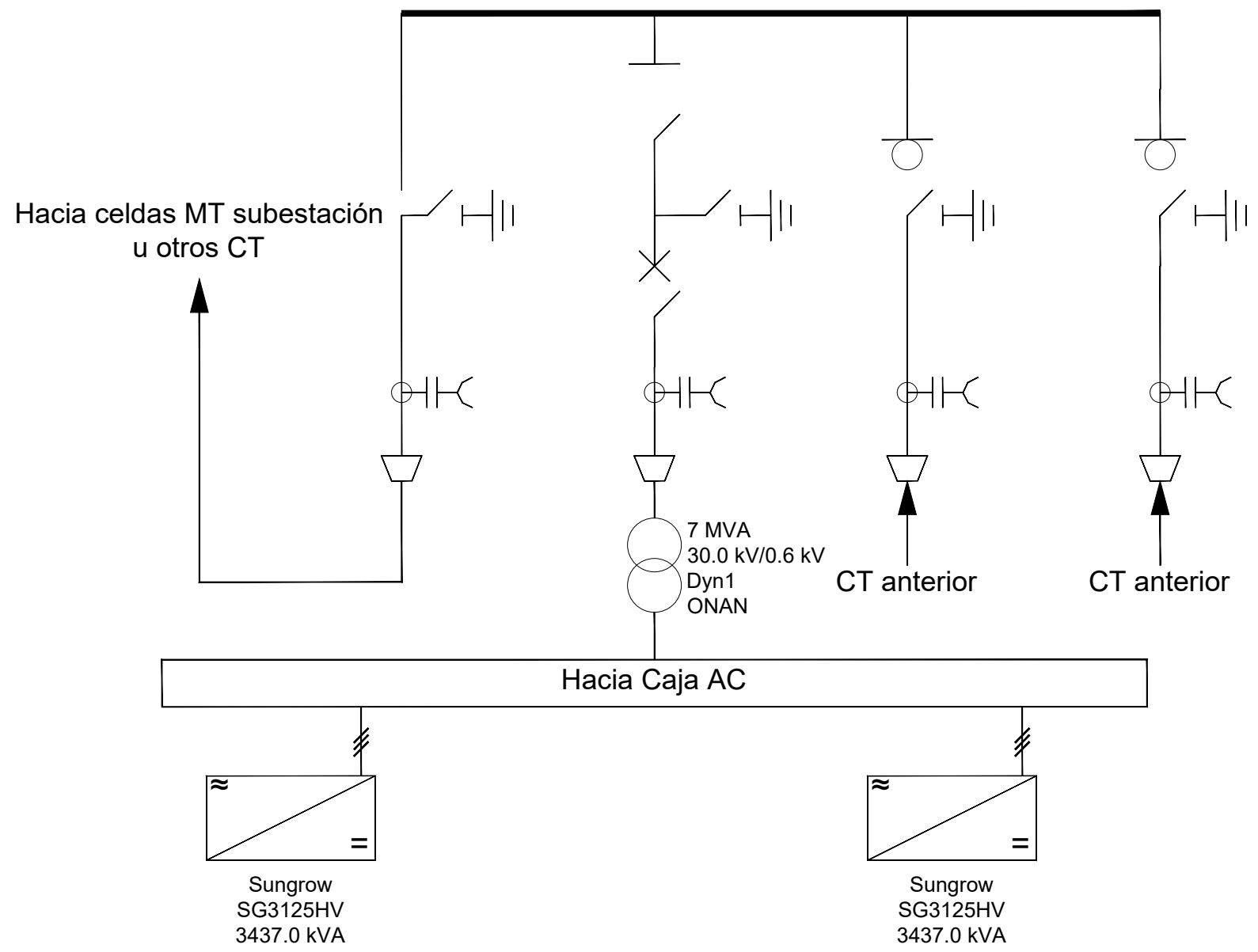
PLANO:
Diagrama unifilar del centro de transformación (tipo 1)

ESCALA: No a escala	HOJA: 5 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3

Centro de transformación tipo 2

630 A, 6 kA, 36 kV, 63 Hz



Notas

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 2:

Se repite 1 veces en la planta
 Potencia nominal: 6.9 MW
 Nivel MT: 30.0 kV
 Corriente de corto circuito: 6 kA
 Frecuencia: 50.0 Hz
 Número de inversores: 2
 Equipado con un transformador de 7 MVA, ratio de tensión 30.0 kV/0.6 kV, Dyn1, ONAN

Todas las celdas propuestas dispondrán de aislamiento SF6, válido para cortocircuito t=1s y frecuencia 50.0 Hz, de acuerdo a la normativa eléctrica de Spain

Las celdas de MT que se muestran en el diagrama representan una configuración típica. El primer CT de la línea no tendrá una celda de entrada.

Leyenda

	Celdas de entrada
	Detector de tensión
	Interruptor de puesta a tierra
	Interruptor - seccionador en carga
	Interruptor en vacío
	Transformador
	Inversor
	Cable AC

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:

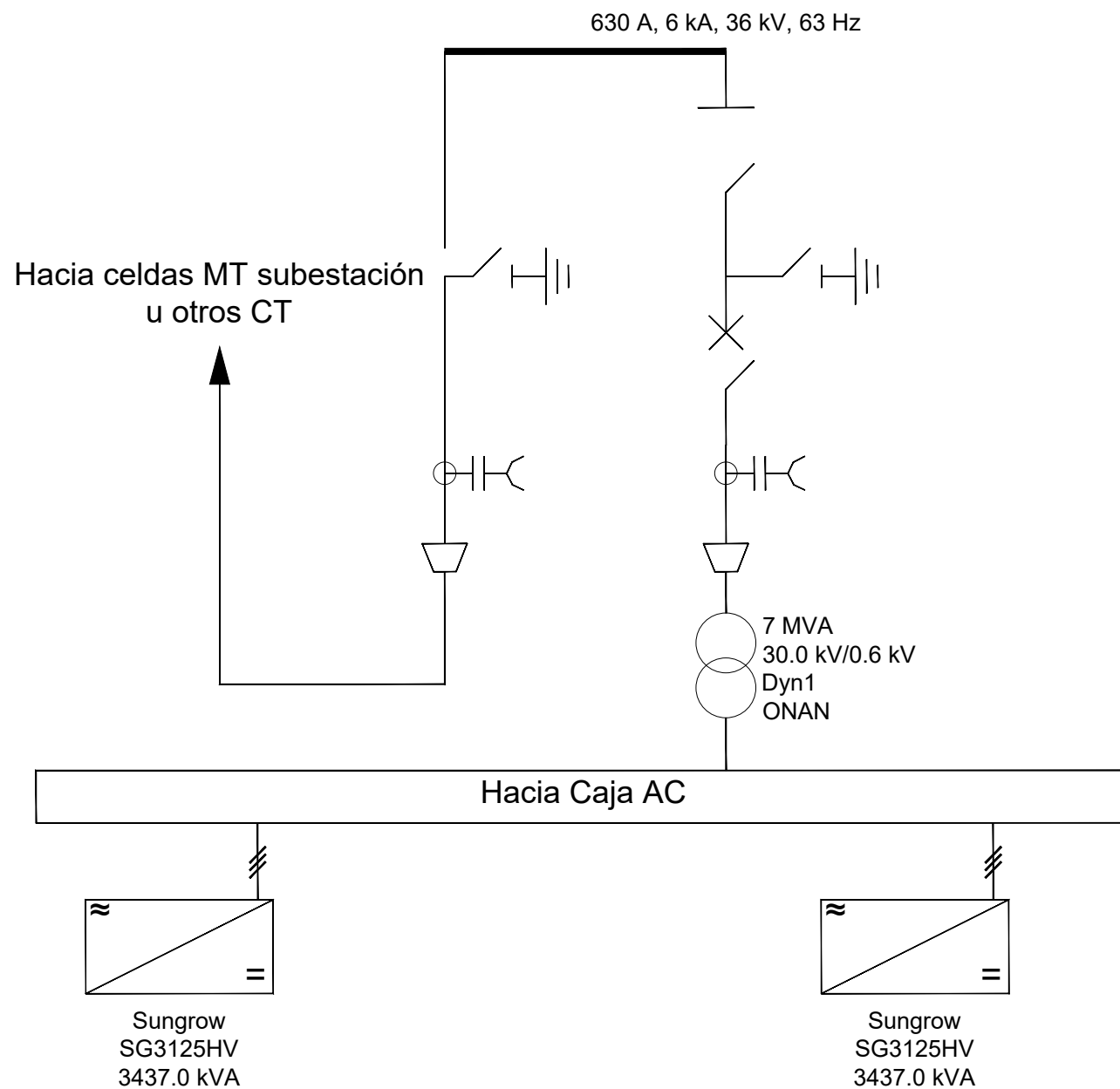
PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Diagrama unifilar del centro de transformación (tipo 2)

ESCALA: No a escala	HOJA: 6 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3

Centro de transformación tipo 3



Notas

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 3:

Se repite 3 veces en la planta
 Potencia nominal: 6.9 MW
 Nivel MT: 30.0 kV
 Corriente de corto circuito: 6 kA
 Frecuencia: 50.0 Hz
 Número de inversores: 2
 Equipado con un transformador de 7 MVA, ratio de tensión 30.0 kV/0.6 kV, Dyn1, ONAN

Todas las celdas propuestas dispondrán de aislamiento SF6, válido para cortocircuito t=1s y frecuencia 50.0 Hz, de acuerdo a la normativa eléctrica de Spain

Las celdas de MT que se muestran en el diagrama representan una configuración típica. El primer CT de la línea no tendrá una celda de entrada.

Leyenda

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Interruptor de puesta a tierra
- Interruptor - seccionador en carga
- Interruptor en vacío
- Transformador
- Inversor
- Cable AC

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO



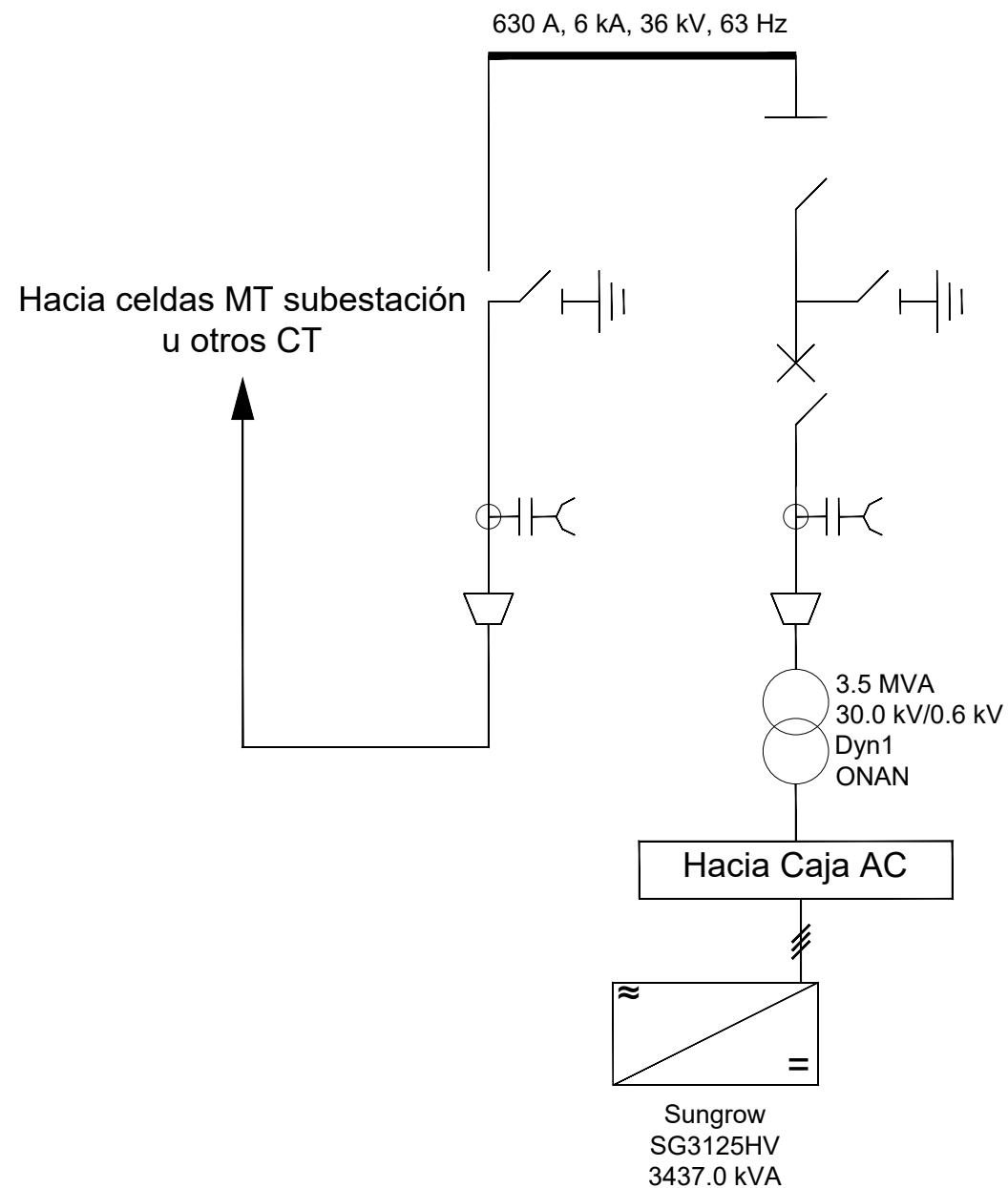
PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Diagrama unifilar del centro de transformación (tipo 3)

ESCALA: No a escala	HOJA: 7 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3

Centro de transformación tipo 4



Notas

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 4:

Se repite 1 veces en la planta
 Potencia nominal: 3.4 MW
 Nivel MT: 30.0 kV
 Corriente de corto circuito: 6 kA
 Frecuencia: 50.0 Hz
 Número de inversores: 1
 Equipado con un transformador de 3.5 MVA, ratio de tensión 30.0 kV/0.6 kV, Dyn1, ONAN

Todas las celdas propuestas dispondrán de aislamiento SF6, válido para cortocircuito t=1s y frecuencia 50.0 Hz, de acuerdo a la normativa eléctrica de Spain

Las celdas de MT que se muestran en el diagrama representan una configuración típica. El primer CT de la línea no tendrá una celda de entrada.

Leyenda

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Interruptor de puesta a tierra
- Interruptor - seccionador en carga
- Interruptor en vacío
- Transformador
- Inversor
- Cable AC

00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



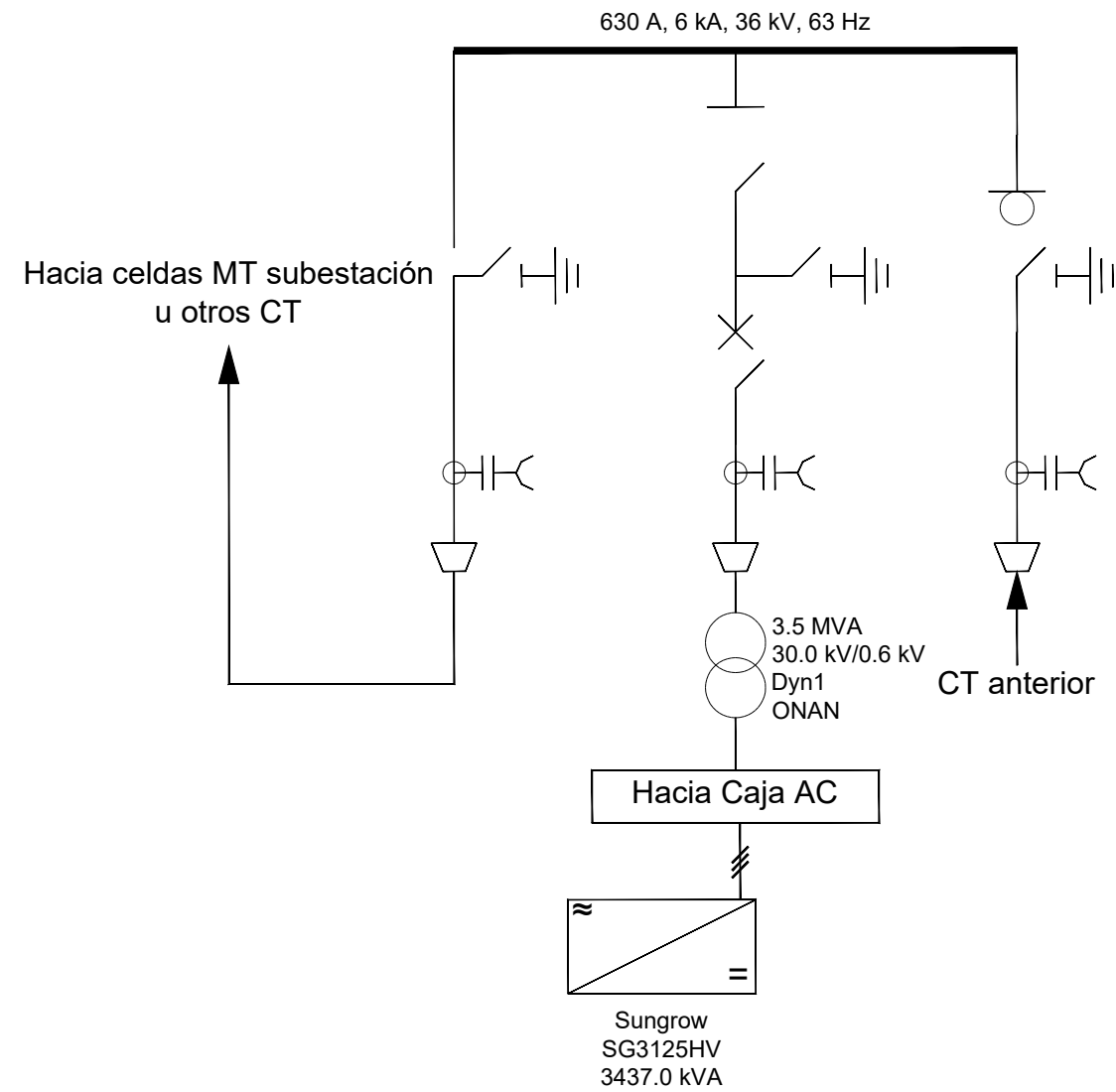
PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Diagrama unifilar del centro de transformación (tipo 4)

ESCALA: No a escala	HOJA: 8 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3

Centro de transformación tipo 2



Notas

CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 5:

Se repite 1 veces en la planta
 Potencia nominal: 3.4 MW
 Nivel MT: 30.0 kV
 Corriente de corto circuito: 6 kA
 Frecuencia: 50.0 Hz
 Número de inversores: 1
 Equipado con un transformador de 3.5 MVA, ratio de tensión 30.0 kV/0.6 kV, Dyn1, ONAN

Todas las celdas propuestas dispondrán de aislamiento SF6, válido para cortocircuito t=1s y frecuencia 50.0 Hz, de acuerdo a la normativa eléctrica de Spain

Las celdas de MT que se muestran en el diagrama representan una configuración típica. El primer CT de la línea no tendrá una celda de entrada.

Leyenda

	Celdas de entrada
	Detector de tensión
	Interrupor de puesta a tierra
	Interrupor - seccionador en carga
	Interrupor en vacío
	Transformador
	Inversor
	Cable AC

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO

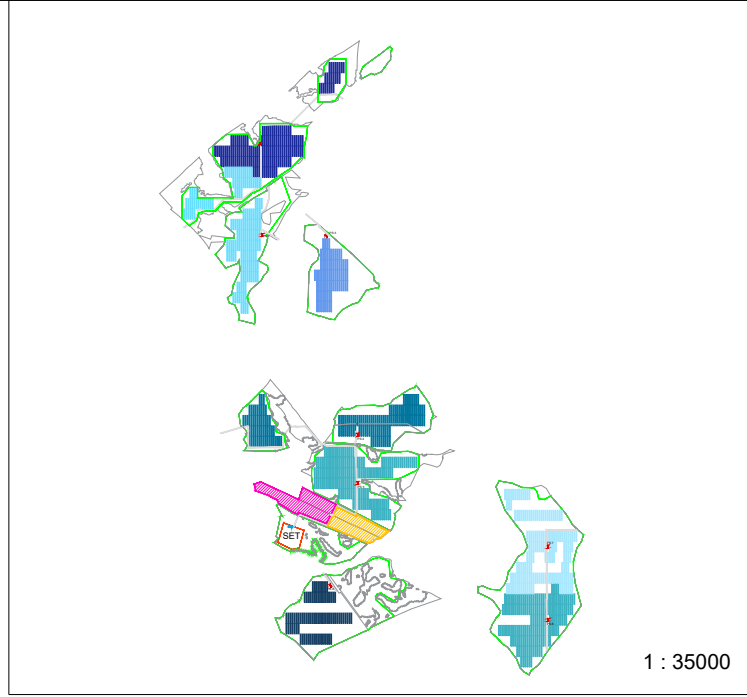
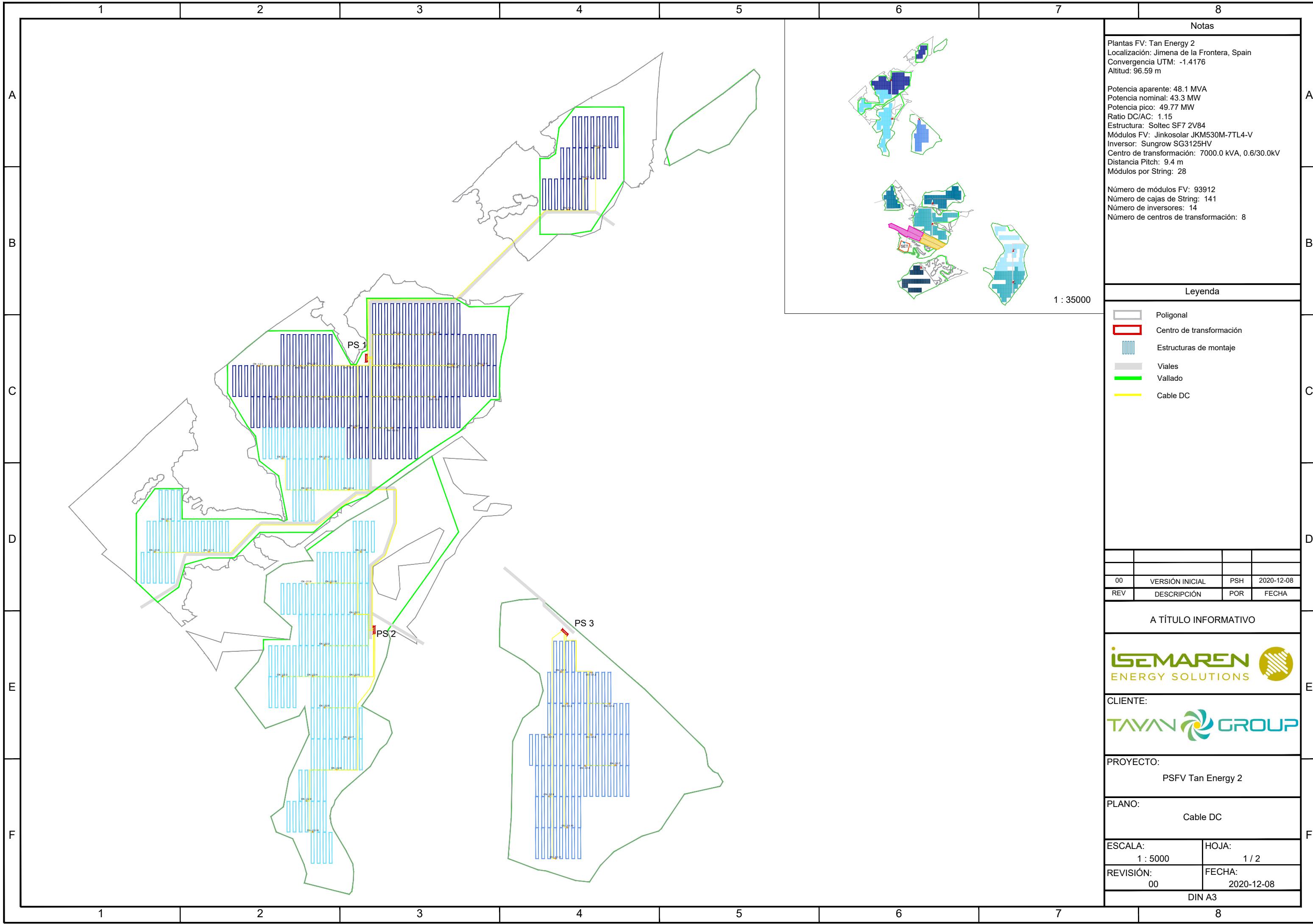


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Diagrama unifilar del centro de transformación (tipo 5)

ESCALA: No a escala	HOJA: 9 / 9
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Legenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable DC

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO



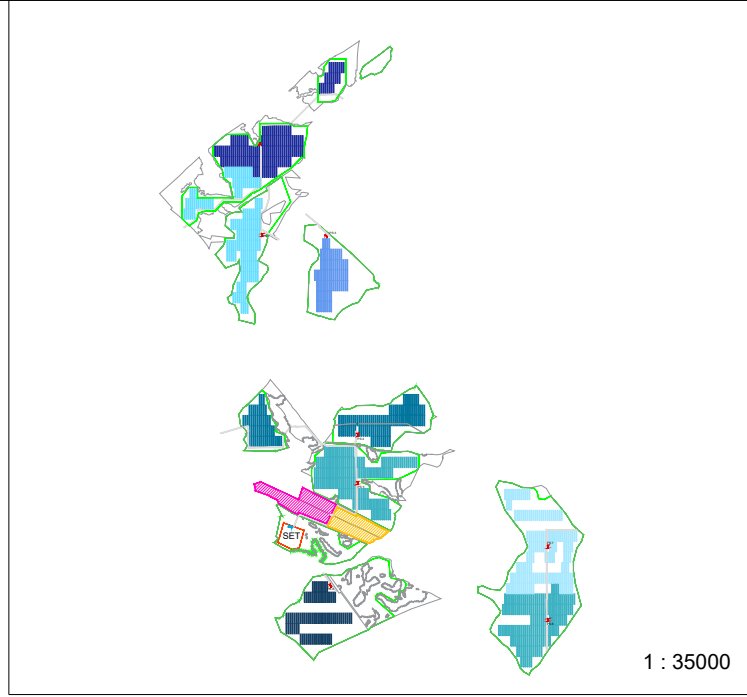
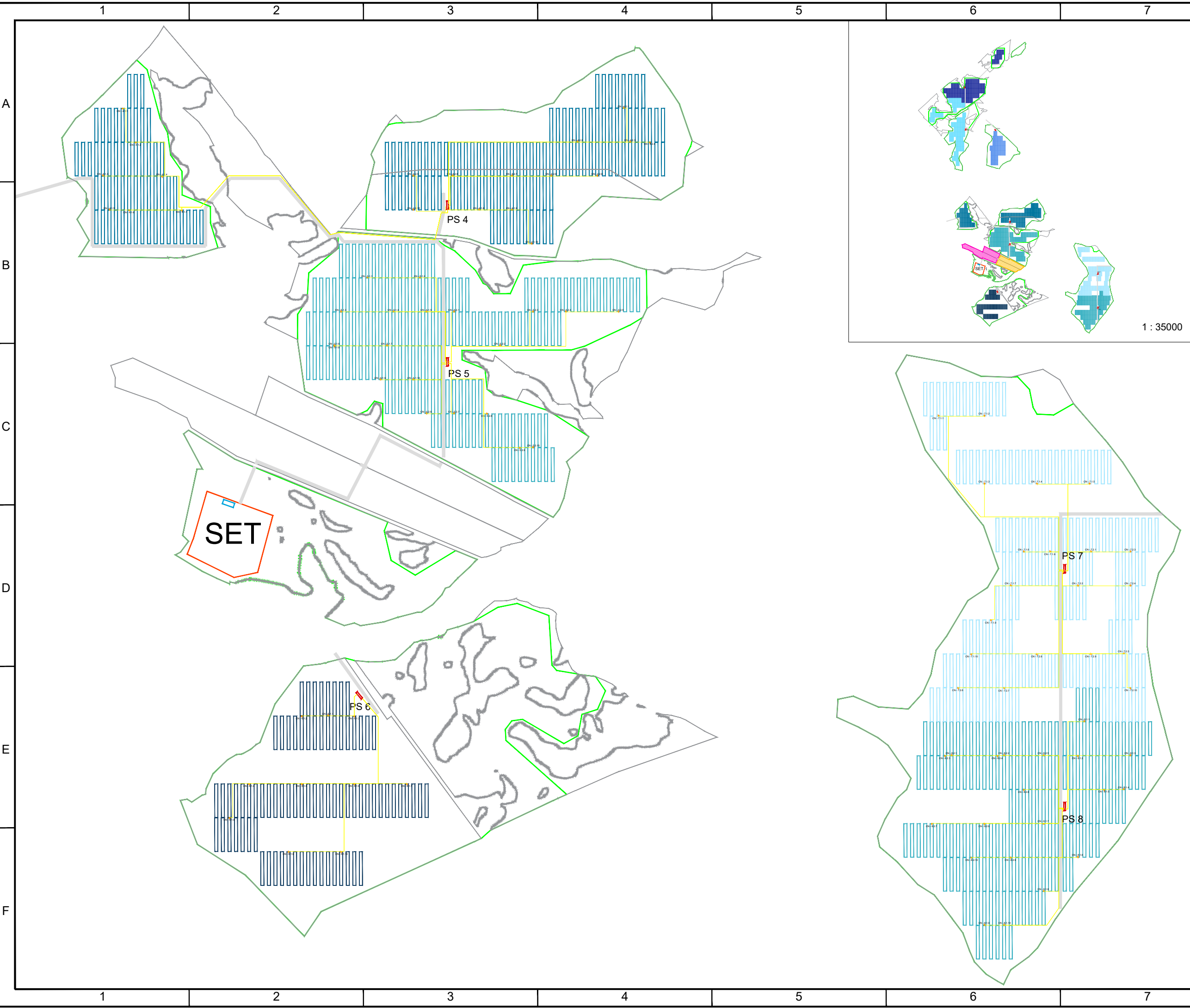
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Cable DC

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable DC

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-08

A TÍTULO INFORMATIVO



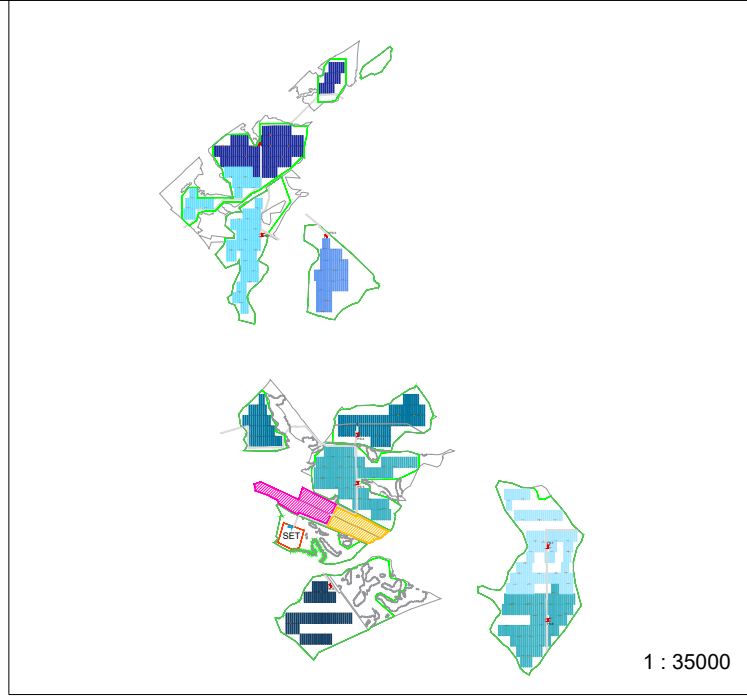
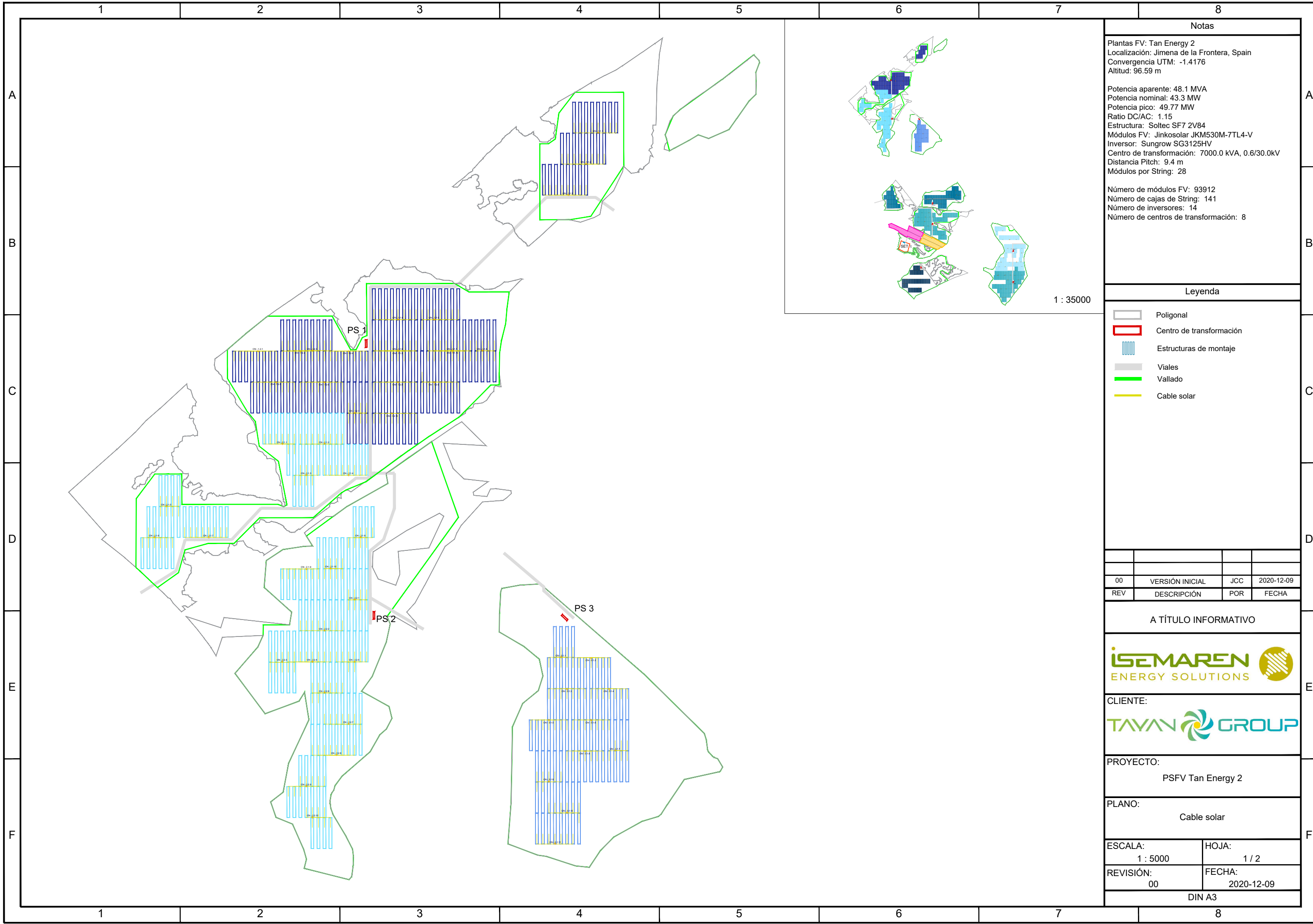
CLIENTE:
 TAVAN GROUP

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Cable DC

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-08

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Legenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable solar

00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-09
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO

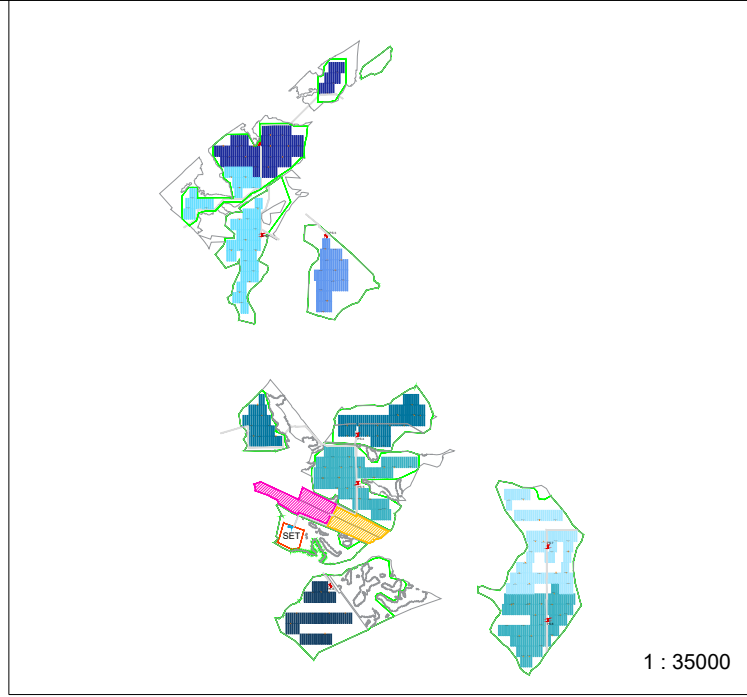
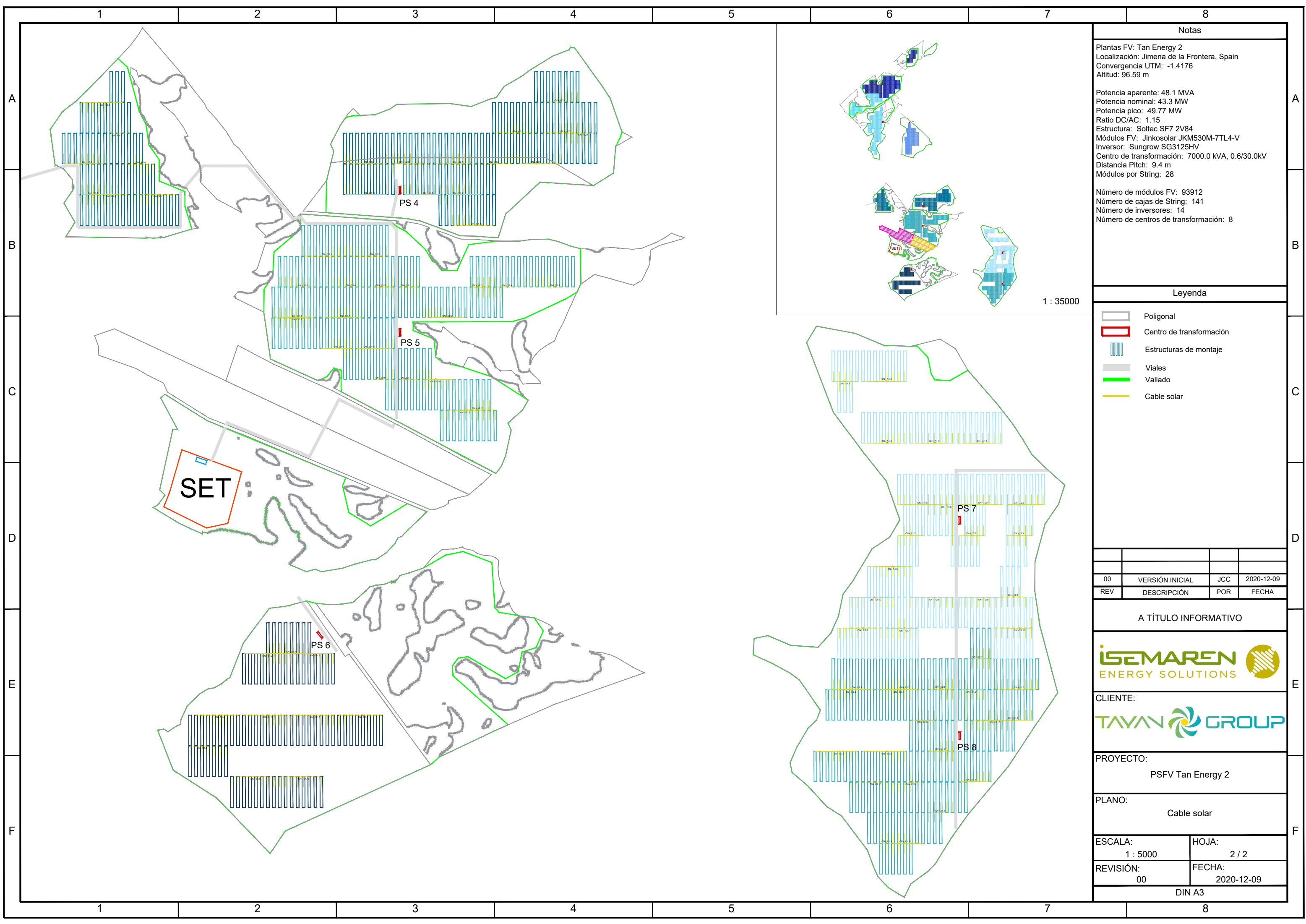


CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Cable solar

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-09
DIN A3	



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable solar

00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-09
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



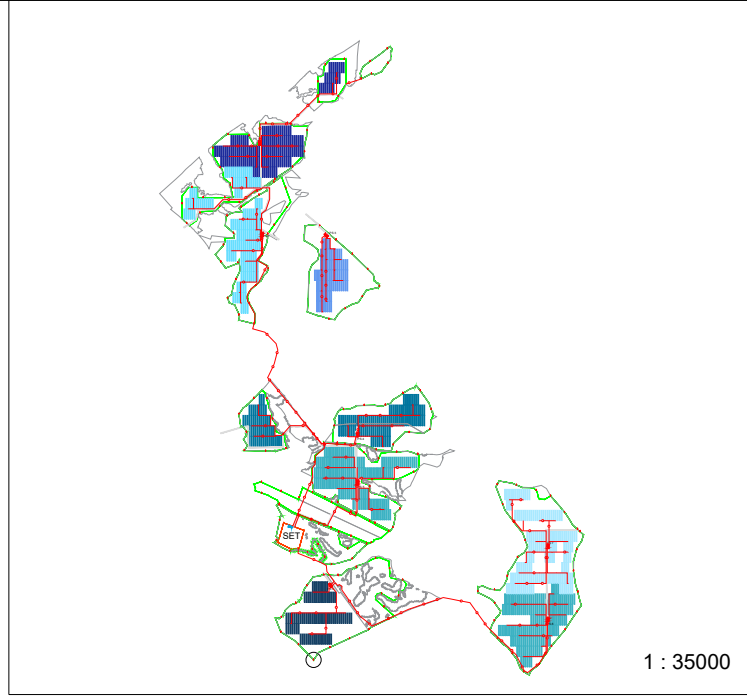
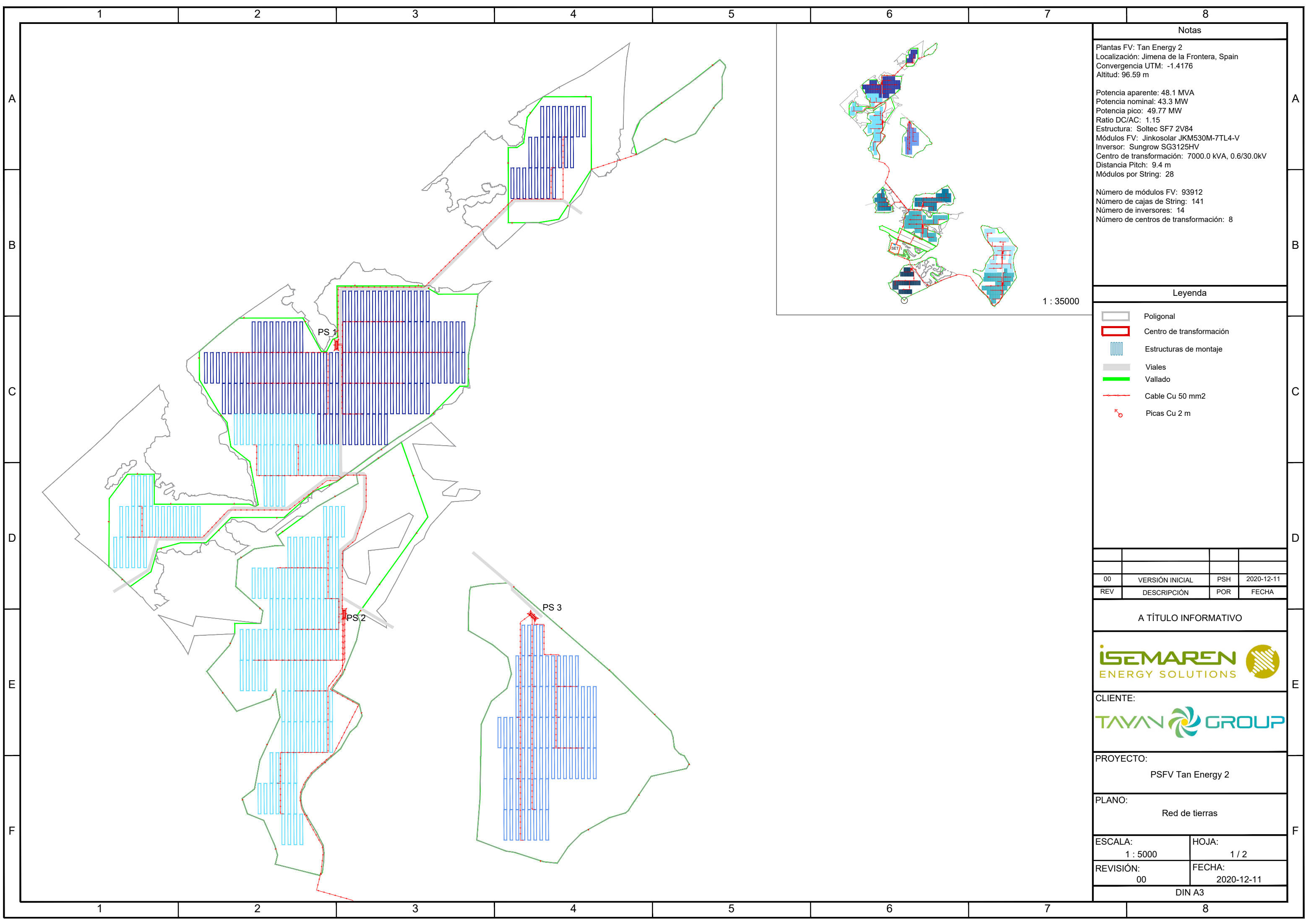
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Cable solar

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-09

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergenca UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Legenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable Cu 50 mm²
- Picas Cu 2 m

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-11

A TÍTULO INFORMATIVO

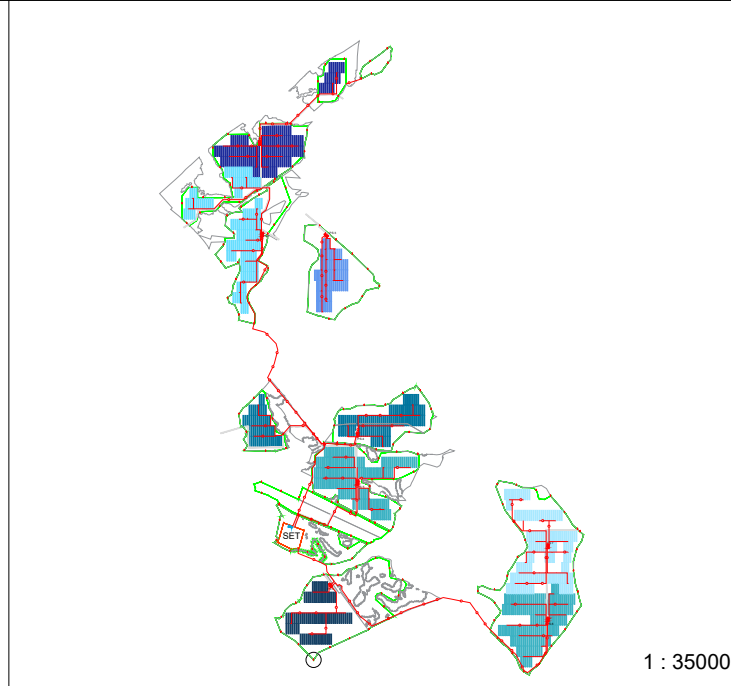
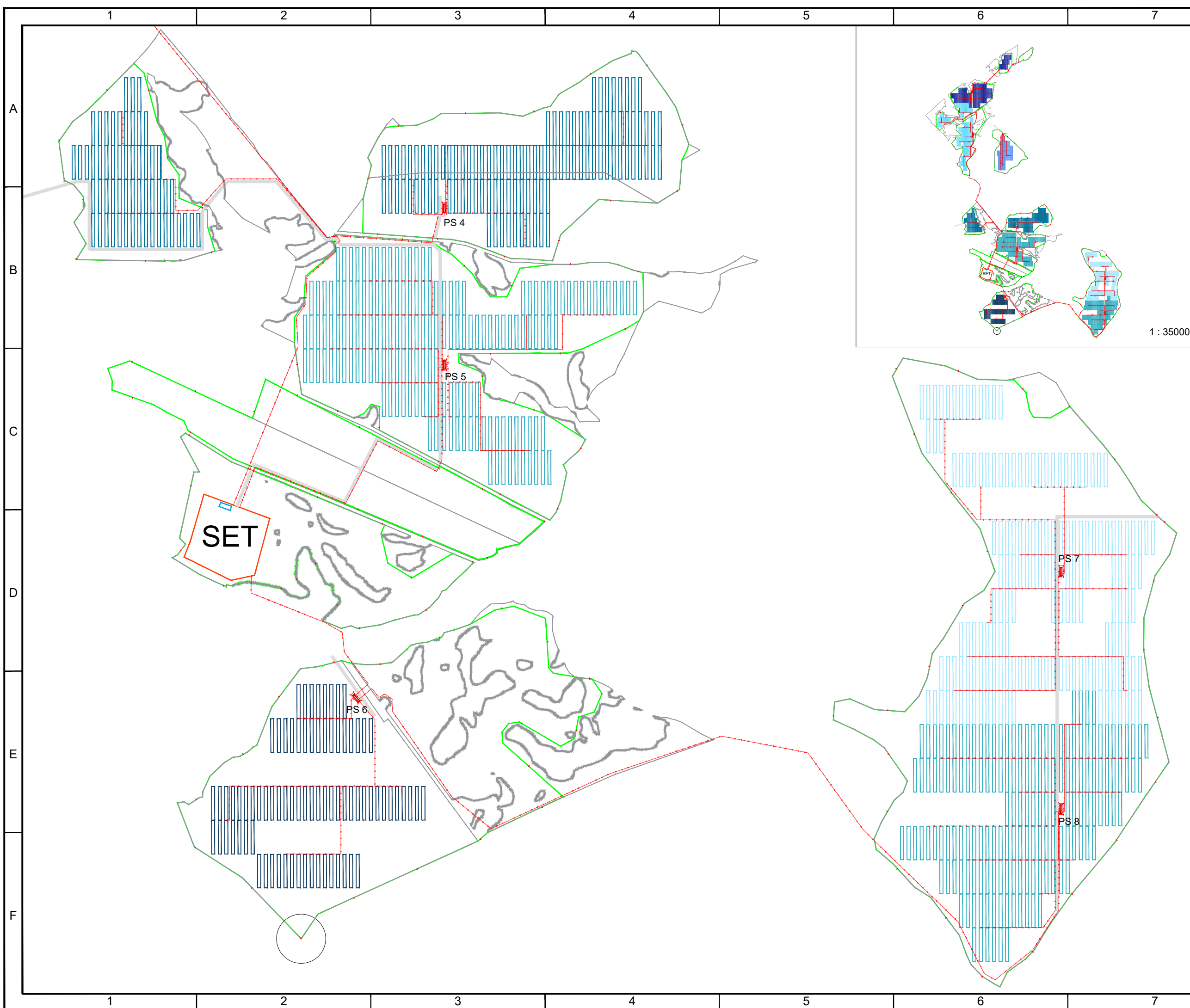


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Red de tierras

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-11

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable Cu 50 mm²
- Picas Cu 2 m

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-11

A TÍTULO INFORMATIVO

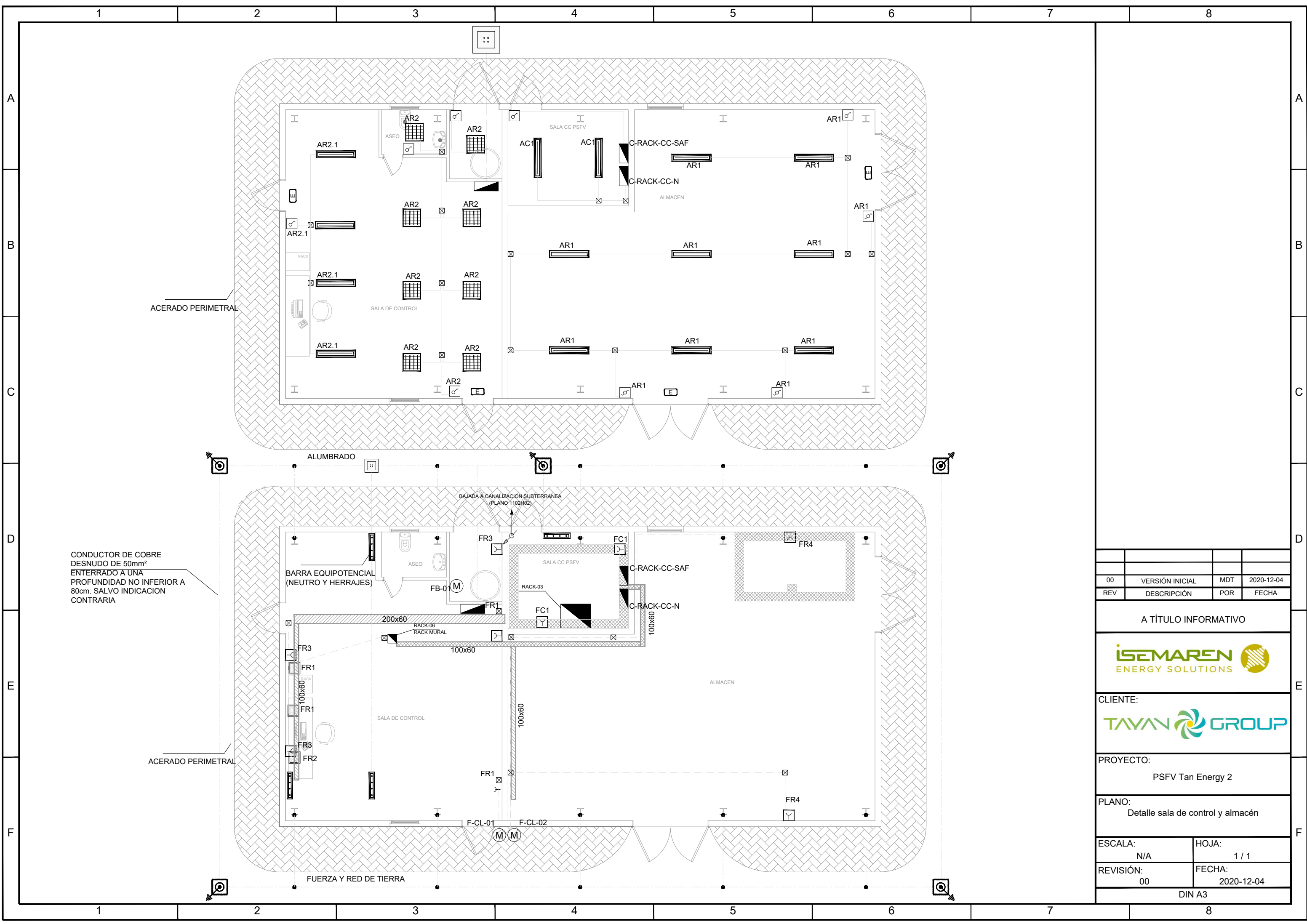


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Red de tierras

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-11

DIN A3



ACERADO PERIMETRAL

ALUMBRADO

CONDUCTOR DE COBRE
DESNUDO DE 50mm²
ENTERRADO A UNA
PROFUNDIDAD NO INFERIOR A
80cm. SALVO INDICACION
CONTRARIA

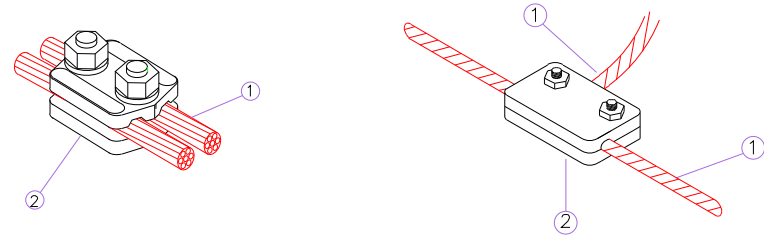
ACERADO PERIMETRAL

FUERZA Y RED DE TIERRA

00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
A TÍTULO INFORMATIVO			
CLIENTE:			
PROYECTO:			
PSFV Tan Energy 2			
PLANO:			
Detalle sala de control y almacén			
ESCALA:	HOJA:		
N/A	1 / 1		
REVISIÓN:	FECHA:		
00	2020-12-04		
DIN A3			

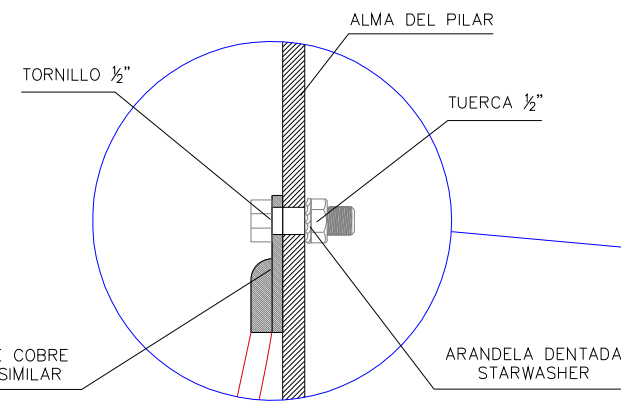
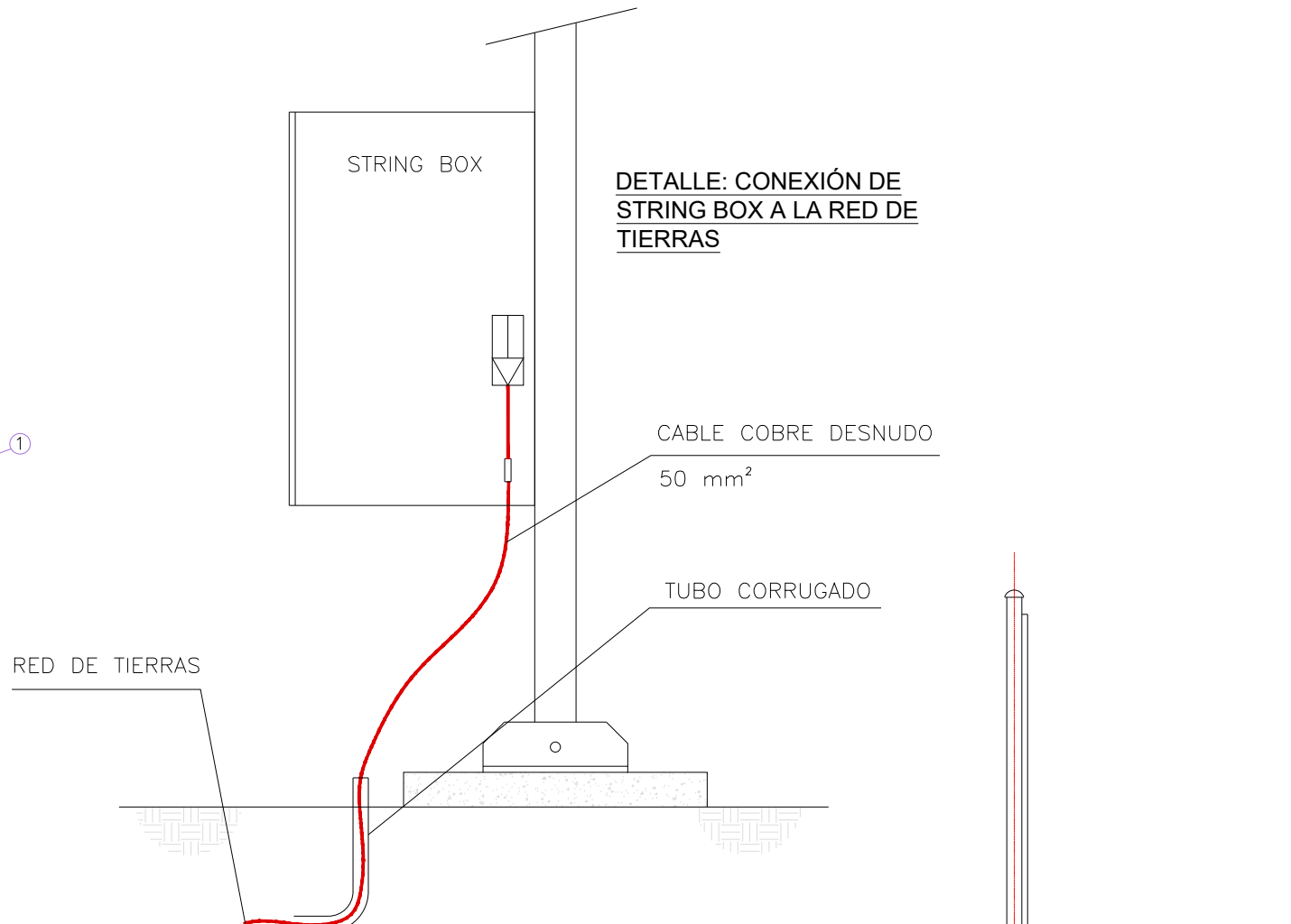
DETALLE: TIPOS DE EMPALMES DE CABLE DE CU 50mm²

GRAPAS DE UNIÓN PARA CABLES DE PUESTA A TIERRA

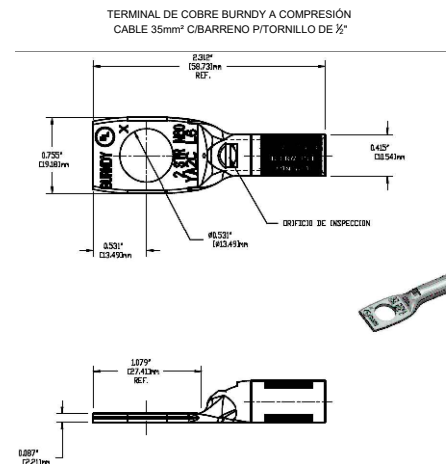


ITEM	DESCRIPCIÓN
①	CABLE CU DESNUDO DE PUESTA A TIERRA
②	EMPALME PARA CONDUCTORES DE PUESTA A TIERRA

DETALLE: CONEXIÓN DE STRING BOX A LA RED DE TIERRAS



DETALLE: FIJACIÓN DE LA TIERRA EN PILAR MEDIANTE TERMINAL



CABLE DE COBRE 16 mm²
LIGADO A LA ZANJA DE TIERRA
POR SOLDADURA ALUMINOTÉRMICA EN "T"

BRIDA DE TIERRA

LA VALLA ESTARÁ PUESTA A TIERRA CON PICAS DE 2 m DE LONGITUD, REPRESENTADAS EN EL PLANO DE PUESTA A TIERRA

Notas

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-11

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:

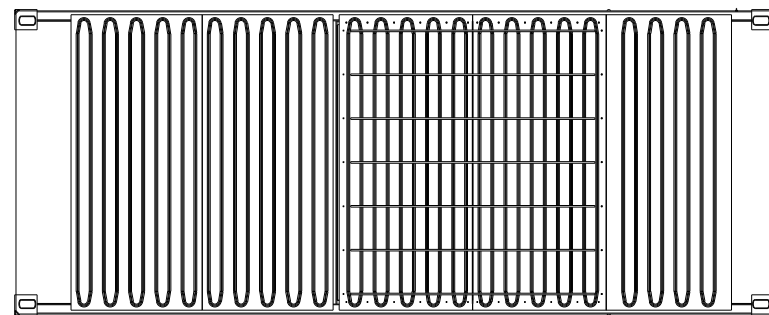
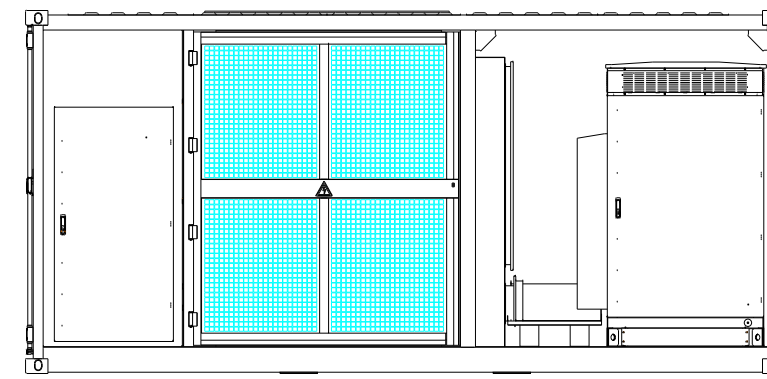
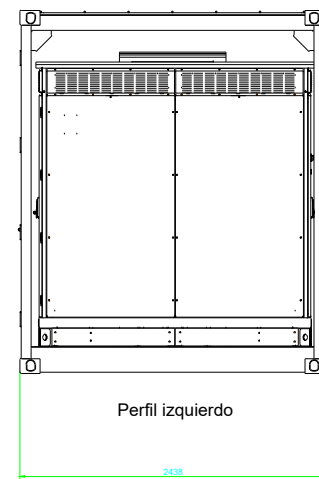
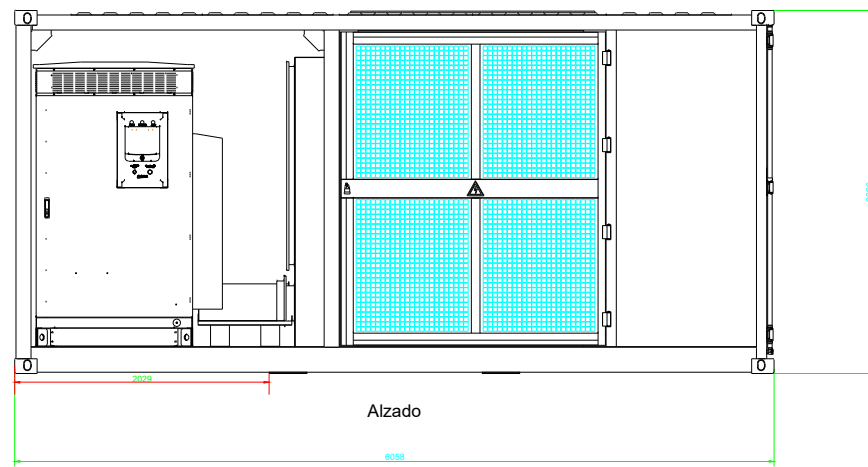
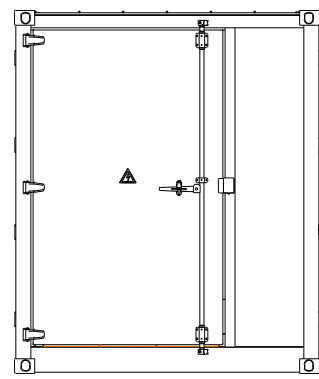
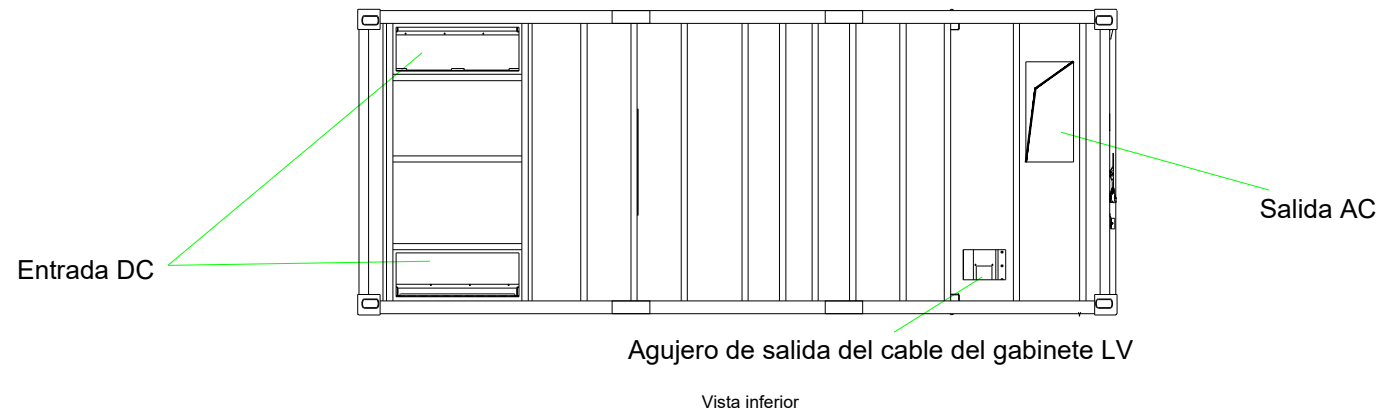


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Detalle de la puesta a tierra

ESCALA: No a escala	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-11

DIN A3



REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:



PROYECTO:

PSFV Tan Energy 2

PLANO:

Detalle Power Station 1 (Sungrow SG3125HV-MV)

ESCALA:

N/A

HOJA:

1 / 4

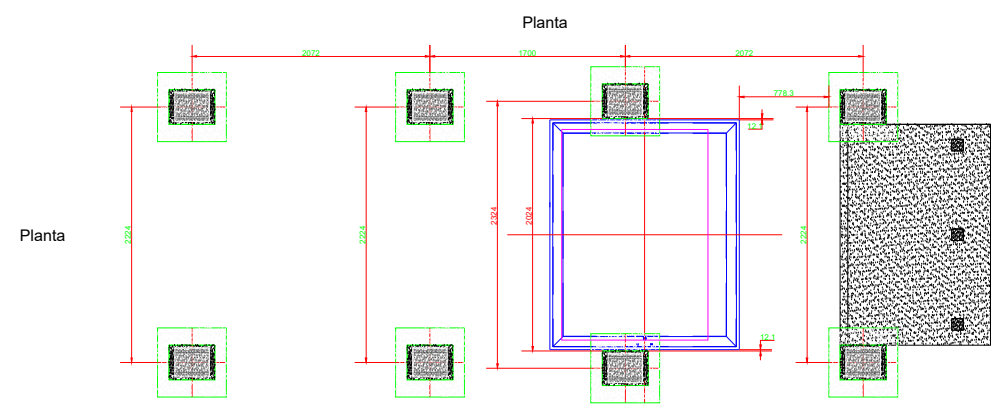
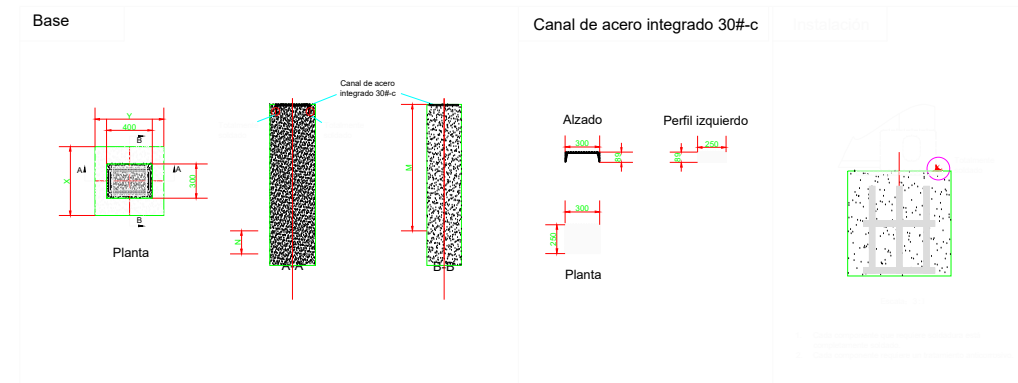
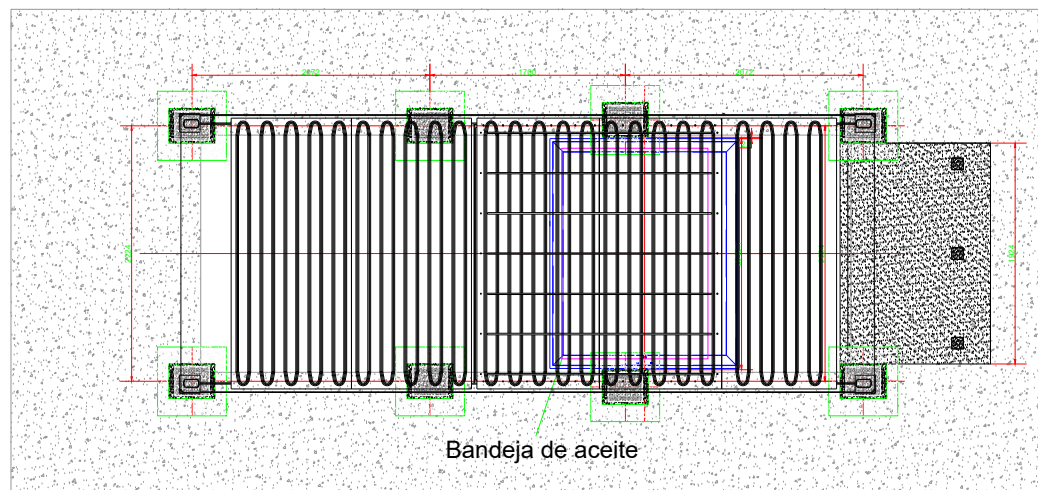
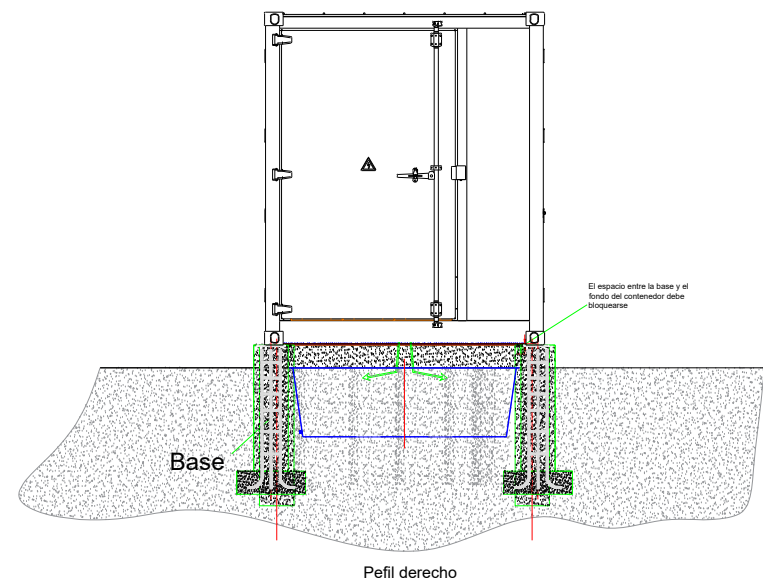
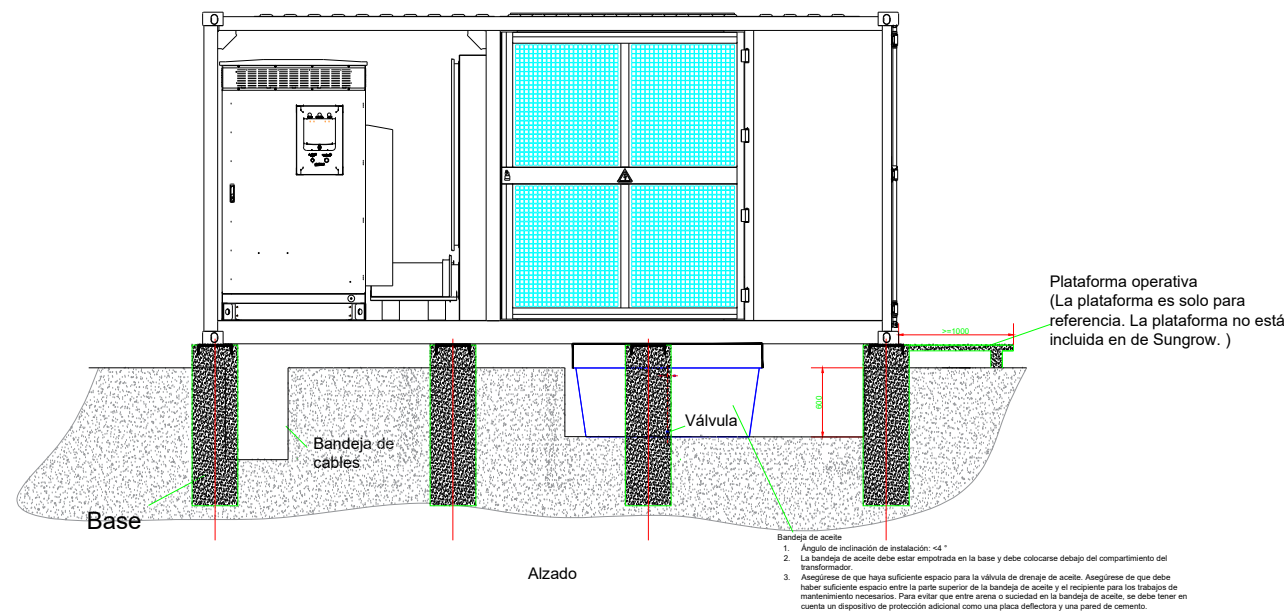
REVISIÓN:

00

FECHA:

2020-12-04

DIN A3



- Notas:**
- 1) El peso total de la estación llave en mano es de aproximadamente xx toneladas.
 - 2) La estación llave en mano se instala sobre los 8 cimientos, el tamaño de los cimientos debe cumplir con los requisitos de la capacidad de carga del estrato de soporte. La profundidad de la cimentación debe alcanzar el estrato portante con la capacidad portante suficiente, la capacidad portante se determinará con referencia al informe del estudio geológico. La superficie del suelo debe ser sólida y plana, sin riesgo de colapso o deslizamiento.
 - 3) Se recomienda colocar la estación llave en mano al menos a 200 mm por encima del nivel del suelo.
 - 4) Las superficies superiores de los cimientos de las tiras deben estar al mismo nivel (el error debe estar dentro de los 5 mm)
 - 5) No se permite ningún otro objeto que no sea la bandeja de aceite si el espacio debajo de la base del inversor está abierto.
 - 6) Debe reservarse un espacio libre de 10 m³ para la liberación del arco si el espacio debajo de la base del inversor está cerrado.
 - 7) Hacer caso omiso de esta información puede provocar lesiones personales y daños al equipo, que no serán responsabilidad de Sungrow Power Supply Co., Ltd.
 - 8) No apto para construcción. Estos dibujos son a título informativo, mostrando los factores a considerar en el diseño de los cimientos; los dibujos de ingeniería finales deben ser preparados por personal profesional.

ADVERTENCIA

La falla de arco de la aparata de media tensión puede resultar en peligro de muerte. La presión provocada por las fallas del arco se evacúa debajo del compartimiento de la aparata de media tensión.

- 1) Realizar trabajos en la aparata de MT solo cuando se encuentre en estado libre de tensión.
- 2) Realice operaciones de conmutación únicamente en la aparata de MT desde la plataforma de servicio.
- 3) Todos los trabajos y operaciones de conmutación en la aparata de MT solo pueden ser realizados por personas cualificadas que equipo de protección personal adecuado.

00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO

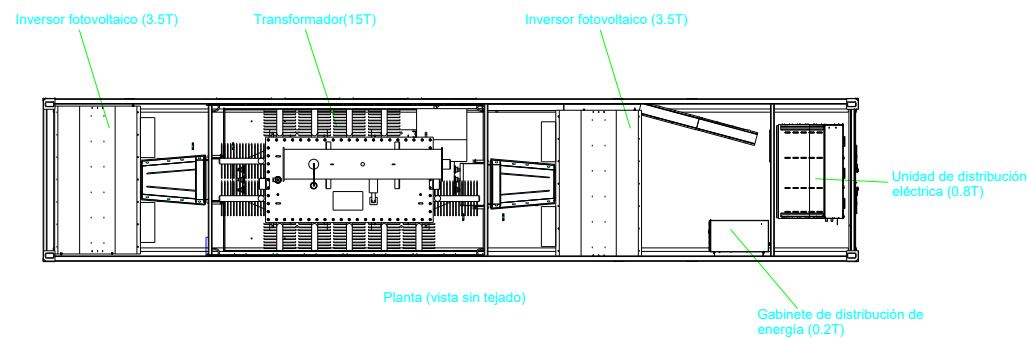
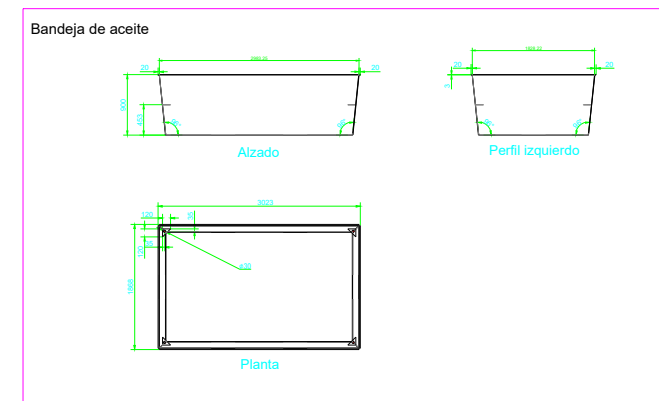
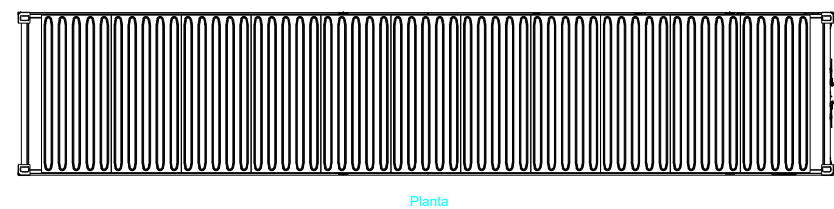
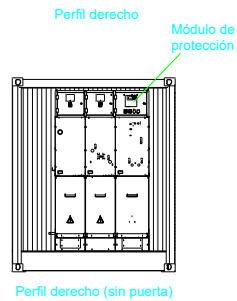
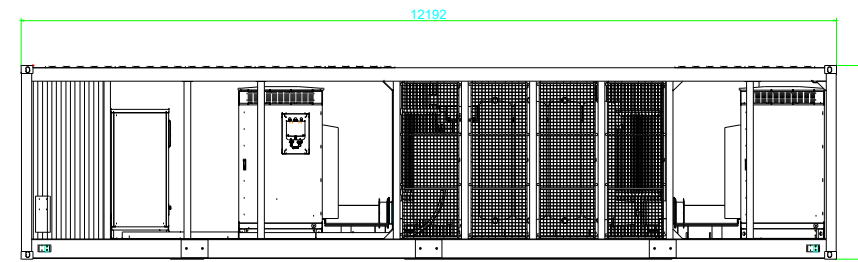
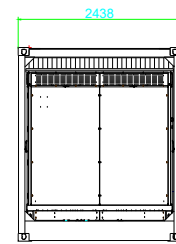
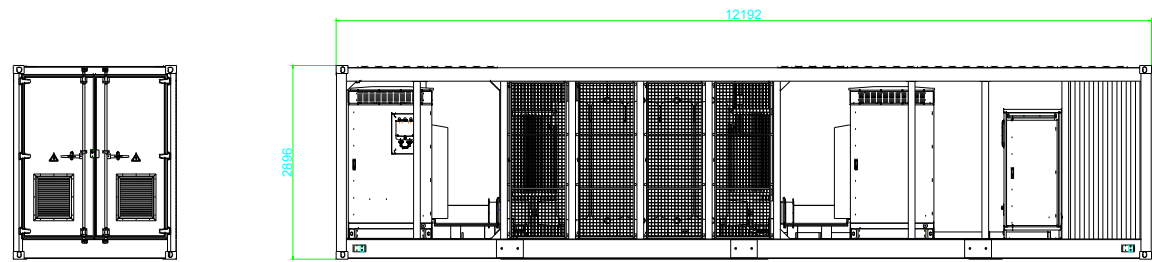
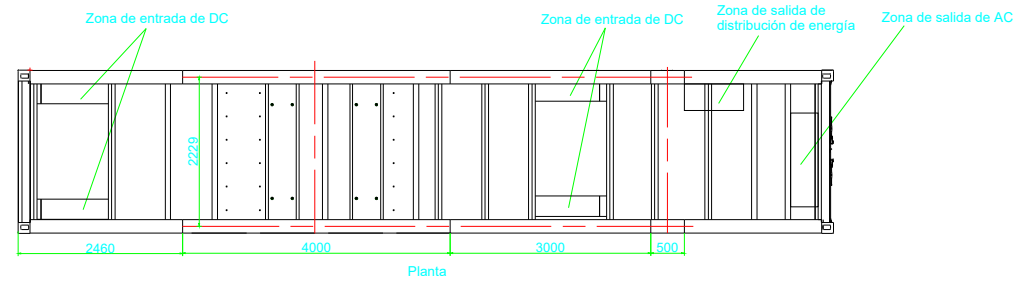


CLIENTE:

PROYECTO: PSFV Tan Energy 2

PLANO: Detalle Power Station 1 (Sungrow SG3125HV-MV)

ESCALA: N/A	HOJA: 2 / 4
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-04
DIN A3	



00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:



PROYECTO:

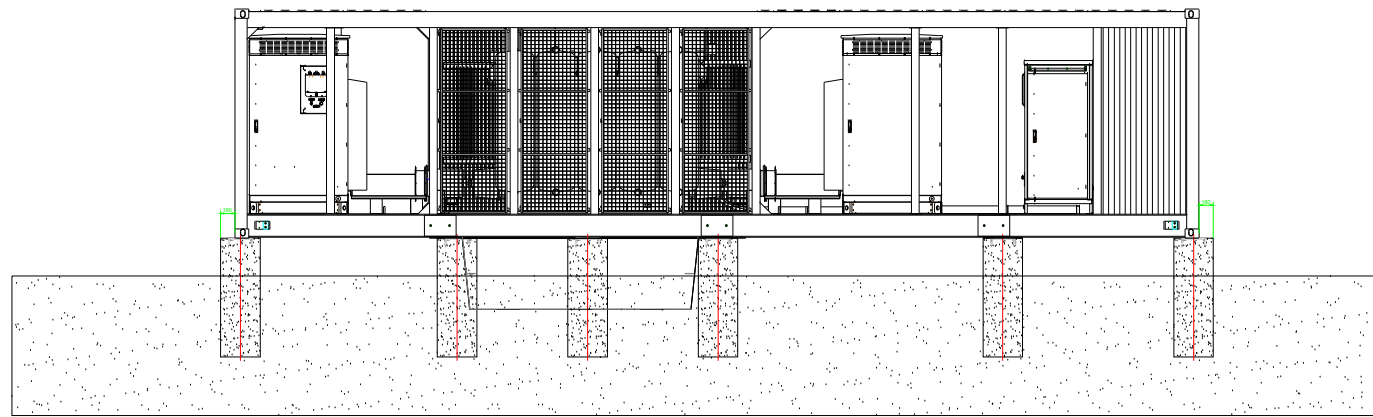
PSFV Tan Energy 2

PLANO:

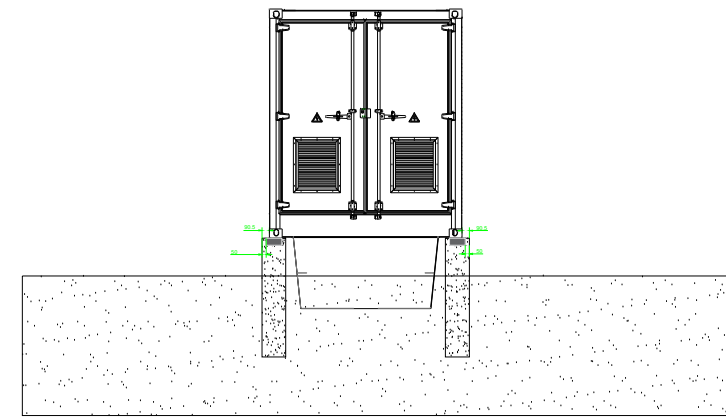
Detalle Power Station 2 (Sungrow SG6250HV-MV)

ESCALA: N/A	HOJA: 3 / 4
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-04

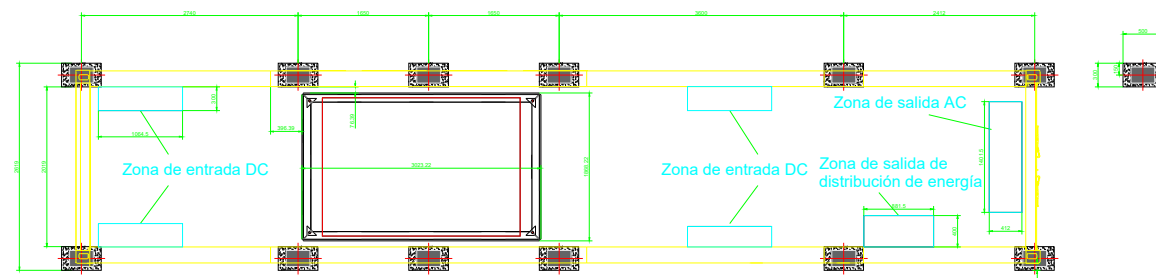
DIN A3



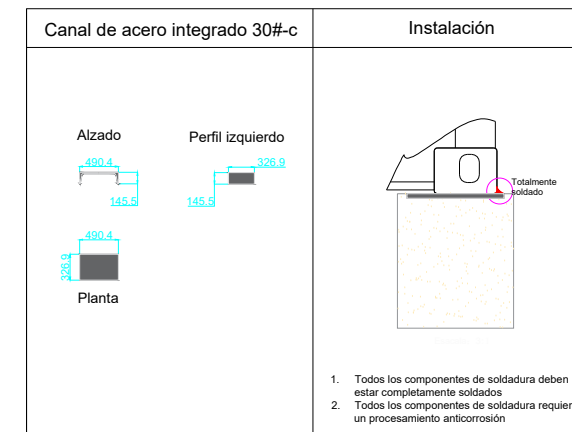
Alzado



Perfil derecho



Planta



Los dibujos no son para la construcción de cimientos y solo deben usarse como referencias en el proceso de diseño de cimientos. Los dibujos de ingeniería finales deben ser preparados por personal profesional.

00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-04
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:



PROYECTO:

PSFV Tan Energy 2

PLANO:

Detalle Power Station 2 (Sungrow SG6250HV-MV)

ESCALA:

N/A

HOJA:

4 / 4

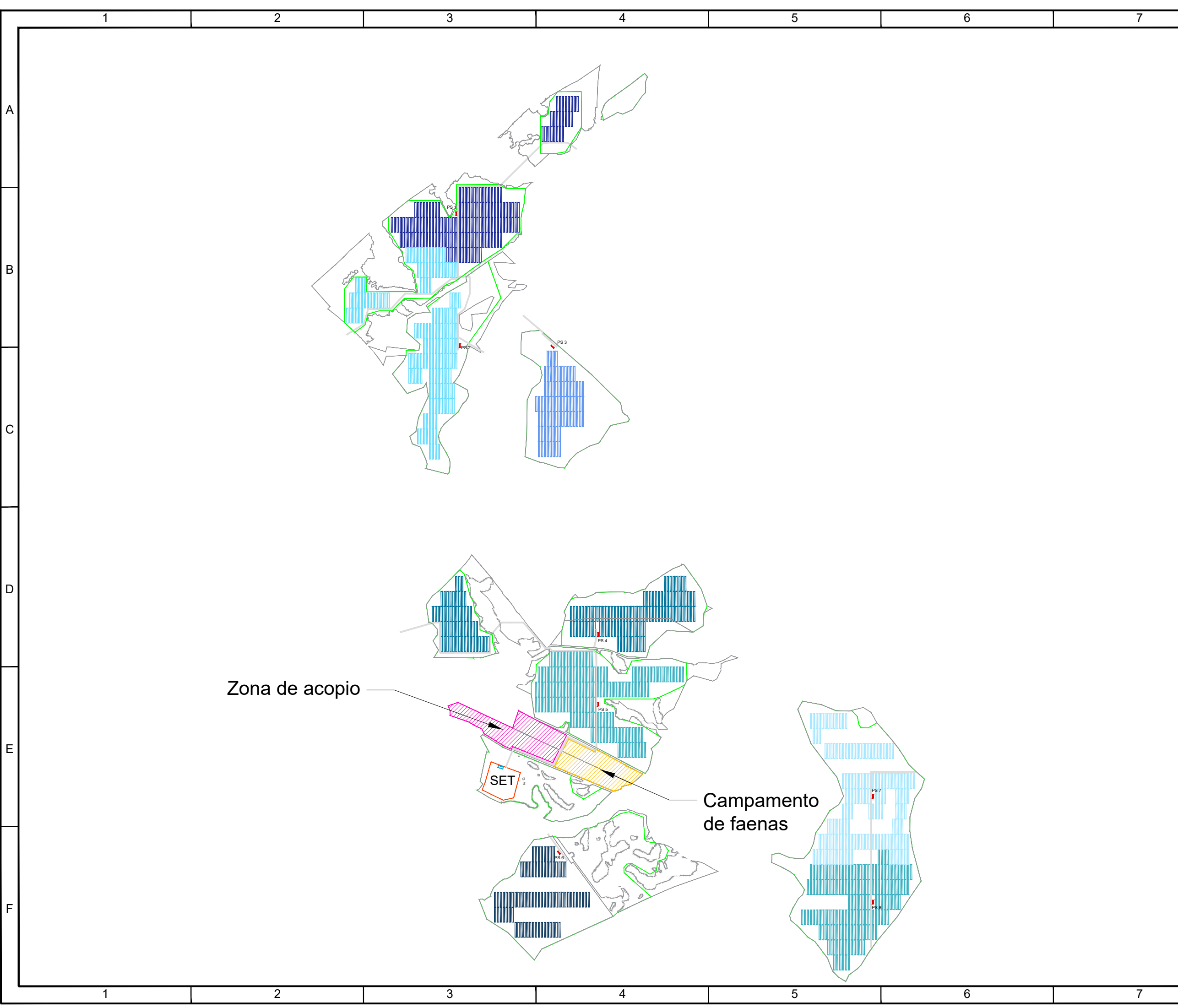
REVISIÓN:

00

FECHA:

2020-12-04

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de control
- Subestación
- Centro de transformación
- Campo solar asociado a CT 1
- Campo solar asociado a CT 2
- Campo solar asociado a CT 3
- Campo solar asociado a CT 4
- Campo solar asociado a CT 5
- Campo solar asociado a CT 6
- Campo solar asociado a CT 7
- Campo solar asociado a CT 8
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	PSH	2020-12-07

A TÍTULO INFORMATIVO

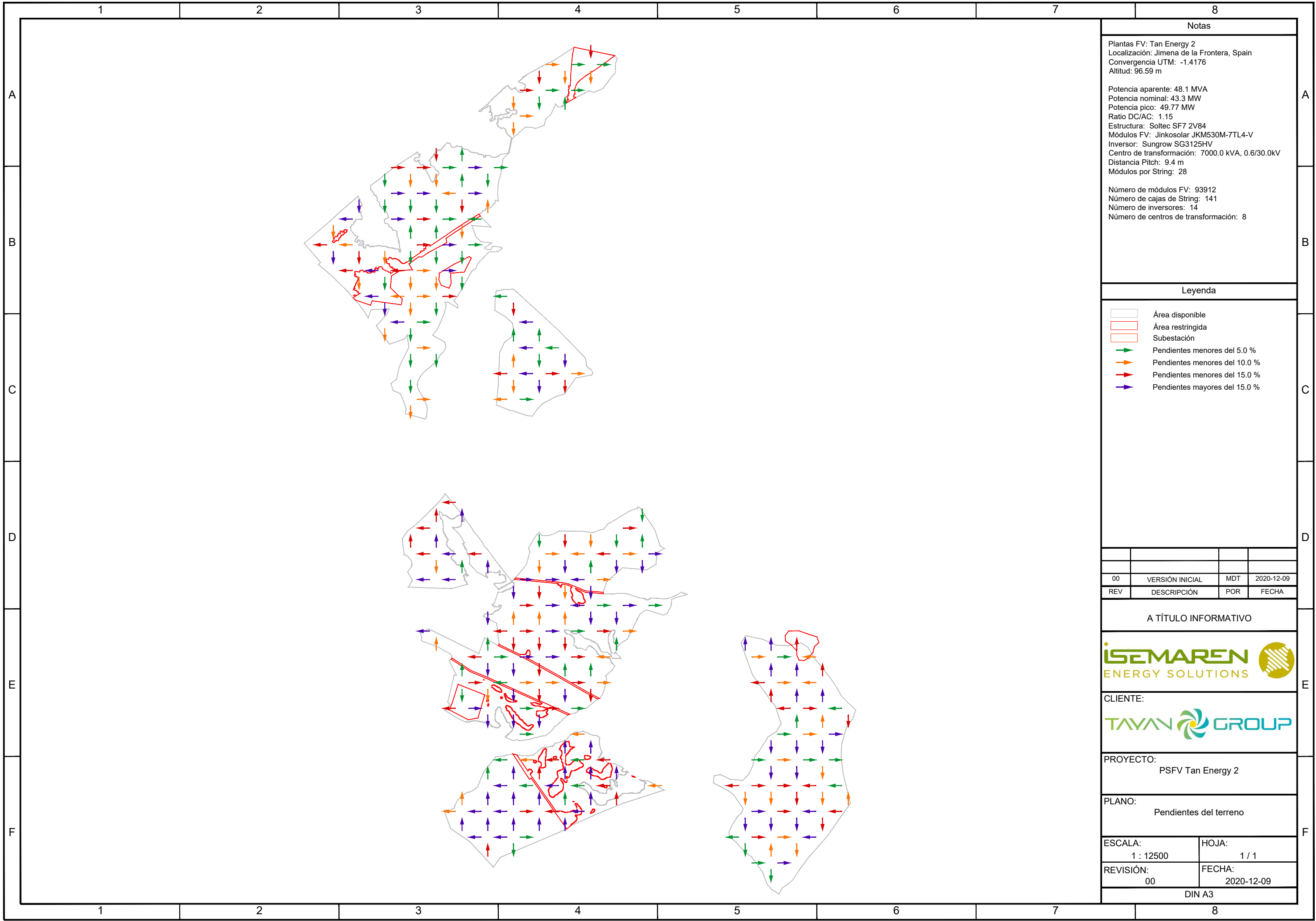


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Layout General Planta FV

ESCALA: 1 : 11000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-07

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Área disponible
- Área restringida
- Subestación
- Pendientes menores del 5.0 %
- Pendientes menores del 10.0 %
- Pendientes menores del 15.0 %
- Pendientes mayores del 15.0 %

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-09

A TÍTULO INFORMATIVO

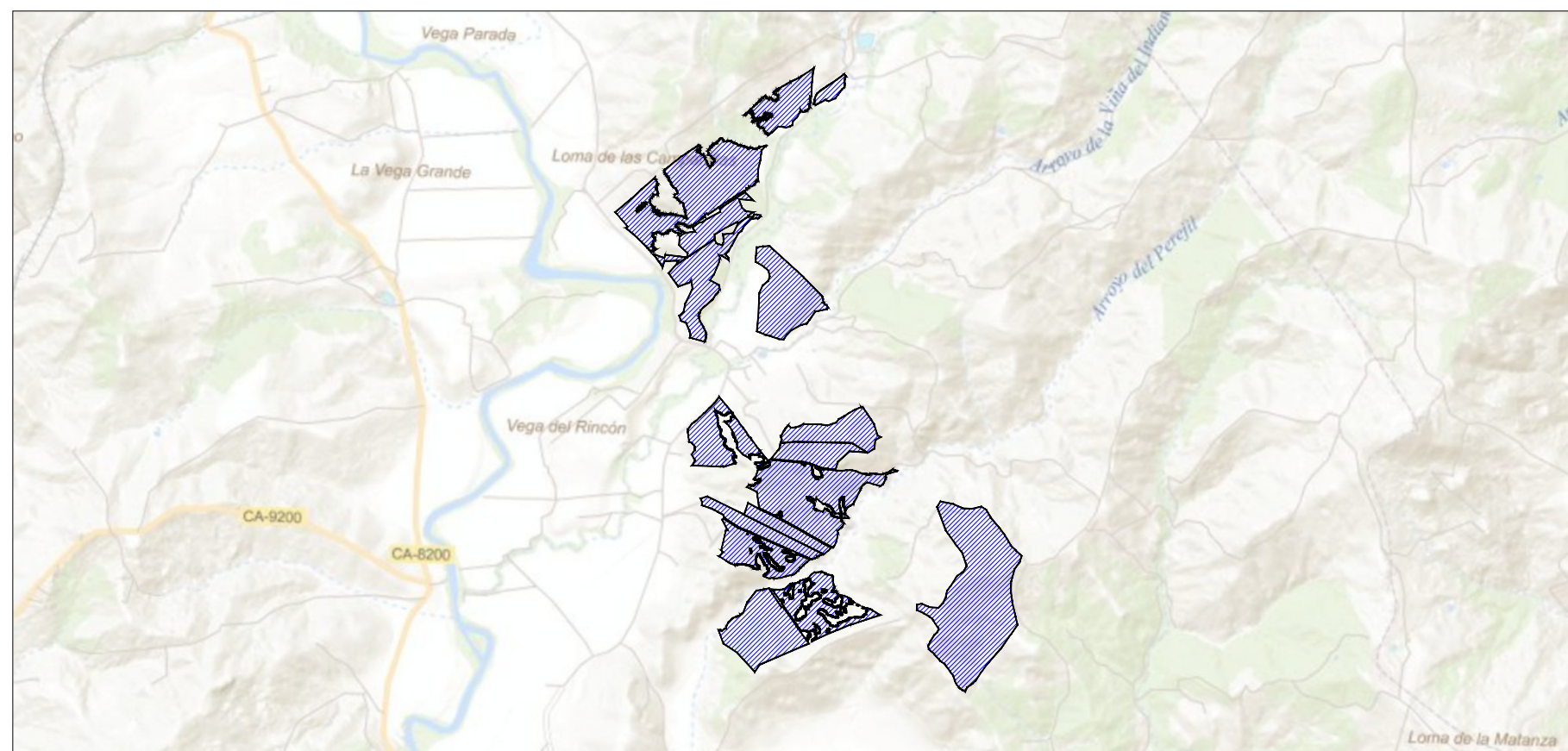
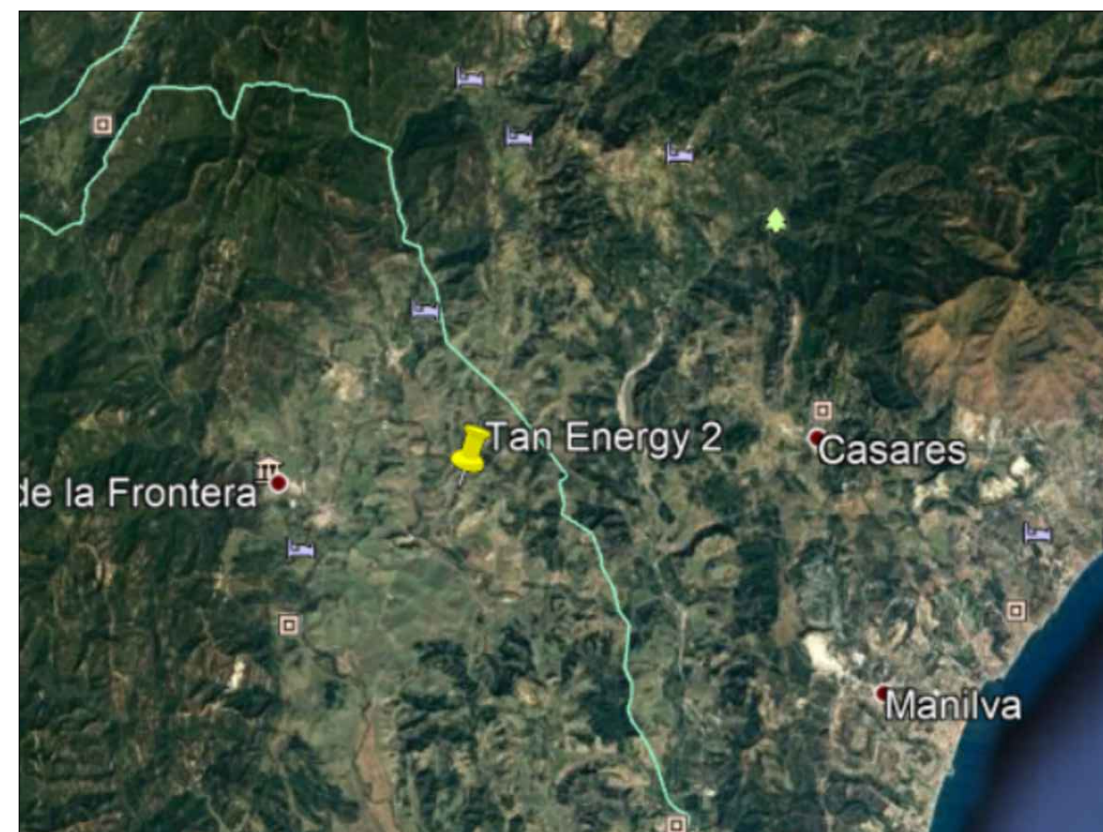


CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Pendientes del terreno

ESCALA: 1 : 12500	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-09
DIN A3	



Notas			
Plantas FV: Tan Energy 2			
Localización: Jimena de la Frontera, Spain			
Convergencia UTM: -1.4176			
Altitud: 96.59 m			
Potencia aparente: 48.1 MVA			
Potencia nominal: 43.3 MW			
Potencia pico: 49.77 MW			
Ratio DC/AC: 1.15			
Estructura: Soltec SF7 2V84			
Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V			
Inversor: Sungrow SG3125HV			
Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV			
Distancia Pitch: 9.4 m			
Módulos por String: 28			
Número de módulos FV: 93912			
Número de cajas de String: 141			
Número de inversores: 14			
Número de centros de transformación: 8			

REV	DESCRIPCIÓN	JCC	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-07

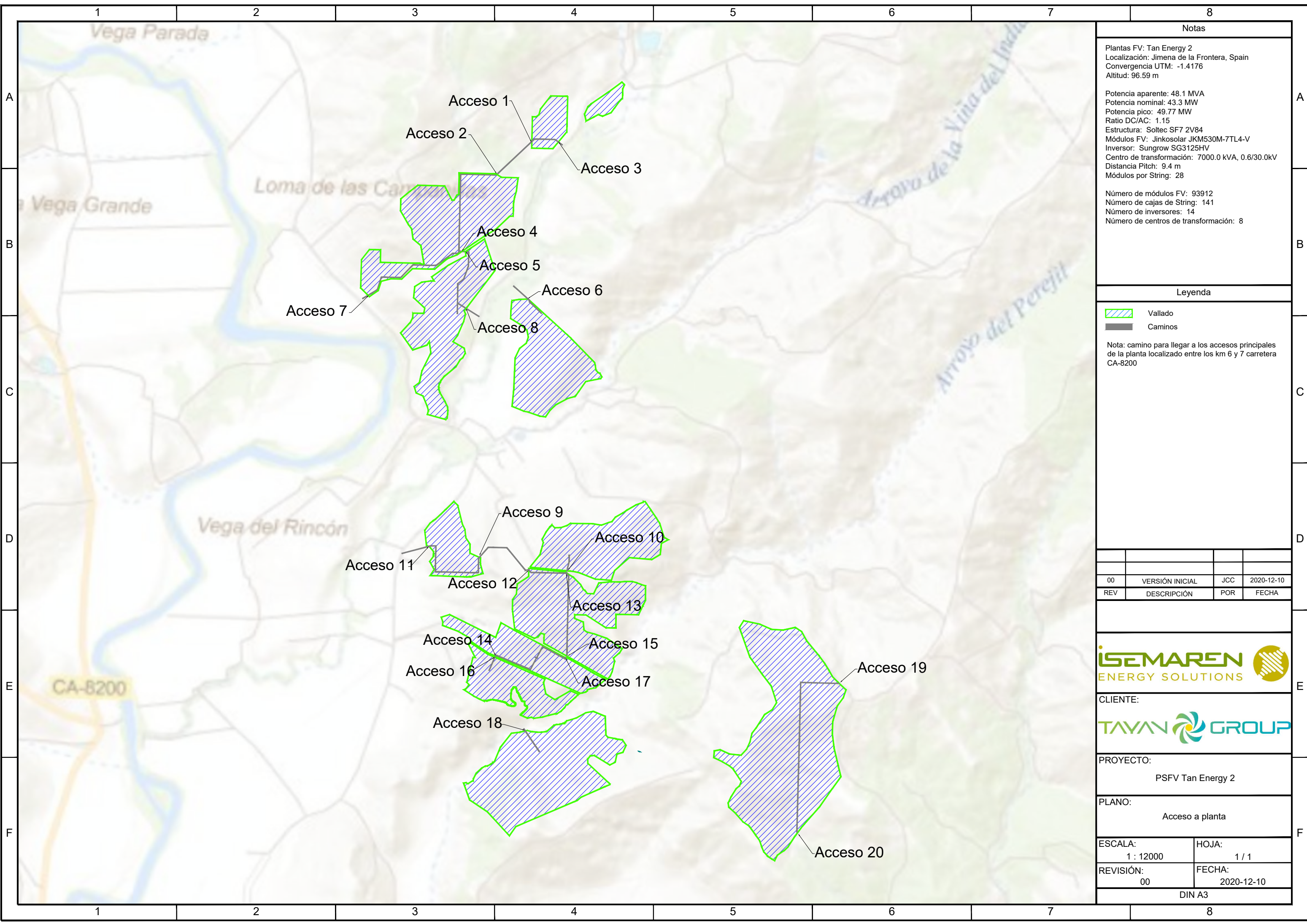


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Plano de situación

ESCALA: No se aplica	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-07

DIN A3





Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

-  Vallado
-  Caminos

Nota: camino para llegar a los accesos principales de la planta localizado entre los km 6 y 7 carretera CA-8200

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-10

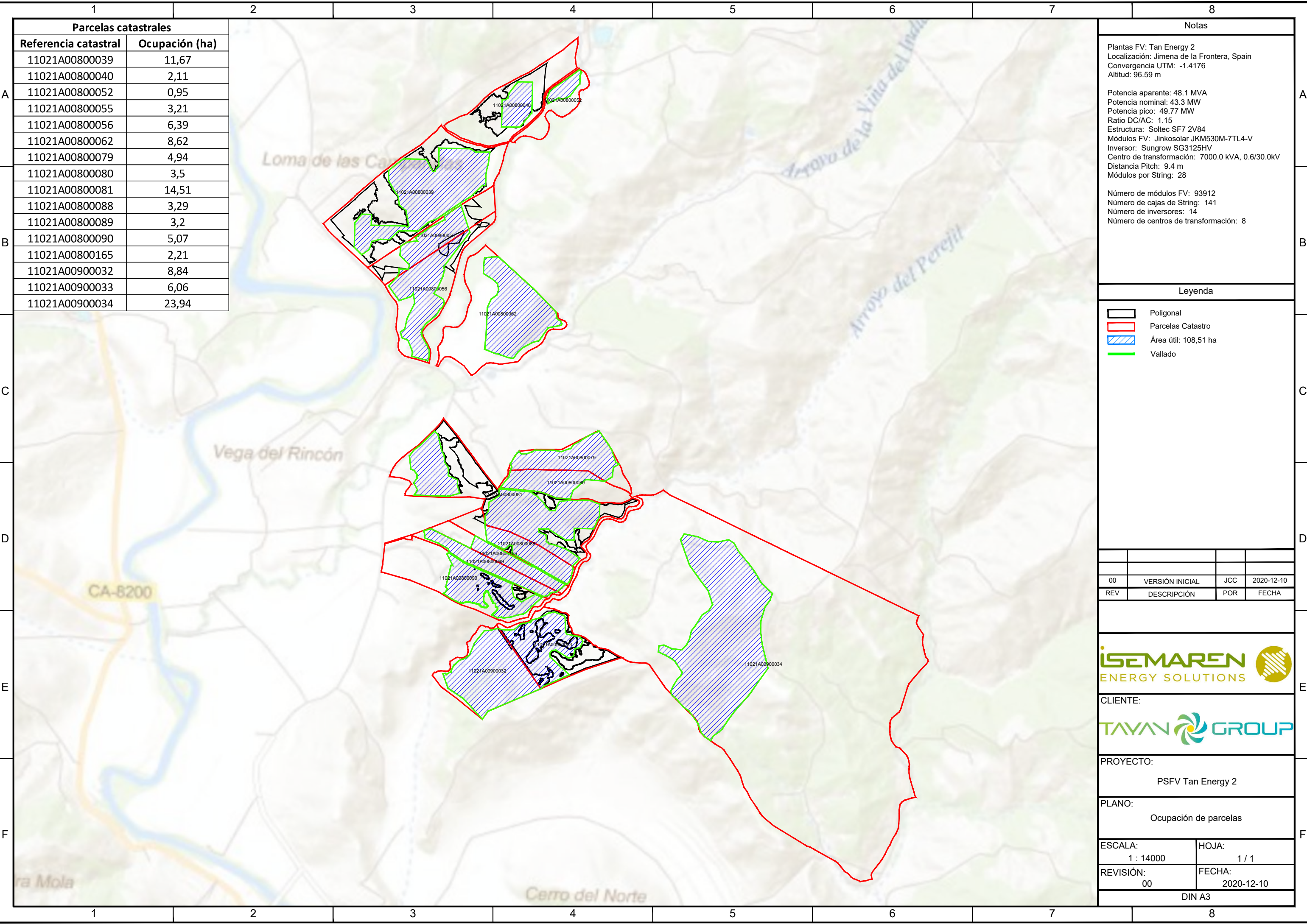
--	--	--	--



PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Acceso a planta

ESCALA: 1 : 12000	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10
DIN A3	



Parcelas catastrales	
Referencia catastral	Ocupación (ha)
11021A00800039	11,67
11021A00800040	2,11
11021A00800052	0,95
11021A00800055	3,21
11021A00800056	6,39
11021A00800062	8,62
11021A00800079	4,94
11021A00800080	3,5
11021A00800081	14,51
11021A00800088	3,29
11021A00800089	3,2
11021A00800090	5,07
11021A00800165	2,21
11021A00900032	8,84
11021A00900033	6,06
11021A00900034	23,94

Notas			
Plantas FV: Tan Energy 2			
Localización: Jimena de la Frontera, Spain			
Convergencia UTM: -1.4176			
Altitud: 96.59 m			
Potencia aparente: 48.1 MVA			
Potencia nominal: 43.3 MW			
Potencia pico: 49.77 MW			
Ratio DC/AC: 1.15			
Estructura: Soltec SF7 2V84			
Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V			
Inversor: Sungrow SG3125HV			
Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV			
Distancia Pitch: 9.4 m			
Módulos por String: 28			
Número de módulos FV: 93912			
Número de cajas de String: 141			
Número de inversores: 14			
Número de centros de transformación: 8			

Leyenda			
	Poligonal		
	Parcelas Catastro		
	Área útil: 108,51 ha		
	Vallado		

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-10

ISEMAREN
ENERGY SOLUTIONS

CLIENTE:

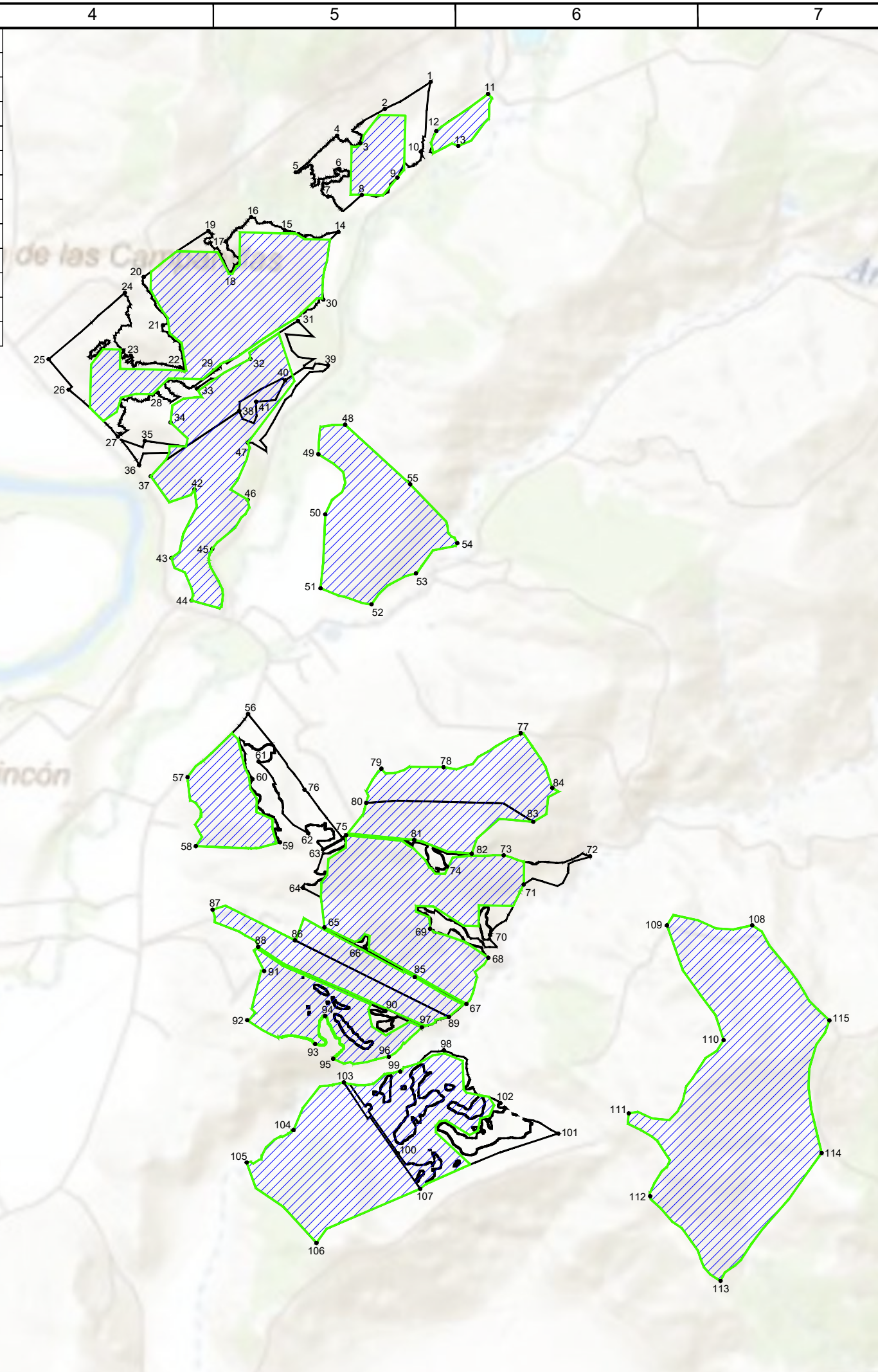
TAVAN GROUP

PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
Ocupación de parcelas

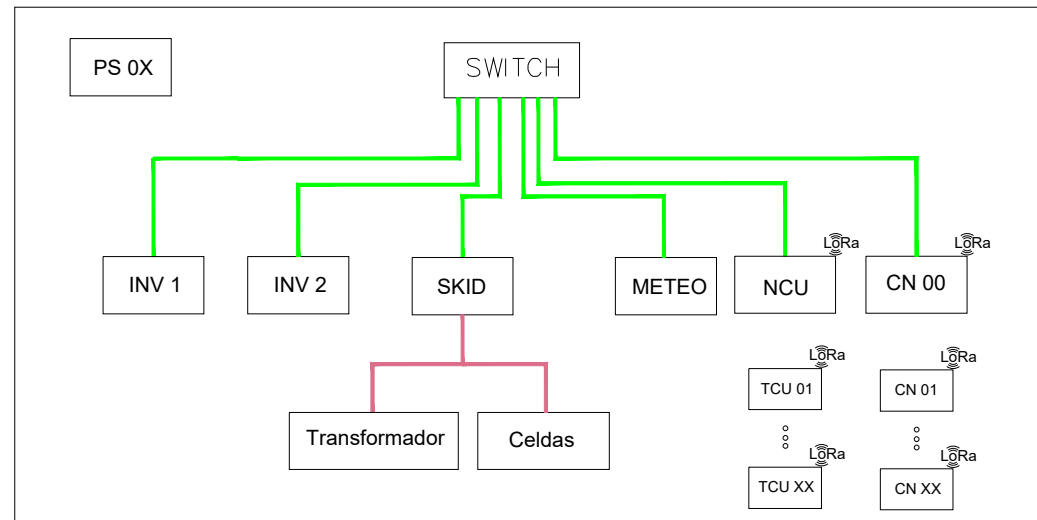
ESCALA: 1 : 14000	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10
DIN A3	

1			2			3		
Coordenadas			Coordenadas			Coordenadas		
Punto	X	Y	Punto	X	Y	Punto	X	Y
1	286 035,48	4 036 331,22	53	285 999,00	4 035 118,12	105	285 581,02	4 033 664,06
2	285 922,26	4 036 264,42	54	286 101,30	4 035 192,70	106	285 753,30	4 033 465,43
3	285 861,57	4 036 180,15	55	285 984,89	4 035 338,12	107	286 009,62	4 033 599,00
4	285 804,36	4 036 198,62	56	285 584,57	4 034 770,80	108	286 829,51	4 034 249,47
5	285 702,62	4 036 108,04	57	285 434,99	4 034 614,87	109	286 618,89	4 034 249,29
6	285 809,29	4 036 115,99	58	285 455,48	4 034 444,85	110	286 758,87	4 033 966,09
7	285 782,00	4 036 048,15	59	285 664,42	4 034 453,20	111	286 524,64	4 033 785,26
8	285 865,48	4 036 052,34	60	285 595,52	4 034 609,85	112	286 577,75	4 033 580,62
9	285 953,22	4 036 094,91	61	285 609,97	4 034 653,70	113	286 577,75	4 033 580,62
10	286 011,24	4 036 158,93	62	285 733,16	4 034 476,30	114	287 000,91	4 033 687,45
11	286 177,15	4 036 301,65	63	285 768,99	4 034 436,72	115	287 020,13	4 034 014,63
12	286 049,41	4 036 209,75	64	285 720,23	4 034 342,17			
13	286 103,51	4 036 173,10	65	285 773,15	4 034 244,32			
14	285 807,64	4 035 961,14	66	285 872,06	4 034 196,19			
15	285 675,21	4 035 964,66	67	286 123,87	4 034 055,29			
16	285 592,21	4 035 997,40	68	286 177,84	4 034 169,26			
17	285 530,13	4 035 937,10	69	286 033,86	4 034 240,75			
18	285 540,96	4 035 858,59	70	286 181,81	4 034 225,36			
19	285 486,34	4 035 963,46	71	286 265,20	4 034 350,09			
20	285 325,14	4 035 848,26	72	286 428,89	4 034 419,95			
21	285 374,52	4 035 730,53	73	286 215,77	4 034 422,23			
22	285 416,60	4 035 626,33	74	286 075,35	4 034 394,64			
23	285 294,67	4 035 655,66	75	285 826,58	4 034 471,67			
24	285 280,33	4 035 810,66	76	285 723,88	4 034 584,09			
25	285 091,94	4 035 646,62	77	286 257,83	4 034 723,66			
26	285 141,61	4 035 571,55	78	286 067,34	4 034 639,67			
27	285 263,26	4 035 455,60	79	285 913,56	4 034 635,72			
28	285 362,38	4 035 563,88	80	285 876,29	4 034 551,34			
29	285 500,67	4 035 619,17	81	285 994,85	4 034 460,05			
30	285 770,29	4 035 794,07	82	286 136,80	4 034 426,21			
31	285 707,84	4 035 741,01	83	286 288,88	4 034 504,92			
32	285 590,11	4 035 647,71	84	286 335,81	4 034 588,48			
33	285 458,06	4 035 574,04	85	285 996,24	4 034 121,43			
34	285 393,12	4 035 490,57	86	285 700,30	4 034 212,46			
35	285 329,54	4 035 445,15	87	285 496,88	4 034 288,05			
36	285 315,41	4 035 385,55	88	285 609,48	4 034 196,29			
37	285 344,30	4 035 357,73	89	286 080,59	4 034 023,07			
38	285 562,86	4 035 519,01	90	285 923,40	4 034 037,90			
39	285 781,91	4 035 631,61	91	285 624,10	4 034 136,64			
40	285 676,07	4 035 594,46	92	285 582,43	4 034 015,03			
41	285 604,49	4 035 541,80	93	285 750,34	4 033 956,38			
42	285 452,16	4 035 325,37	94	285 774,73	4 034 025,71			
43	285 395,11	4 035 155,96	95	285 794,56	4 033 920,00			
44	285 444,72	4 035 051,07	96	285 932,25	4 033 924,50			
45	285 496,08	4 035 178,93	97	286 013,90	4 033 997,55			
46	285 583,46	4 035 299,97	98	286 067,99	4 033 940,96			
47	285 583,80	4 035 440,59	99	285 960,53	4 033 888,32			
48	285 824,15	4 035 485,22	100	285 954,27	4 033 686,97			
49	285 758,17	4 035 412,00	101	286 350,46	4 033 735,30			
50	285 775,09	4 035 263,81	102	286 207,65	4 033 810,45			
51	285 763,48	4 035 081,32	103	285 821,08	4 033 861,78			
52	285 889,38	4 035 041,53	104	285 696,58	4 033 743,78			

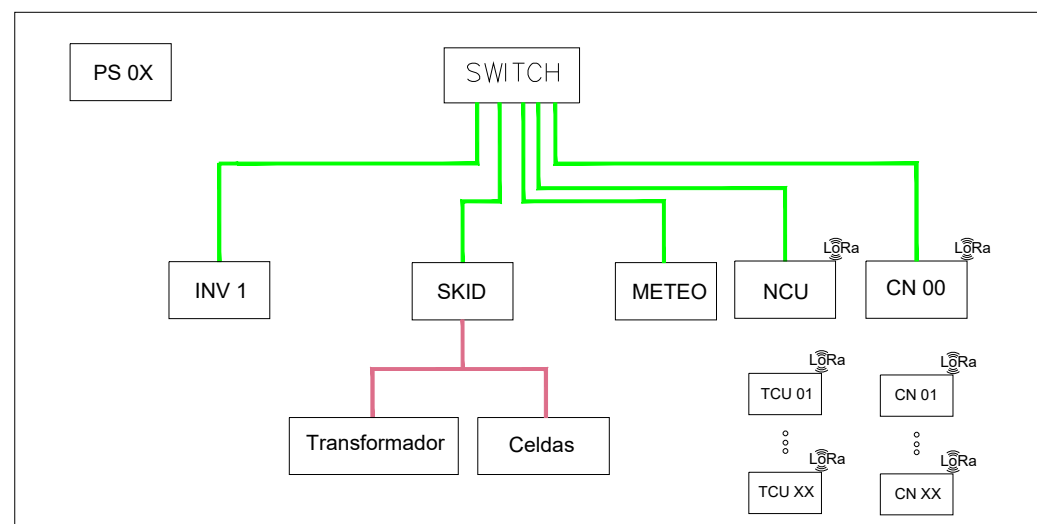


Notas			
Plantas FV: Tan Energy 2 Localización: Jimena de la Frontera, Spain Convergencia UTM: -1.4176, WGS84, huso 30S Altitud: 96.59 m			
Potencia aparente: 48.1 MVA Potencia nominal: 43.3 MW Potencia pico: 49.77 MW Ratio DC/AC: 1.15 Estructura: Soltec SF7 2V84 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V Inversor: Sungrow SG3125HV Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV Distancia Pitch: 9.4 m Módulos por String: 28			
Número de módulos FV: 93912 Número de cajas de String: 141 Número de inversores: 14 Número de centros de transformación: 8			
Leyenda			
	Poligonal		
	Área útil: 108,51 ha		
	Vallado		
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-10
REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
CLIENTE:			
PROYECTO:			
PSFV Tan Energy 2			
PLANO:			
Emplazamiento			
ESCALA:		HOJA:	
1 : 12000		1 / 1	
REVISIÓN:		FECHA:	
00		2020-12-10	
DIN A3			

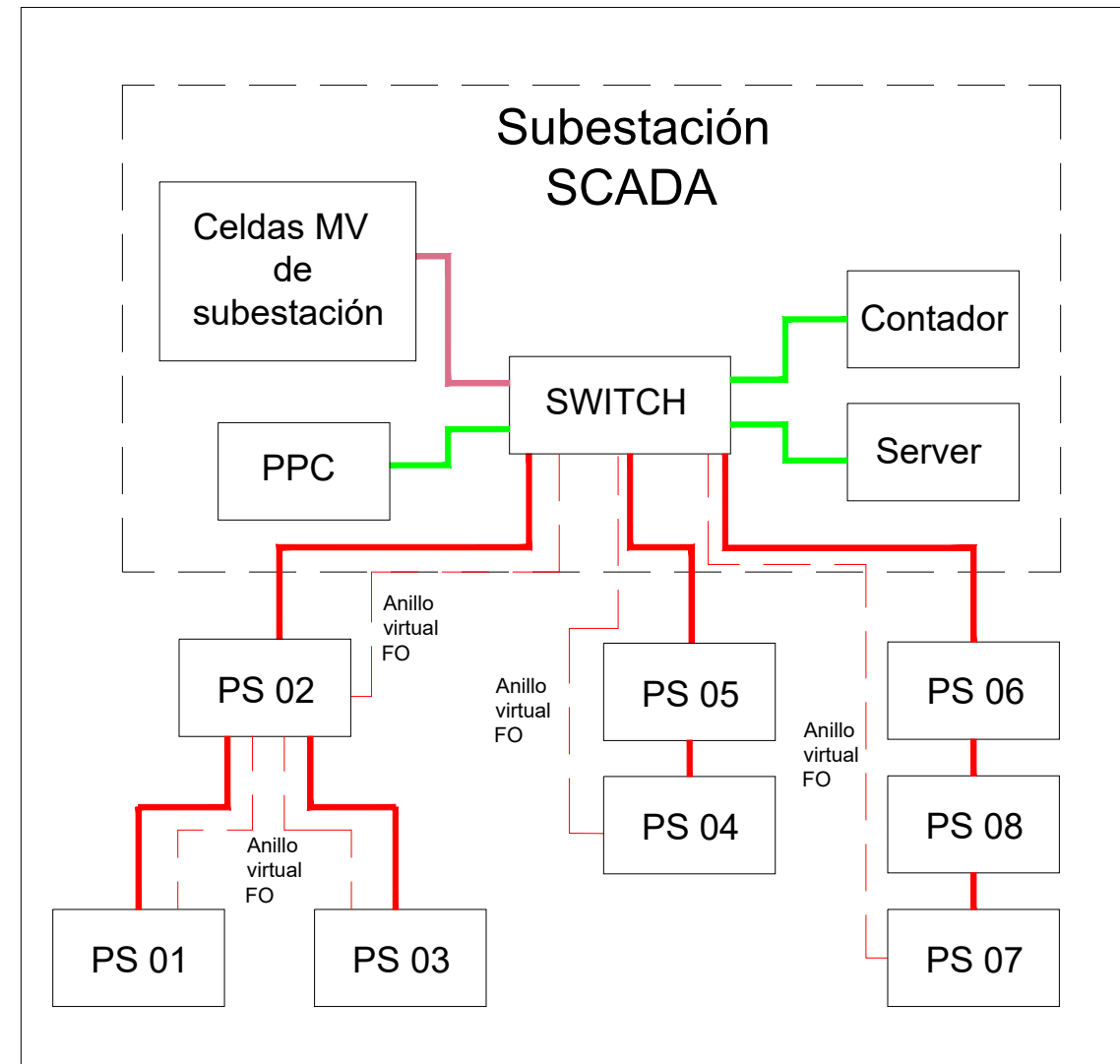
Arquitectura Centros de Transformación (PS1, PS2, PS4, PS5, PS7 y PS8)



Arquitectura Centros de Transformación (PS3 y PS6)



Arquitectura General



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Cable Ethernet
- Cable RS-485
- Cable F.O.

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-10

A TÍTULO INFORMATIVO



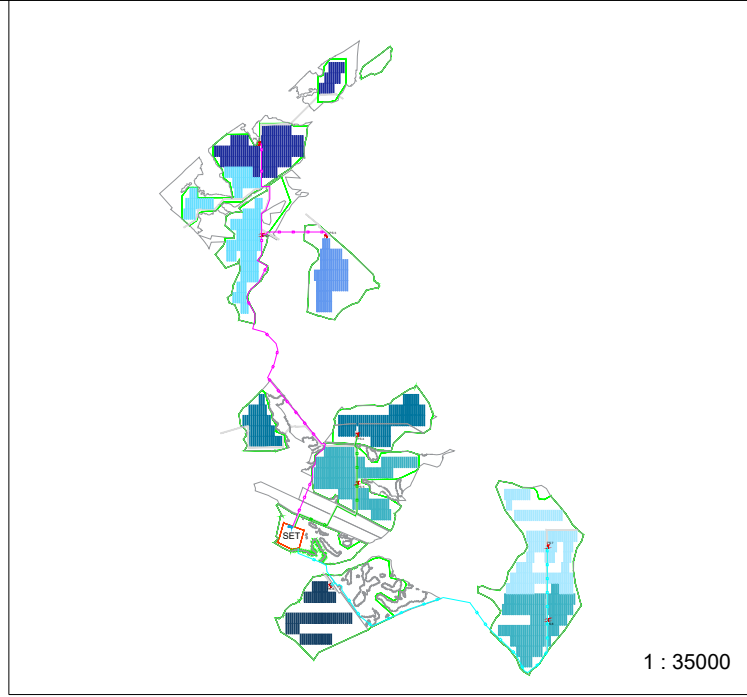
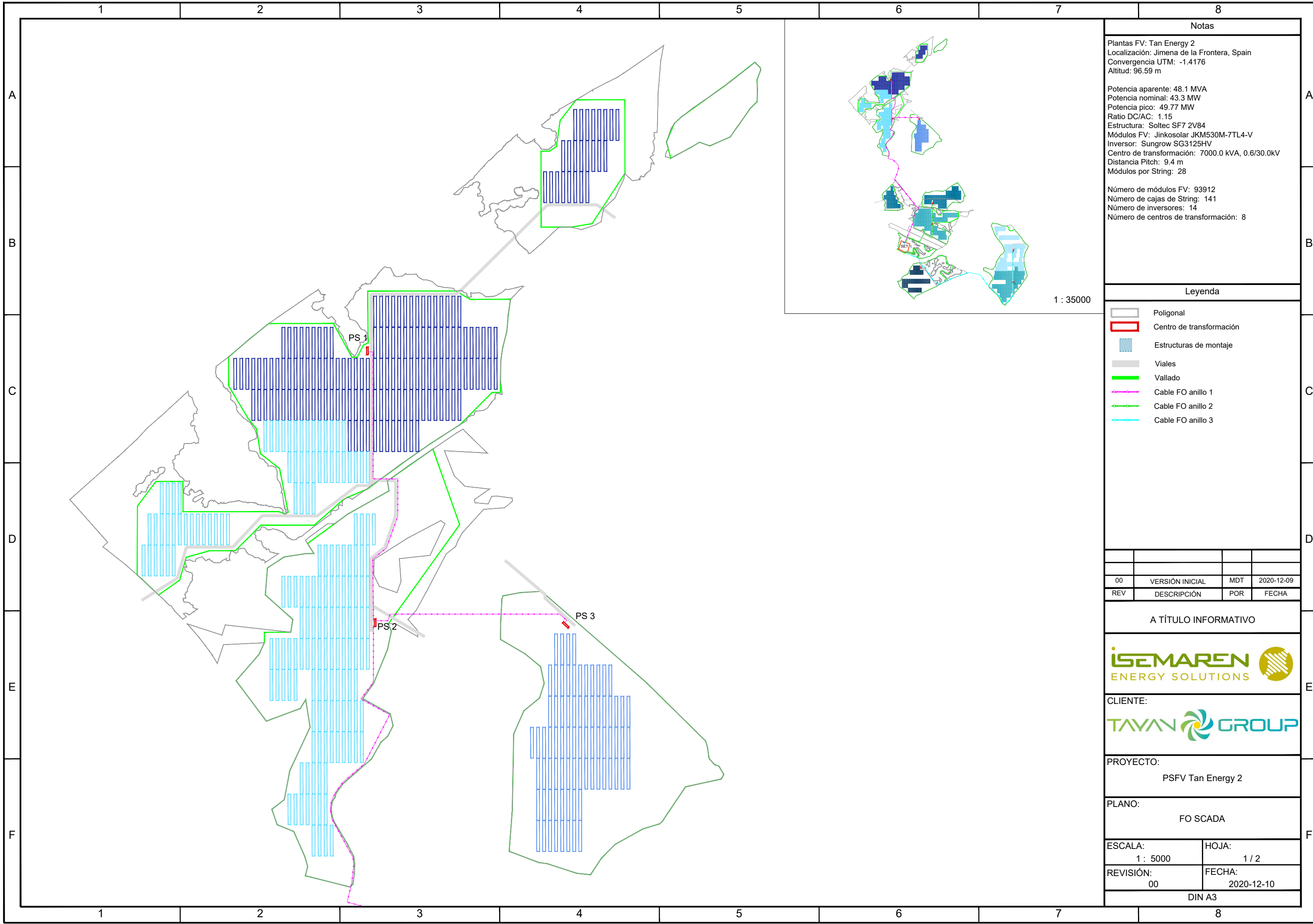
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Arquitectura SCADA

ESCALA: No a escala	HOJA: 1 / 1
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable FO anillo 1
- Cable FO anillo 2
- Cable FO anillo 3

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-09

A TÍTULO INFORMATIVO



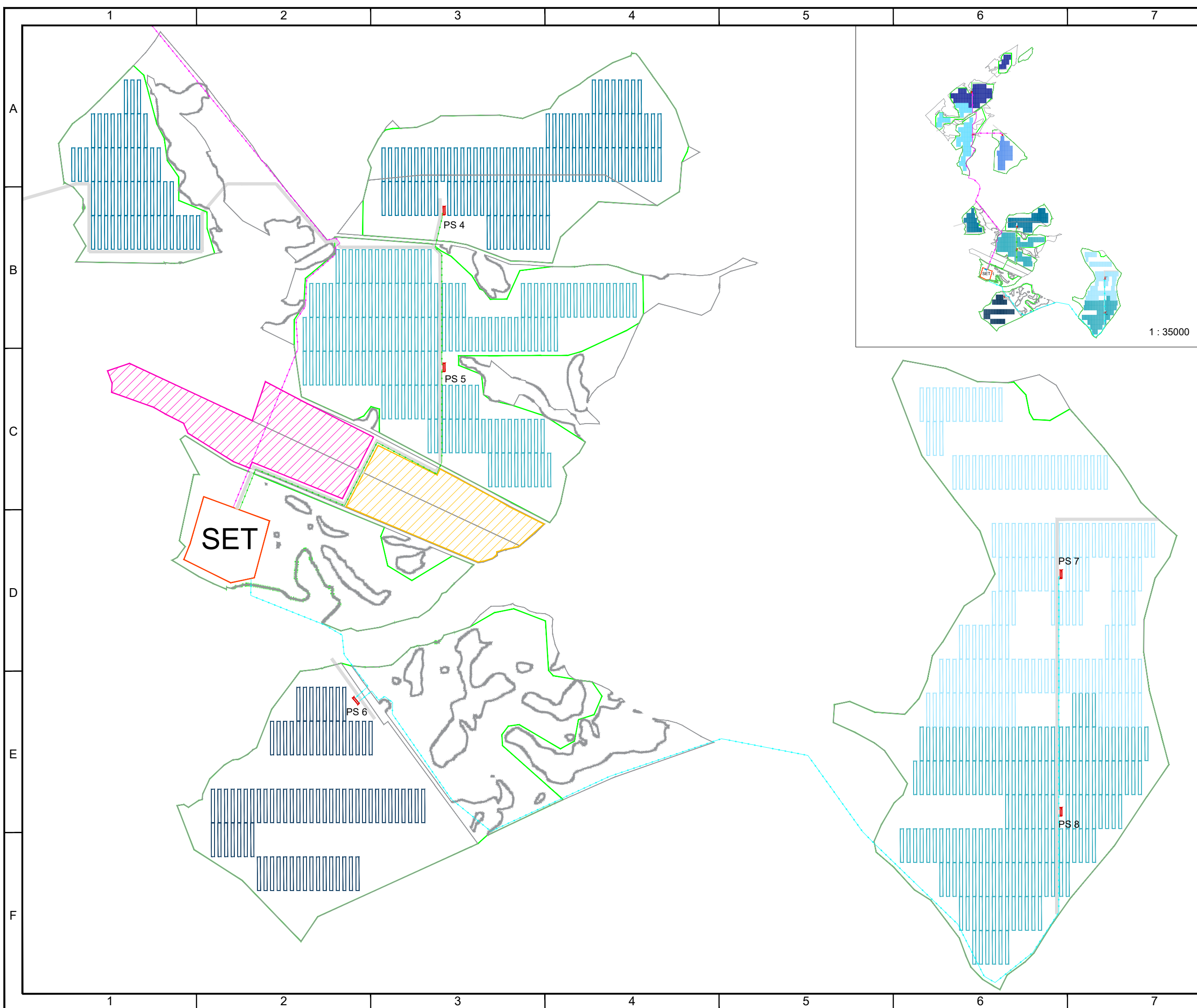
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 FO SCADA

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Viales
- Vallado
- Cable FO anillo 1
- Cable FO anillo 2
- Cable FO anillo 3

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-09

A TÍTULO INFORMATIVO

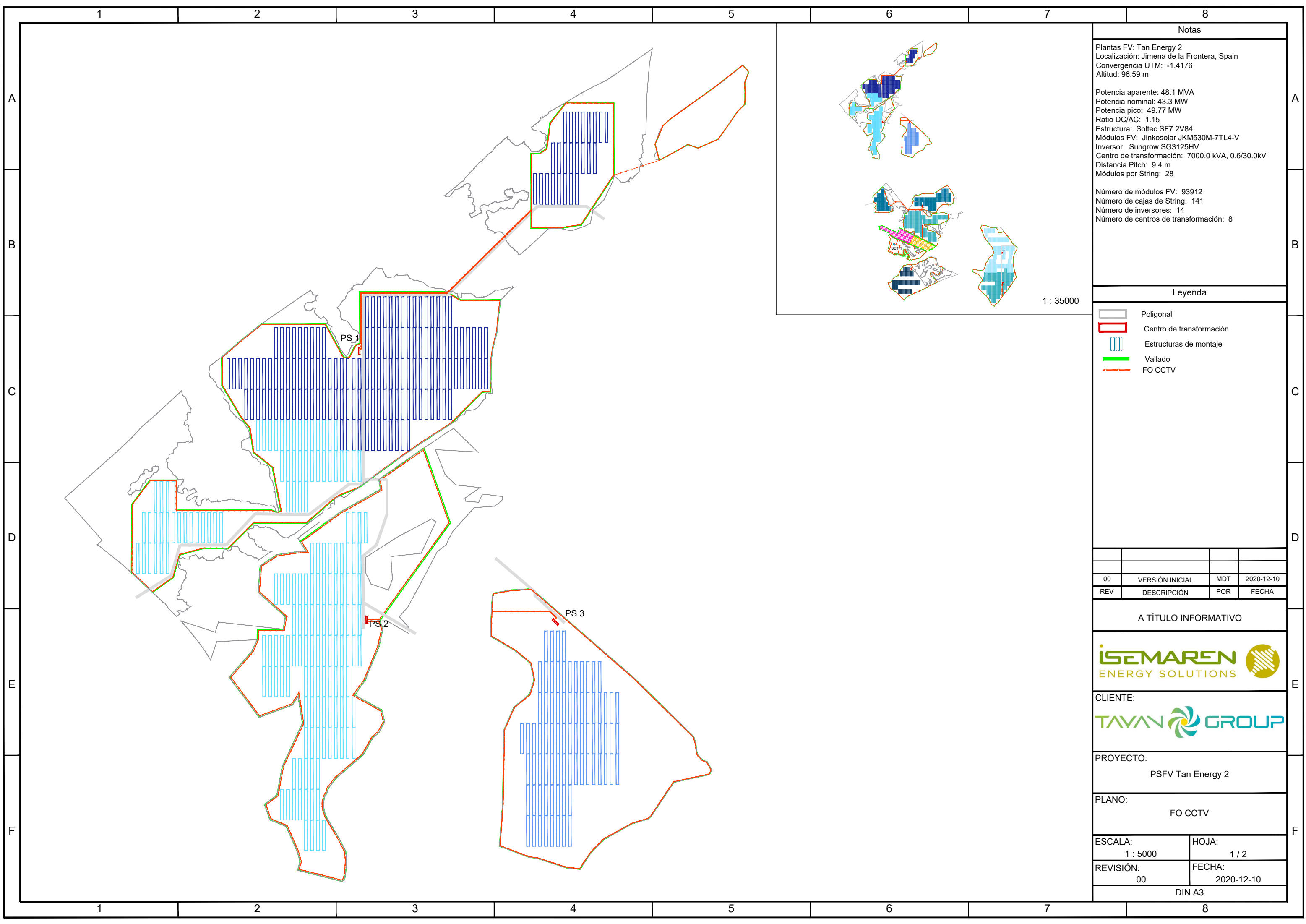


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
FO SCADA

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

- Leyenda**
- Poligonal
 - Centro de transformación
 - Estructuras de montaje
 - Vallado
 - FO CCTV

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-10

A TÍTULO INFORMATIVO



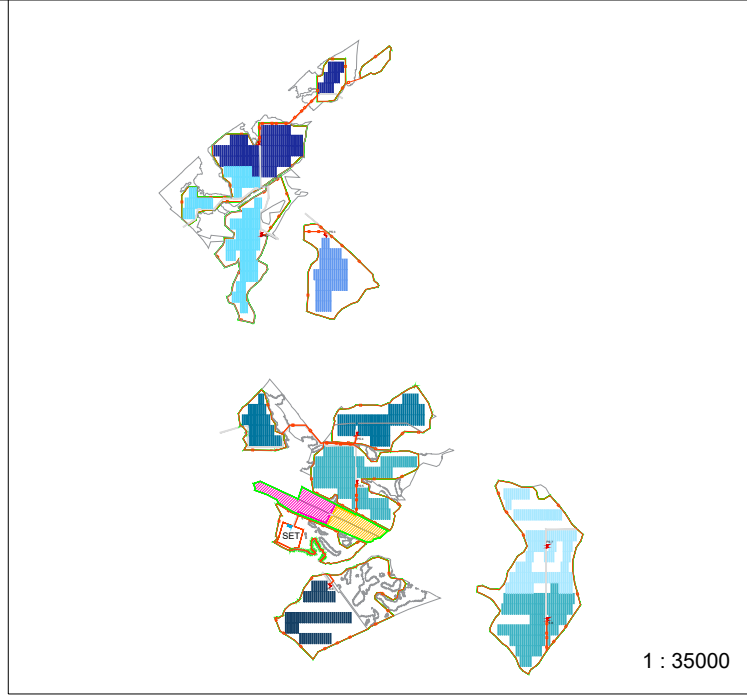
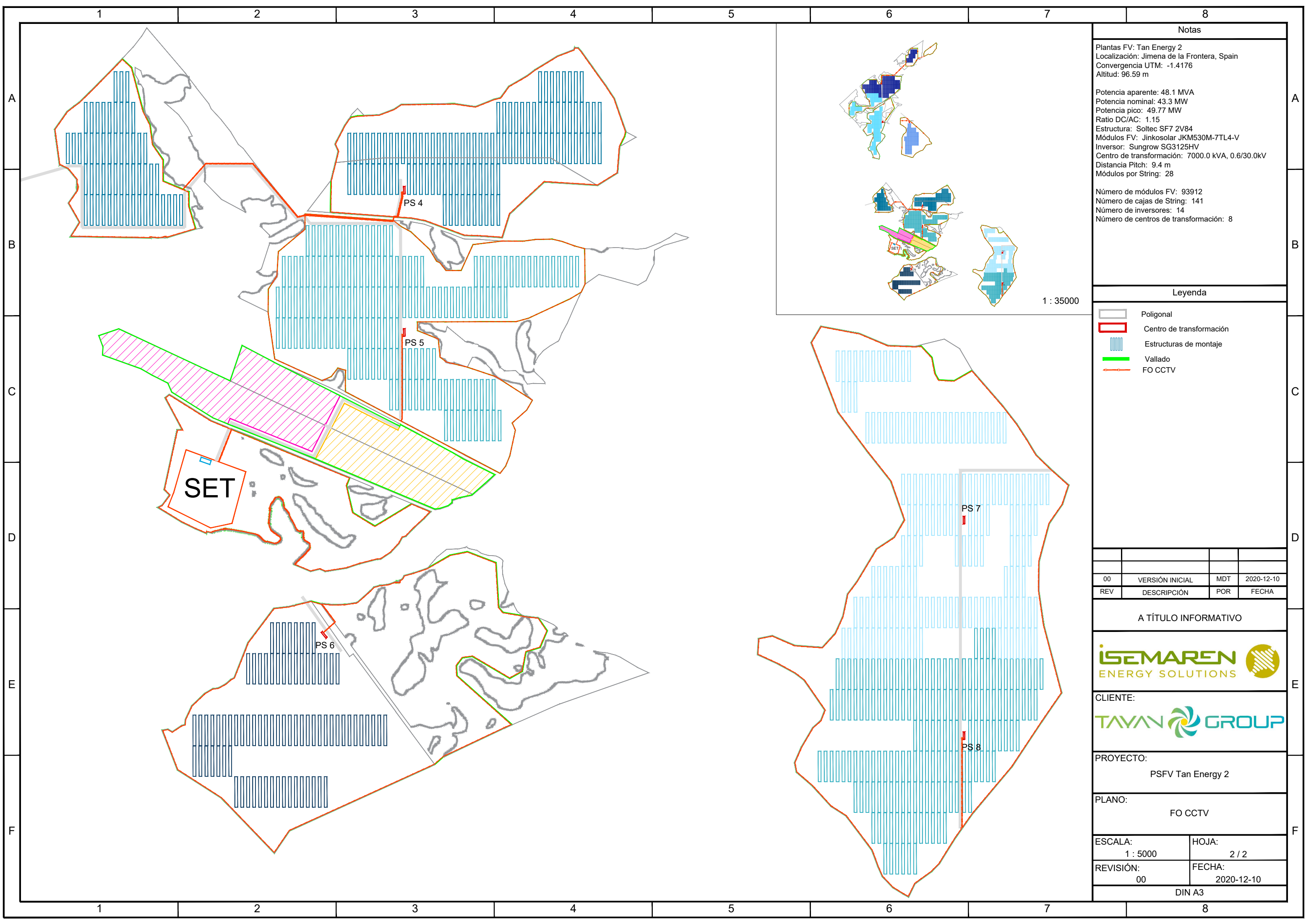
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 FO CCTV

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Vallado
- FO CCTV

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	MDT	2020-12-10

A TÍTULO INFORMATIVO

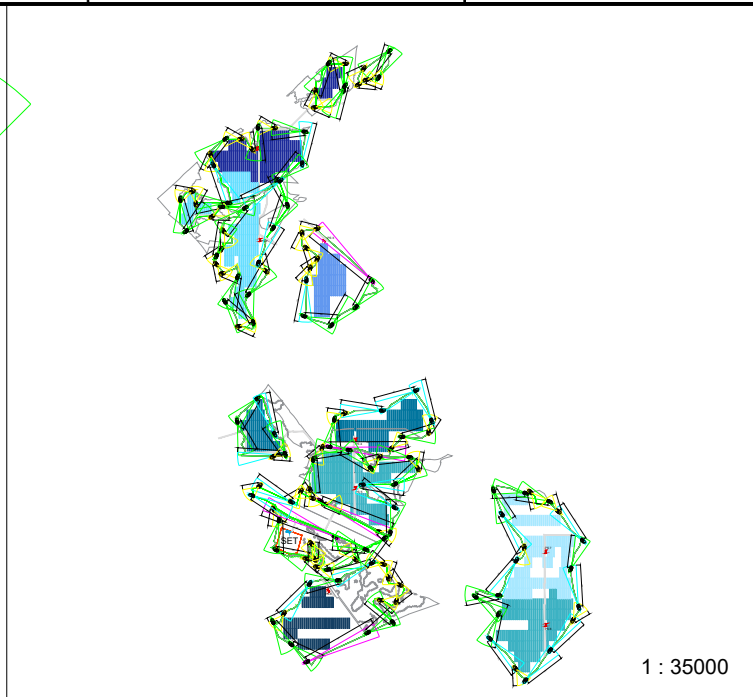
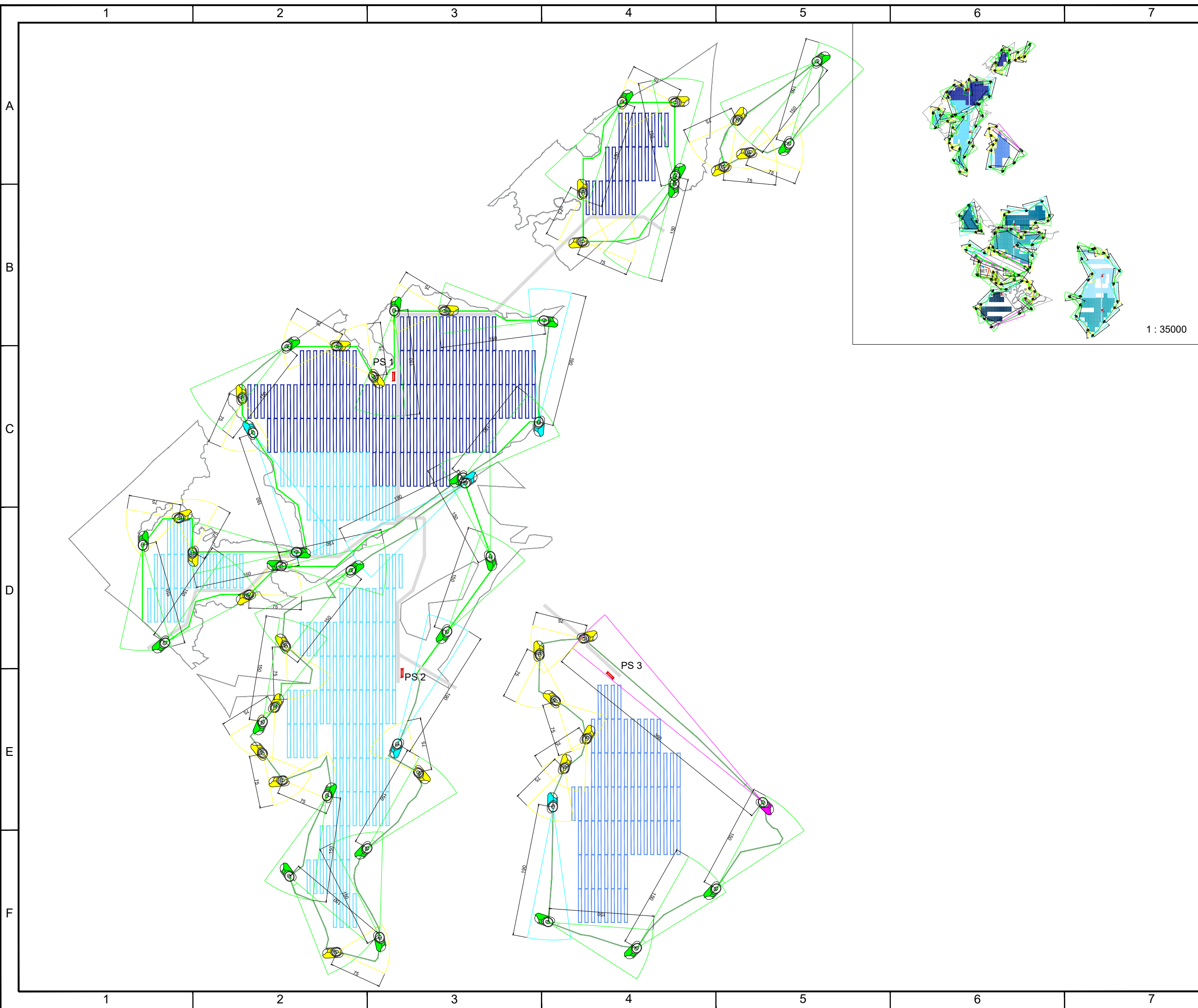


PROYECTO:
PSFV Tan Energy 2

PLANO:
FO CCTV

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

Leyenda

- Poligonal
- Centro de transformación
- Estructuras de montaje
- Vallado
- Cámara térmica 35 mm
- Cámara térmica 19 mm
- Cámara térmica 13 mm
- Cámara térmica 07 mm

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-10

A TÍTULO INFORMATIVO



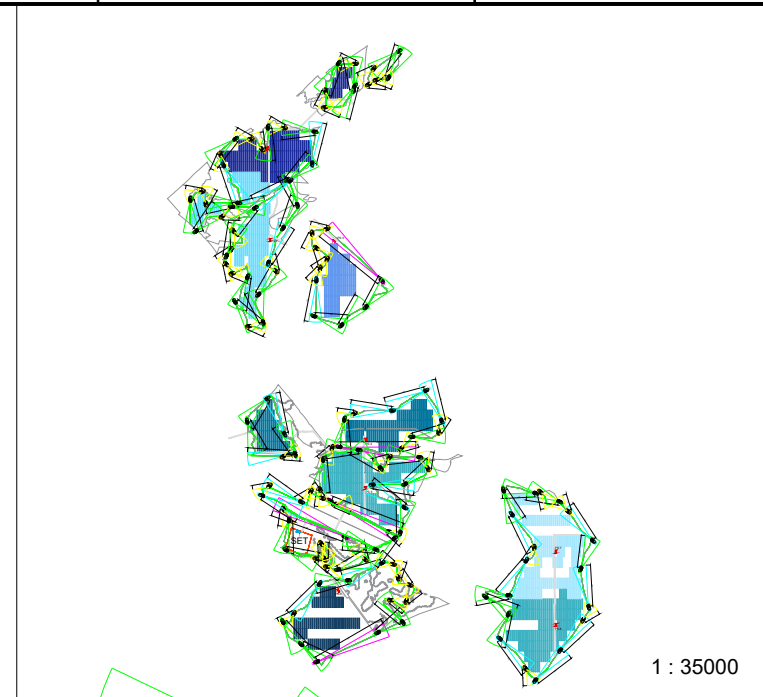
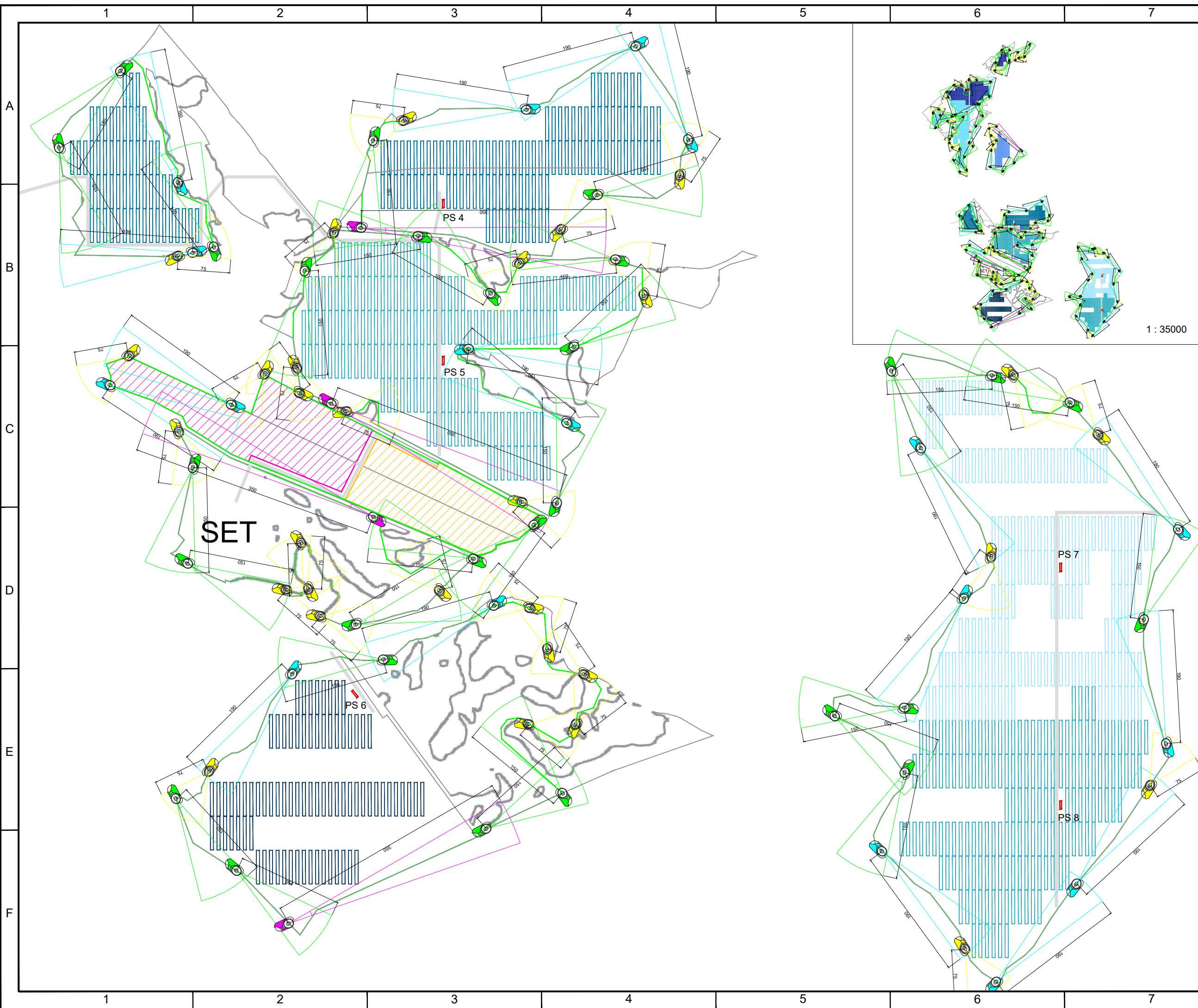
CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Layout CCTV

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 1 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Notas

Plantas FV: Tan Energy 2
 Localización: Jimena de la Frontera, Spain
 Convergencia UTM: -1.4176
 Altitud: 96.59 m

Potencia aparente: 48.1 MVA
 Potencia nominal: 43.3 MW
 Potencia pico: 49.77 MW
 Ratio DC/AC: 1.15
 Estructura: Soltec SF7 2V/84
 Módulos FV: Jinkosolar JKM530M-7TL4-V
 Inversor: Sungrow SG3125HV
 Centro de transformación: 7000.0 kVA, 0.6/30.0kV
 Distancia Pitch: 9.4 m
 Módulos por String: 28

Número de módulos FV: 93912
 Número de cajas de String: 141
 Número de inversores: 14
 Número de centros de transformación: 8

- Leyenda**
- Poligonal
 - Centro de transformación
 - Estructuras de montaje
 - Vallado
 - Cámara térmica 35 mm
 - Cámara térmica 19 mm
 - Cámara térmica 13 mm
 - Cámara térmica 07 mm

REV	DESCRIPCIÓN	POR	FECHA
00	VERSIÓN INICIAL	JCC	2020-12-10

A TÍTULO INFORMATIVO



CLIENTE:

PROYECTO:
 PSFV Tan Energy 2

PLANO:
 Layout CCTV

ESCALA: 1 : 5000	HOJA: 2 / 2
REVISIÓN: 00	FECHA: 2020-12-10

DIN A3



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



Documento N°3: Presupuesto

TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Presupuesto		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_DOCUMENTO N°3 - PRESUPUESTO	
Fecha: 11/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
00	13	11/12/2020	
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



1. Presupuesto

CAPÍTULO 1 EQUIPOS PRINCIPALES		BILL OF QUANTITIES		Precio		
Num		Unidad	Cantidad	Suministro	Instalación	PRECIO TOTAL
1	EQUIPOS PRINCIPALES					12.226.525,02 €
1,1	Sistema DC					
1,1.1	Módulos Jinko TR JKM510-530M-7TL4-V-D4.1 <i>Módulo FV 530 Wp Monofacial</i>	kWdc	49.773	8.461.471,20 €	- €	8.461.471,20 €
1,1.2	Seguidor Soltec SF7 <i>Seguidor 2V monofila 84 módulos</i>	kWdc	49.773	2.986.401,60 €	- €	2.986.401,60 €
1,1.3	Caja Nivel 1 (24 strings) <i>Caja Nivel 1 (conexión de cable solar mediante bornero)</i>	units	131	87.722,84 €	- €	87.722,84 €
1,1.4	Caja Nivel 1 (21 strings) <i>Caja Nivel 1 (conexión de cable solar mediante bornero)</i>	units	10	6.696,40 €	- €	6.696,40 €
1,2	Sistema AC					
1,2.1	Centro de transformación Tipo 1 <i>Trafo 7186 kVA + Celdas línea salida, entrada y protección trafo</i>	units	2	70.371,88 €	- €	70.371,88 €
1,2.2	Centro de transformación Tipo 2 <i>Trafo 7186 kVA + Celdas línea salida, 2 celdas de línea de entrada y protección trafo</i>	units	1	37.185,94 €	- €	37.185,94 €
1,2.3	Centro de transformación Tipo 3 <i>Trafo 7186 kVA + Celdas línea salida y protección trafo</i>	units	3	99.557,82 €	- €	99.557,82 €
1,2.4	Centro de transformación Tipo 4 <i>Trafo 3593 kVA + Celdas línea salida y protección trafo</i>	units	1	21.185,94 €	- €	21.185,94 €
1,2.5	Centro de transformación Tipo 5 <i>Trafo 3593 kVA + Celdas línea salida, entrada y protección trafo</i>	units	1	23.185,94 €	- €	23.185,94 €
1,2.6	Inversor Sungrow SG3125HV	units	14	432.745,46 €	- €	432.745,46 €

CAPÍTULO 2 COSTE DE INSTALACIÓN		BILL OF QUANTITIES		Precio		
Num		Cantidad Unidad	Cantidad	Suministro	Instalación	PRECIO TOTAL
1	EQUIPOS PRINCIPALES					632.875,60 €
1,1	Sistema DC					
1,1,1	Módulos Jinko TR JKM510-530M-7TL4-V-D4.1 <i>Módulo FV 530 Wp Monofacial</i>	kWdc	49.773	- €	199.093,44 €	199.093,44 €
1,1,2	Seguidor Soltec SF7 <i>Seguidor 2V monofila 84 módulos</i>	kWdc	49.773	- €	398.186,88 €	398.186,88 €
1,1,3	Caja Nivel 1 (28 strings) <i>Caja Nivel 1 (conexión de cable solar mediante bornero)</i>	units	131	- €	16.304,26 €	16.304,26 €
1,1,4	Caja Nivel 1 (21 strings) <i>Caja Nivel 1 (conexión de cable solar mediante bornero)</i>	units	10	- €	1.244,60 €	1.244,60 €
1,2	Sistema AC					
1,2,1	Centro de transformación Tipo 1 <i>Trafo 7186 kVA + Celdas línea salida, entrada y protección trafo</i>	units	3	- €	7.734,18 €	7.734,18 €
1,2,2	Centro de transformación Tipo 2 <i>Trafo 7186 kVA + Celdas línea salida, 2 líneas de entrada y protección trafo</i>	units	1	- €	2.578,06 €	2.578,06 €
1,2,3	Centro de transformación Tipo 3 <i>Trafo 7186 kVA + Celdas línea salida y protección trafo</i>	units	1	- €	2.578,06 €	2.578,06 €
1,2,4	Centro de transformación Tipo 4 <i>Trafo 3593 kVA + Celdas línea salida y protección trafo</i>	units	1	- €	2.578,06 €	2.578,06 €
1,2,5	Centro de transformación Tipo 5 <i>Trafo 3593 kVA + Celdas línea salida, entrada y protección trafo</i>	units	1	- €	2.578,06 €	2.578,06 €
2	OBRA CIVIL					2.165.119,17 €
2.1	Características de la localización					
2.1.1	Limpieza y desbroce <i>Limpieza y desbroce</i>	m2	455.911	- €	284.944,18 €	284.944,18 €
2.1.2	Retirada de la capa vegetal del suelo y la vegetación <i>Retirada de la capa vegetal del suelo y la vegetación (20 cm)</i>	m3	91.182	- €	291.782,84 €	291.782,84 €

2.1.3	Viales internos (4.0 m de ancho) <i>Viales internos (4 m de ancho)</i>	m	4.174	- €	218.069,03 €	218.069,03 €
2.1.4	Cunetas de los viales (Opcional) Cunetas de los viales (Opcional)	m	4.174	- €	76.543,27 €	76.543,27 €
2.2	Cimentaciones					
2.2.1	Cimentación del centro de transformación <i>Cimentación del centro de transformación</i>	units	8	- €	51.363,04 €	51.363,04 €
2.2.2	Postes estructura - Hincado al suelo <i>Postes estructura - Hincado al suelo</i>	units	7.826	- €	116.607,40 €	116.607,40 €
2.3	Zanjas y arquetas					
2.3.1	Zanjas de Baja tensión Tipo 1 <i>4 cajas DC - 670.0 mm x 800.0 mm</i>	m	10.094	- €	255.365,55 €	255.365,55 €
2.3.2	Zanjas de Baja tensión Tipo 2 <i>8 cajas DC - 670.0 mm x 800.0 mm</i>	m	1.514	- €	63.946,29 €	63.946,29 €
2.3.5	Zanjas de Baja tensión Tipo 5 (String) <i>Solo cable string - 500.0 mm x 600.0 mm</i>	m	3.287	- €	71.531,65 €	71.531,65 €
2.3.6	Zanjas de Baja tensión Tipo 6 <i>4 cajas DC cruce bajo camino - 730.0 mm x 950.0 mm</i>	m	38	- €	3.347,01 €	3.347,01 €
2.3.7	Zanjas de Baja tensión Tipo 7 <i>8 cajas DC cruce bajo camino- 730.0 mm x 950.0 mm</i>	m	24	- €	2.761,92 €	2.761,92 €
2.3.10	Zanjas de Baja tensión SSAA <i>Solo cable FO - 500.0 mm x 600.0 mm</i>	m	19.189	- €	383.776,00 €	383.776,00 €
2.3.11	Zanjas de Media tensión Tipo 1 <i>500.0 mm 800.0 mm</i>	m	5.065	- €	125.660,67 €	125.660,67 €
2.3.12	Zanjas de Media tensión Tipo 3 <i>Con cruce de camino 700.0 mm 950.0 mm</i>	m	257	- €	14.052,98 €	14.052,98 €
2.4	Seguridad y control					
2.4.1	Vallado cinagético <i>Vallado de alambre metálico</i>	m	16.420	- €	140.391,00 €	140.391,00 €
2.4.2	Puerta de acceso	units	20	- €	28.401,80 €	28.401,80 €

Puerta de acceso

2.4.3	Cimentación de las videocámaras	units	132	- €	36.574,56€	36.574,56€
-------	---------------------------------	-------	-----	-----	------------	------------

Cimentación de las videocámaras

3	SISTEMA ELÉCTRICO					1.149.017,56 €
3.1	Cableado eléctrico de DC de BT (De Strings a Caja de string)					
3.1.4	Cable DC XLPE Cu 1x(1x16 mm ²)	m	71.916	99.244,36 €	56.094,64 €	155.338,99 €
	<i>Cable Solar H1Z2Z2-K</i>					
3.2	Cableado eléctrico de DC de BT (Cajas de String a inversores)					
3.2.3	Cable DC XLPE Al 1x(1x400 mm ²)	m	7.986	33.875,06 €	19.486,33 €	53.361,39 €
	<i>Cable DC XLPE Al 1x(1x400 mm²)</i>					
3.2.4	Cable DC XLPE Al 1x(1x500 mm ²)	m	7.066	37.459,69 €	18.794,50 €	56.254,19 €
	<i>Cable DC XLPE Al 1x(1x500 mm²)</i>					
3.2.5	Cable DC XLPE Al 1x(1x630 mm ²)	m	52.618	351.475,71 €	139.963,08 €	491.438,79 €
	<i>Cable DC XLPE Al 1x(1x630 mm²)</i>					
3.3	Cableado eléctrico de MT (Desde el Centro de Transformación a la Centro de reparto)					
3.3.3	Cable MT XLPE Al 1x(1x185 mm ²)	m	4.478	25.949,48 €	17.865,62 €	43.815,11 €
	<i>Cable MT</i>					
3.3.4	Cable MT XLPE Al 1x(1x240 mm ²)	m	6.735	40.474,87 €	26.871,45 €	67.346,33 €
	<i>Cable MT</i>					
3.3.5	Cable MT XLPE Al 1x(1x300 mm ²)	m	6.351	40.529,85 €	26.736,66 €	67.266,51 €
	<i>Cable MT</i>					
3.4	Sistema de puesta a tierra					
3.4.1	Cables de tierra de 50 mm ²	m	17.254	56.593,45 €	22.947,95 €	79.541,40 €
	<i>Cables de tierra de 50 mm²</i>					
3.4.2	Picas de puesta a tierra (CTs y Vallado)	uds.	226	1.130,00 €	2.282,60 €	3.412,60 €
	<i>Picas de puesta a tierra 2 m</i>					
3.5	Sistema de Comunicación / Monitorización					
3.5.1	Cable AC servicio Auxiliares (XLPE 0.6/1 kV Al 4x6 mm ²)	m	16.420	69.128,20 €	27.257,20 €	96.385,40 €
	<i>Cable AC servicio Auxiliares (XLPE 0.6/1 kV Al 4x6 mm²)</i>					
3.6	Sistema de Comunicación / Monitorización					

3,6.1	Cable de fibra óptica monomodo (SCADA) <i>Cable de fibra óptica monomodo (SCADA)</i>	m	5.854	4.683,48 €	9.718,22 €	14.401,70 €
3,6.2	Cable de fibra óptica monomodo (CCTV) <i>Cable de fibra óptica monomodo (CCTV)</i>	m	8.315	6.652,08 €	13.803,07 €	20.455,15 €
4	MISCELÁNEOS					405.704,83 €
4.1	Sistema de monitorización					
4.1.1	Estación meteorológica <i>Estación meteorológica</i>	units	2	21.049,04 €	554,16 €	21.603,20 €
4.1.2	Sistema de monitorización (SCADA) <i>Sistema de monitorización (SCADA)</i>	units	1	124.433,40 €	- €	124.433,40 €
4.1.3	Unidades terminales remotas <i>Unidades terminales remotas</i>	units	8	12.000,00 €	- €	12.000,00 €
4.1.4	PPC (Power plant controller) <i>PPC (Power plant controller)</i>	units	1	19.000,00 €	- €	19.000,00 €
4.2	Sistema de seguridad y control					
4.2.1	Sistema de seguridad y control <i>Sistema de seguridad y control</i>	uds.	1	182.668,23 €	- €	182.668,23 €
4,3	Edificios					
4,3.1	Edificios de control y almacén <i>Edificios de control y almacén</i>	uds.	1	46.000,00 €	- €	46.000,00 €
5	Otros					323.513,40 €
5.1	Pequeño material eléctrico					
5.1.1	Pequeño material eléctrico <i>Cable de servicios auxiliares, terminales y conectores, material de puesta a tierra</i>	P/A	1	122.796,35 €	200.717,05 €	323.513,40 €

CAPÍTULO 3 INGENIERÍA Y TRAMITACIÓN		BILL OF QUANTITIES		Precio		
Num		Unidad	Cantidad	Suministro	Instalación	PRECIO TOTAL
1	Ingeniería y tramitaciones					647.053,68 €
1,1	Ingeniería, estudios adicionales y otros servicios	P/A	1			
1,1,1	Ingeniería, estudios adicionales y otros servicios <i>Ingeniería, estudios adicionales y otros servicios</i>	P/A	1	547.506,96 €	- €	547.506,96 €
1,2	Tramitación	P/A	1			
1,2,1	Tramitación	P/A	1	99.546,72 €	- €	99.546,72 €

CAPÍTULO 4 SEGURIDAD Y SALUD		BILL OF QUANTITIES		Precio		
Num		Unidad	Cantidad	Suministro	Instalación	PRECIO TOTAL
1	Seguridad y salud					125.000,48 €
1,1	Seguridad y salud	P/A	1			
1,1,1	Protecciones individuales	P/A	1	6.637,14 €	- €	6.637,14 €
1,1,2	Protecciones colectivas	P/A	1	22.658,49 €	- €	22.658,49 €
1,1,3	Extinción de incendios	P/A	1	688,05 €	- €	688,05 €
1,1,4	Protección instalación eléctrica	P/A	1	2.201,00 €	- €	2.201,00 €
1,1,5	Instalaciones de higiene y bienestar	P/A	1	50.311,00 €	- €	50.311,00 €
1,1,6	Medicina preventiva. Primeros auxilios	P/A	1	23.400,00 €	- €	23.400,00 €
1,1,7	Formaciones y reuniones de obligado cumplimiento	P/A	1	19.104,80 €	- €	19.104,80 €

Resumen presupuesto

Resumen presupuesto	
Capítulo 1: Equipos principales	16.902.755,58 €
Capítulo 2: Coste de instalación	16.902.755,58 €
Coste de ejecución material	16.902.755,58 €
Beneficio industrial (6%)	1.014.165,33 €
Capítulo 3: Ingeniería y tramitación	647.053,68 €
Capítulo 4: Seguridad y Salud	125.000,48 €
Capítulo 5: Gastos Generales (13%)	2.197.358,23 €
Coste Proyecto	20.886.333,30 €
Base imponible (21% IVA)	4.386.129,99 €
Total	25.272.463,30 €

Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid



**Documento N°4:
Pliego de Prescripciones
Técnicas**

TAN ENERGY 2



Hoja de control de documento

DOCUMENTO/ARCHIVO			
Título: Pliego de prescripciones técnicas		Nombre de archivo: ESP_TAY_TAN2_DOCUMENTO N° 4 - PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	
Fecha: 08/12/2020			
Versión: 00		Soporte lógico:	
REGISTRO DE CAMBIOS			
Versión	Páginas	Fecha	Motivo del cambio
0	64	08/12/2020	Versión inicial
DISTRIBUCIÓN DEL DOCUMENTO			
Nombre		Personal / Entidad	
CONTROL DEL DOCUMENTO			
PREPARADO	REVISADO	APROBADO	ACEPTADO
PSH			



Contenido

1. Definición y ámbito de aplicación	6
1.1. Definición	6
1.2.Ámbito de aplicación	6
1.3.Instrucciones, normas y disposiciones aplicables.	6
2.Disposiciones generales	7
2.1. Dirección de las obras	7
2.2.Funciones del Director	7
2.3.Personal del Contratista	8
2.4.Ordenes al Contratista	9
2.5.Libro de incidencias	10
2.6.Disposición final	11
3.Descripción de las obras	12
3.1.Planos	12
3.2.Contradicciones, omisiones y errores	12
3.3.Documentos contractuales	12
3.4.Objeto del Proyecto. Consideraciones Generales	13
4.Iniciación de las obras	14
4.1.Inspección de las obras	14
4.2.Comprobación del replanteo	14
4.3.Programa de trabajos	14
4.4.Orden de iniciación de las obras	15
5.Desarrollo y control de las obras	16
5.1.Replanteo de detalle de las obras	16
5.2.Equipos de maquinaria	16
5.3.Ensayos	16
5.4.Materiales	17
5.5.Acopios	18
5.6.Trabajos nocturnos	19
5.7.Trabajos defectuosos	19
5.8.Construcción y conservación de desvíos	19
5.9.Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones	19
5.10.Limpieza final de las obras y despeje de márgenes	20



5.11.Vertederos	20
6.Responsabilidades especiales del contratista	21
6.1.Daños y perjuicios	21
6.2.Evitación de contaminación	21
6.3.Permisos y licencias	21
6.4.Demora injustificada en la Ejecución de las Obras	22
6.5.Seguridad y Salud	22
7.Obra civil	23
7.1.PARTE 1ª - MATERIALES BÁSICOS	23
7.1.1.Cemento	23
• 7.1.2. Barras corrugadas para hormigón armado	23
• 7.1.3. Mallas electrosoldadas	24
7.2.PARTE 2ª.- EXPLANACIONES	25
• 7.2.1. Desbroce del terreno	25
7.2.2.Demoliciones	26
• 7.2.3.Escarificado y compactación del terreno	26
• 7.2.4.Excavación de la explanación	27
• 7.2.5.Excavaciones en zanjas	29
• 7.2.6.Excavaciones en cimientos	32
• 7.2.7.Terraplenes y pedraplenes	34
• 7.2.8.Rellenos localizados	36
• 7.2.9.Relleno de zanjas con material granular	37
7.3.PARTE 3ª.- DRENAJE	37
• 7.3.1. Cunetas de hormigón ejecutadas en obra	37
• 7.3.2.Tubos de hormigón	40
7.4.PARTE 4ª.- FIRMES	42
• 7.4.1. Zahorras artificiales	42
7.5.PARTE 5ª.- ESTRUCTURAS	47
• 7.5.1. Armaduras a emplear en hormigón armado	47
• 7.5.2.Hormigones	49
• 7.5.3.Encofrado y moldes	56
8.Instalaciones eléctricas	58
8.1.PARTE 6ª.- SEÑALIZACIÓN Y ARQUETAS	58
• 8.1.1. Bandas de señalización	58
• 8.1.2. Hitos de señalización	58



• 8.1.3. Arquetas	59
8.2.Instalaciones subterráneas	59
• 8.2.1. Generalidades	59
• 8.2.2.Conductores directamente enterrados	59
• 8.2.3.Conductores Entubados	60
• 8.2.4.Cruzamientos	60
• 8.2.5.Proximidades y Paralelismos	60
• 8.2.6.Instalaciones de puesta a tierra	61
8.3.Sistema de monitorización	62



1. Definición y ámbito de aplicación

1.1. Definición

El presente Pliego de condiciones constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras a que se refiere el presente proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales a utilizar, el modo de ejecución y medición de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto.

1.2. Ámbito de aplicación

El presente Pliego de Condiciones se aplicará a las obras definidas en el Proyecto de Ejecución de la planta fotovoltaica “Tan Energy 2”.

1.3. Instrucciones, normas y disposiciones aplicables.

Se incluyen en el Proyecto todas las normas, reglamentos, instrucciones técnicas homologadas como de obligado cumplimiento por el Estado Español, así como la Administración Autónoma y Local, hasta la fecha del proyecto.

Si de la aplicación conjunta del Pliego y las disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del Pliego de Bases, al presente Pliego de Condiciones y sólo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Propiedad.



2. Disposiciones generales

2.1. Dirección de las obras

La Propiedad designará al Director de las Obras que será la persona, con titulación de Técnico Superior, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras. Para desempeñar su función podrá contar con colaboradores que desarrollarán su labor en función de las atribuciones de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos.

La Propiedad comunicará al Contratista el Director de Obras designado, antes de la fecha de comprobación del replanteo. De igual forma, el Director de las Obras pondrá en conocimiento al Contratista respecto de su personal colaborador. Si se produjesen variaciones de personal (Director o Colaboradores) durante la ejecución de las obras, estas se pondrán en conocimiento al Contratista, por escrito.

2.2. Funciones del Director

Las funciones de la Dirección Facultativa de las obras serán las siguientes:

- Exigir al Contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.
- Definir aquellas Condiciones Técnicas que el presente Pliego de Condiciones deja a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de Planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los



problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionadas con las mismas.

- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las Recepción de las obras y redactar la liquidación de las mismas, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director de la Obra para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

2.3. Personal del Contratista

El Delegado y Jefe de Obra del Contratista será la persona, con cualificación suficiente, elegida por el Contratista y aceptada por la Propiedad, con capacidad para:

- Representar al Contratista siempre que sea necesario los actos derivados del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes de la Dirección Facultativa de las Obras o sus colaboradores.
- Proponer a la Dirección o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

El Director de las obras podrá suspender los trabajos o incluso solicitar la designación de un nuevo Delegado o colaborador de éste, siempre que se incurra en actos u omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras o el cumplimiento de los programas de trabajo, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato.



2.4. Ordenes al Contratista

El Delegado y Jefe de Obra será el interlocutor del Director de la obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas, que dé la Dirección Facultativa directamente o a través de otras personas; debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia.

Todo ello sin perjuicio de que la Dirección Facultativa pueda comunicar directamente con el resto del personal oportunamente, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Delegado es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente, hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de obra estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. Se incluyen en este concepto los planos de obra, ensayos, mediciones, etc.

El Delegado deberá acompañar al Director de la Obra en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa, incluso en presencia suya, (por ejemplo, para aclarar dudas), si así lo requiere dicho Director.

El Delegado tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y marcha de obras e informar al Director a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección.

Se entiende que la comunicación Dirección de Obra-Contratista, se canaliza entre la Dirección Facultativa y el Delegado Jefe de Obra, sin perjuicio de que para simplificación y eficacia especialmente en casos urgentes o rutinarios, pueda haber comunicación entre los respectivos personales; pero será en nombre de aquellos y teniéndoles informados puntualmente, basadas en la buena voluntad y sentido común, y en la forma y materias que aquellos establezcan, de manera que si surgiese algún problema de interpretación o una decisión de mayor importancia, no valdrá sin la ratificación por los indicados Director y Delegado, acorde con el cometido de cada uno.

Se abrirá el "Libro de Órdenes" por la Dirección Facultativa y permanecerá custodiado en obra por el Contratista, en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Delegado deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita al Director de la Obra.



Se hará constar en él las instrucciones que la Dirección Facultativa estime convenientes para el correcto desarrollo de la obra.

Asimismo, se hará constar en él, al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones durante el curso de las mismas, con el carácter de orden, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él órdenes, instrucciones y recomendaciones que se consideren necesarias comunicar al Contratista.

2.5. Libro de incidencias

Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Director considere oportuno y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales.
- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados con resumen de los resultados o relación de los documentos que estos recogen.
- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cuál ha sido activa y cual meramente presente, y cual averiada y en reparación.
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de obra.

En el "Libro de incidencias" se anotarán todas las órdenes formuladas por la Dirección de Obra o la Asistencia Técnica de la misma, que debe cumplir el Contratista. La custodia de este libro será competencia de la Asistencia Técnica o persona delegada por la Dirección de las obras.

Como simplificación, la Dirección Facultativa podrá disponer que estas incidencias figuren en partes de obra diarios, que se custodiaran como anejo al "Libro de incidencias".



2.6. Disposición final

En todo aquello que no se haya concretamente especificado en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá a lo dispuesto por la Propiedad y la Dirección de Obra en su defecto.





3. Descripción de las obras

3.1. Planos

Los planos del Proyecto servirán para la correcta ejecución de las obras pudiéndose deducir de ellos los planos de ejecución en obra o en taller.

A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista preparará todos los planos de detalles que se estimen necesarios para la ejecución de las obras contratadas. Dichos planos se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa, acompañando, si fuese preciso, las memorias y cálculos justificativos que se requieran para su mejor comprensión.

3.2. Contradicciones, omisiones y errores

Las omisiones en este Pliego, o a las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en el presente Pliego y los Planos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el presente Pliego de Condiciones y en los Planos.

3.3. Documentos contractuales

En casos de contradicciones, dudas o discrepancias entre los distintos documentos contractuales del presente proyecto, el orden de prelación entre ellos será el siguiente:

1. El Presupuesto.
2. Los Planos.
3. El Pliego de Condiciones.
4. La Memoria.

La Memoria y sus Anejos son documentos contractuales en lo referente a la descripción de los materiales básicos o elementales que forman parte de las unidades de obra.



De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, el Estudio de Seguridad y Salud tendrá, en su totalidad, carácter contractual.

3.4. Objeto del Proyecto. Consideraciones Generales

El objeto del presente trabajo es la redacción del proyecto de las obras correspondientes al Proyecto de Ejecución de la planta fotovoltaica “Tan Energy 2”.

Todas las obras vienen definidas en el documento Planos, de este Proyecto, y se ejecutarán de acuerdo con lo indicado en ellos, conforme a las especificaciones de las Prescripciones Técnicas y a las órdenes e instrucciones del Director de Obra.





4. Iniciación de las obras

4.1. Inspección de las obras

El director de las Obras deberá ejercer de una manera continuada y directa la inspección de la obra durante su ejecución, sin perjuicio de que la Propiedad pueda confiar tales funciones, de un modo complementario, a cualquier otro de sus Órganos y representantes.

El Contratista o su delegado deberán, cuando se le solicite, acompañar en sus visitas de inspección al director o a las personas designadas para tal función.

4.2. Comprobación del replanteo

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del mismo respecto de los documentos contractuales del Proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra, a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios y a cualquier punto que pueda afectar al cumplimiento del Contrato.

El Contratista transcribirá, y el director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Órdenes.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra y los ejes principales de las obras de fábrica: así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

4.3. Programa de trabajos

Independientemente del Plan de Obra contenido en este Proyecto, el Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de las obras un Programa de Trabajos indicando el orden en que ha de proceder y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras.



El Programa de Trabajos del Contratista no contravendrá el del Proyecto y expondrá con suficiente minuciosidad las fases a seguir, con la situación de cada tipo a principios y finales de cada mes.

La programación de los trabajos será actualizada por el Contratista cuantas veces sea requerido para ello por el director de las obras. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación.

La presentación del Programa de Trabajos se realizará en la misma fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo de la Obra.

4.4. Orden de iniciación de las obras

Aunque el Contratista formule observaciones que pudieran afectar a la ejecución del Proyecto, si el director decide la iniciación de las obras, el Contratista estará obligado a iniciarlas, sin perjuicio de su derecho a exigir, en su caso, la responsabilidad que a la Propiedad incumbe como consecuencia de las órdenes que emita.



5. Desarrollo y control de las obras

5.1. Replanteo de detalle de las obras

La Dirección Facultativa de las Obras o su personal colaborador aprobarán los replanteos de detalles necesarios para llevar a cabo las obras, suministrando al Contratista todos los datos de que disponga para la realización de los mismos.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originan al efectuar los citados replanteos

5.2. Equipos de maquinaria

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares necesario para llevar a cabo la ejecución de las mismas en los plazos establecidos en el contrato.

La maquinaria permanecerá en obra mientras se están ejecutando unidades en las que hayan de utilizarse y no podrán ser retirados sin conocimiento de la Dirección Facultativa de las Obras. Las piezas averiadas serán reemplazadas siempre que su reparación pudiera suponer una alteración del programa de trabajo.

Cualquier modificación que el Contratista quiera efectuar en el equipo de maquinaria ha de ser aceptada por la Dirección Facultativa de las Obras.

Salvo estipulación contraria, una vez finalizadas las obras, el equipo de maquinaria quedará de libre disposición del Contratista.

5.3. Ensayos

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como sobre unidades de obra terminadas, será fijado por la Dirección Facultativa.

El Contratista está obligado a realizar su "Autocontrol" de cotas, tolerancias y geométrico en general y el de calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la Propiedad, representada por la Dirección Facultativa de la obra o persona delegada por el mismo al efecto, que una unidad de obra está terminada a juicio del Contratista para su comprobación por la Dirección de obra, hasta que el mismo Contratista, mediante su personal facultado para



el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones. Esto es sin perjuicio de que la Dirección de la obra pueda hacer las inspecciones y pruebas que crea oportunas en cualquier momento de la ejecución. Para ello, el Contratista está obligado a disponer en obra de los equipos necesarios y suficientes, tanto materiales de laboratorio, instalaciones, aparatos, etc., como humanos, con facultativos y auxiliares capacitados para dichas mediciones y ensayos. Se llamará a esta operación "Autocontrol".

Con independencia de lo anterior, la Dirección de obra ejecutará las comprobaciones mediciones y ensayos que estime oportunos, que llamaremos "De Control", a diferencia del Autocontrol. La Dirección Facultativa podrá prohibir la ejecución de una unidad de obra si no están disponibles dichos elementos de Autocontrol para la misma, siendo entera responsabilidad del Contratista las eventuales consecuencias de demora, costes, etc.

Los ensayos de Autocontrol serán enteramente a cargo del Contratista.

En relación con los productos importados de otros estados miembros de la Comunidad Económica Europea, aun cuando su designación y, eventualmente, sus marcajes fueran distintos de los indicados en el presente Pliego, no será precisa la realización de nuevos ensayos si de los documentos que acompañaren a dichos productos se desprendiera claramente que se trata, efectivamente, de productos idénticos a los que se designan en España de otra forma. Se tendrá en cuenta, para ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

Si una partida fuere identificable, y el Contratista presentara una hoja de ensayos suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, o por otro Laboratorio de pruebas u Organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea, sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para comprobar que el producto no ha sido alterado durante los procesos posteriores a la realización de dichos ensayos.

5.4. Materiales

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones, pudiendo ser rechazados en caso contrario por la Dirección Facultativa. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del Contratista y eventualmente con el control de la Dirección de Obra.



Los productos importados de otros Estados miembros de la Comunidad Económica Europea, incluso si se hubieran fabricado con arreglo a prescripciones técnicas diferentes de las que se contienen en el presente pliego, podrán utilizarse si asegurasen un nivel de protección de la seguridad de los usuarios equivalente al que proporcionan éstas.

Todos los materiales procederán de los lugares elegidos por el Contratista, que podrán ser los propuestos en este proyecto u otros diferentes, siempre que los materiales sean de calidad igual o superior a los exigidos en este Pliego.

Los lugares propuestos por el Contratista han de ser necesariamente autorizados por la Dirección Facultativa y demás organismos medioambientales afectados.

La aceptación de la Dirección Facultativa de una determinada cantera o préstamo, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en la calidad de los materiales que han de ser utilizados en las obras ni en el volumen necesario en cada fase de ejecución.

De igual modo, la aprobación por parte de la Dirección Facultativa de canteras o préstamos, no modificarán de manera alguna los precios establecidos de los materiales, siendo por cuenta del Contratista cuantos gastos añadidos se generen en el cambio de las canteras o préstamos.

También correrán por cuenta del Contratista la obtención de todos los permisos y licencias pertinentes para la explotación de estos lugares.

5.5. Acopios

El Contratista, por su cuenta y, previa aprobación de la Dirección Facultativa de las Obras deberá adecuar zonas en la obra para el emplazamiento de acopios e instalar los almacenes precisos para la conservación de materiales, evitando su destrucción o deterioro.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1,5 m) y no por montones cónicos: Las capas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia.

Una vez utilizados los acopios o retirado los almacenes, las superficies deberán restituirse a su estado natural.



5.6. Trabajos nocturnos

Todo trabajo nocturno habrá de ser autorizado por la Dirección Facultativa de las Obras.

5.7. Trabajos defectuosos

El Contratista responderá de la ejecución de las obras y de las faltas que en ellas hubiere hasta que se lleve a cabo la recepción de las obras.

El Director de las Obras ordenará, antes de la recepción de las obras, la demolición y reposición de las unidades de obra mal ejecutadas o defectuosas. Los gastos que de estas operaciones se deriven, correrán por cuenta del Contratista.

El Contratista sólo quedará exento de responsabilidad cuando la obra defectuosa o mal ejecutada se deba a alguna orden por parte de la Propiedad o a vicios del Proyecto.

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible a juicio de la Dirección Facultativa de las obras, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja económica que la Dirección Facultativa estime, salvo en el caso en que el adjudicatario opte por la demolición a su costa y las rehaga con arreglo a las condiciones del Contrato.

5.8. Construcción y conservación de desvíos

La construcción de desvíos y accesos provisionales durante la obra, su conservación, señalización y seguridad serán por cuenta y responsabilidad del Contratista, salvo que expresamente se disponga otra cosa en los demás documentos contractuales del Proyecto, sin perjuicio de que la Dirección Facultativa pueda ordenar otra disposición al respecto.

5.9. Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones

El Contratista señalará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas a la obra y las rellenará a la mayor brevedad y vallará toda zona



peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente, en especial de noche. Fijará las señales en su posición apropiada, y para que no puedan ser sustraídas o cambiadas, y mantendrá un servicio continuo de vigilancia que se ocupe de su reposición inmediata en su caso.

5.10. Limpieza final de las obras y despeje de márgenes

Terminadas las obras, todas las instalaciones, depósitos y edificaciones construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, serán removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

De manera análoga serán tratados los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras que se abandonarán tan pronto como deje de ser necesaria su utilización.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

5.11. Vertederos

La búsqueda de vertederos y su abono a los propietarios son por cuenta de la Propiedad.

Una vez terminadas todas las operaciones de vertido, el Contratista llevará a cabo la restitución de la zona.



6. Responsabilidades especiales del contratista

6.1. Daños y perjuicios

Será de cuenta del Contratista indemnizar todos los daños causados a terceros como consecuencia de las operaciones que requiera la ejecución de las obras, salvo cuando tales perjuicios hayan sido ocasionados por una orden de la Propiedad o por vicios de Proyecto, en cuyo caso la Propiedad podrá exigir al Contratista la reposición material del daño producido por razones de urgencia, teniendo derecho el Contratista a que se le abonen los gastos que de tal reparación se deriven.

6.2. Evitación de contaminación

El Contratista queda obligado a cumplir las órdenes de la Dirección Facultativa de las Obras evitar la contaminación del aire, cursos de agua, cosechas y, en general, de cualquier bien público o privado que pudiera verse contaminado por la ejecución de las obras.

6.3. Permisos y licencias

La obtención de los permisos, licencias y autorizaciones que fueran necesarios ante particulares u organismos oficiales, para cruce de carreteras, líneas férreas, cauces, etc., afecciones a conducciones, vertidos a cauces, ocupaciones provisionales o definitiva de terrenos públicos u otros motivos, y los gastos que ello origine, cualquiera que sea su tratamiento o calificación (impuesto, tasa, canon, etc...) y por cualquiera que sea la causa (ocupación, garantía, aval, gastos de vigilancia, servidumbre, etc...), serán por cuenta del Contratista.

Asimismo, serán a su cargo el anuncio, los carteles de obra, el pago de las tasas oficiales y los gastos por recepción y liquidación previstos.



6.4. Demora injustificada en la Ejecución de las Obras

El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales que fije el Programa de Trabajo aprobado al efecto, y el plazo total con las condiciones que en su caso se indiquen.

La demora injustificada en el cumplimiento de dichos plazos acarreará la aplicación al Contratista de las sanciones previstas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

6.5. Seguridad y Salud

El Contratista debe velar por el cumplimiento, durante los trabajos, de las normas legalmente establecidas en cuanto a Seguridad y Salud, de acuerdo con lo especificado en el tomo correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en la Normativa vigente.



7. Obra civil

7.1. PARTE 1ª - MATERIALES BÁSICOS

7.1.1. Cemento

El cemento a utilizar cumplirá las prescripciones del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos" (RC-03).

Cumplirá también con todo lo exigido en el artículo 26 de la EHE.

El cemento aluminoso podrá utilizarse únicamente con autorización explícita y escrita de la Supervisión de Obra.

Previamente a su uso el Contratista presentará un certificado de pruebas, con la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por el Pliego.

7.1.2. Barras corrugadas para hormigón armado

7.1.2.1. Condiciones generales

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en el artículo 31 de la EHE.

Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán de la calidad indicada en los planos.

7.1.2.2. Empleo

El tipo de acero a utilizar será corrugado, de alta adherencia para el hormigón armado y será de clase B 500 S, según la EHE.

7.1.2.3. Ensayos de control de calidad

El control de calidad de los aceros que se empleen se efectuará de acuerdo con el artículo 90 de la EHE, según el nivel de control fijado en los planos de proyecto.



7.1.3. Mallas electrosoldadas

7.1.3.1. Condiciones generales

Se utilizará mallas electrosoldadas fabricadas con alambres corrugados de la especificación B-500T.

Las mallas que se utilicen serán de la calidad indicada en los planos. Los alambres corrugados no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres no será inferior al noventa y cinco y medio por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal (8 mm).

Las características generales de los alambres responderán a lo indicado en el apartado 31.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)", así como con las especificaciones de la UNE 36092:2014. En lo que respecta a las condiciones de adherencia se debe cumplir lo especificado en el artículo 31.2 de la EHE.

7.1.3.2. Suministro

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36092:2014. Los alambres deberán llevar grabadas las marcas de identificación de acuerdo con el informe técnico UNE 36812:96.

La calidad de las mallas electrosoldadas estará garantizada por el fabricante a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 31.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)". La garantía de calidad será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

7.1.3.3. Recepción

Para efectuar la recepción de las mallas electrosoldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 90 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)", asimismo serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el artículo 90.5 de la EHE.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.



7.2. PARTE 2ª.- EXPLANACIONES

7.2.1. Desbroce del terreno

7.2.1.1. Definición

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, malezas, broza, maderas caídas, escombros, basura cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las Obras, así como el recubrimiento superficial de tierra vegetal, que en la zona presenta un espesor medio de entre 10 y 30 cm, según las zonas.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.
- Excavación y acopio de la tierra vegetal reutilizable. Se empleará en cubriciones de taludes de terraplén y desmonte para favorecer su revegetación.

7.2.1.2. Ejecución de las obras

Las operaciones de remoción se ejecutarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de la Obra, quien designará y marcará los elementos que haya de conservar intactos.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones, así como las sobre excavaciones puntuales por exceso de capa vegetal y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé el Director de la Obra.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.



7.2.2. Demoliciones

7.2.2.1. Definición

Consisten en el derribo de todas las construcciones, obras de fábrica, etc., que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de construcciones.
- Retirada de los materiales de derribo.

7.2.2.2. Ejecución de las obras

- Derribo de las construcciones: Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.
- Retirada de los materiales de derribo: Los materiales de derribo se llevarán a vertedero autorizado por el Director de las obras.

7.2.3. Escarificado y compactación del terreno

7.2.3.1. Definición

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, efectuada por medios mecánicos y su posterior compactación, una vez efectuadas las operaciones de desbroce y retirada de la tierra vegetal si se trata de un terreno natural, o directamente sobre el firme existente si se trata de un camino actual.

7.2.3.2. Ejecución de la obra

La profundidad del escarificado será definida en cada paso por el Director de Obra, a la vista de la naturaleza del terreno, no siendo nunca inferior a treinta (30) centímetros.

La operación se llevará a cabo en el momento y condiciones oportunas para que el tiempo que medie entre el desbroce (o final de la excavación) y el escarificado y compactación sea el mínimo posible.

La compactación de los materiales escarificados se efectuará hasta obtener al menos la densidad mínima exigida para la zona de terraplén a que corresponda el escarificado, es decir:



- 95 % de la Densidad Proctor Normal para la zona de cimientos.
- 98 % de la Densidad Proctor Normal para la zona de núcleo.
- 100 % de la Densidad Proctor Normal para la zona de coronación.

Si en alguna circunstancia el espesor escarificado afecta en parte a la zona inmediatamente superior, todo el espesor escarificado considerado en la sección transversal completa se compactará a la densidad exigida para esta zona superior.

7.2.4. Excavación de la explanación

7.2.4.1. Definición

Cuando se diga solamente excavación se entenderá que se refiere a la excavación de la explanada de los caminos, explanaciones de acopio de materiales con sus taludes y cunetas incluso las excavaciones adicionales que hayan sido ordenadas por el Director de la Obra, salvo las excavaciones de zanjas, pozos o cimientos.

7.2.4.2. Clasificación de las excavaciones

Se definen las siguientes unidades de excavación:

- Excavación en suelos y terrenos de tránsito.
- Excavación en roca.
- Excavación en frente de cantera.

Como norma general, la profundidad media de 1 m, el terreno es fácilmente excavable. Desde ahí hasta los dos metros, la roca requiere un ripado previo con bulldozer, pudiendo necesitar ocasionalmente un picado adicional, o incluso voladuras controladas.

7.2.4.3. Ejecución de las obras

El sistema de excavación será el adecuado en cada caso a las condiciones geológico-geotécnicas del terreno, evitando las posibles incidencias que la ejecución de estas unidades pudiera provocar en estructuras y servicios de infraestructura próximos y en las carreteras y caminos actuales, debiendo emplearse los medios más apropiados, previa aprobación del Director de las Obras.



La excavación en frente de cantera será la que se realice en terrenos de fuerte pendiente transversal, debiendo utilizarse el propio camino excavado como el único medio para extraer las tierras resultantes de la excavación.

La profundidad de la excavación de la explanación y los taludes, así como las pendientes de la explanada serán las indicadas en los planos del proyecto, pudiéndose modificar a juicio del Director de las Obras, en función de la naturaleza del terreno, mediante órdenes estrictas del mismo, y sin que ello suponga variación alguna en el precio descompuesto.

Estas unidades incluyen la propia excavación con los medios que sean precisos, la carga sobre camión, el transporte a vertedero o acopio en su caso y a lugar de empleo, cualquiera que fuere la distancia de transporte, así como también incluye la carga y el transporte adicional de acopio intermedio en su caso a lugar de empleo.

En ningún caso se permitirá el derrame fuera de los límites de afección de las tierras excavadas en caminos a media ladera. Todo el material extraído deberá ser cargado y transportado a su lugar de empleo o a vertedero.

Se efectuará una transición suave de taludes en las zonas de paso de desmonte y terraplén y viceversa, alabeándolos en una longitud tal que se evite el efecto antiestético de tajo en el terreno, y se logre una armonización con la topografía actual.

Los vertederos no deberán perturbar el curso de las aguas, ni las propiedades, ni la estética del entorno y del paisaje.

Se tomarán medidas suficientes al efecto, que se consideran incluidas en el precio de la unidad.

El Contratista adoptará todas las medidas de seguridad suficientes frente al deslizamiento de taludes, y el avance de la excavación lo hará según taludes siempre estables hasta llegar al final.

7.2.4.3.1. Tolerancias

La tolerancia máxima admisible entre las superficies de coronación de explanada y los taludes de explanada, terminadas respecto a los planos de proyecto, no diferirá ni longitudinal ni transversalmente de + 25 cm.

Se comprobará que no existe ningún punto intermedio entre perfiles de replanteo por debajo de la tolerancia exigida y que en ningún caso se generan zonas susceptibles de acumular agua.

Estas tolerancias se entenderán tanto en la ejecución como al final del plazo de garantía.



7.2.4.3.2. Tierra Vegetal

La tierra vegetal extraída que no se utilice inmediatamente, con independencia del volumen correspondiente al espesor de la unidad de desbroce, será almacenada en emplazamientos adecuados y en ningún caso en depresiones del terreno.

Los depósitos se ejecutarán utilizando maquinaria que no compacte el material; que a su vez deberá encontrarse lo más seco posible.

La altura máxima de los caballeros será de tres (3) metros.

La primera capa de 20 cm. de tierra vegetal no se considera incluida en la unidad de excavación, por estarlo en la unidad de desbroce.

Se considera incluida en la unidad de excavación de la explanación, la del resto de tierra vegetal, si existiera, salvo que lo disponga por escrito el Director de las Obras en otro sentido.

7.2.4.3.3. Empleo de los Productos de la Excavación

Los materiales de la excavación que sean aptos para rellenos y otros usos, se transportarán hasta el lugar de empleo o a acopios autorizados por el Director de las Obras, caso de no ser utilizables en el momento de la excavación.

Los materiales sobrantes e inadecuados se transportarán a vertedero autorizado. No se desechará ningún material excavado sin previa autorización escrita del Director de las Obras. La tierra vegetal será utilizada en zona de plantaciones, recubrimiento de taludes de terraplén, isletas y zanjas, en el espesor que ordene el Director de las Obras.

7.2.5. Excavaciones en zanjas

7.2.5.1. Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir las zanjas donde van alojadas las conducciones eléctricas y de control de la planta. Según el terreno por el que discurran se distinguen: Zanjas en campo y Zanjas paso camino.

Dentro de las zanjas de campo existe el caso específico de las que vamos a denominar zanjas bajo cuneta revestida. Estas zanjas responden a la situación donde el eje de la zanja se hace coincidir con el eje de la cuneta revestida necesaria para el correcto drenaje del camino. La tipología y forma de ejecución responde al que se va a describir para las zanjas de campo, salvando el hecho de que la fase final se completa con la ejecución de la cuneta revestida.

La ejecución incluye las operaciones de:



- Excavación con medios mecánicos.
- Segregación y acopio de los materiales de excavación.
- Retirada del sobrante a vertedero, depósito o lugar de empleo.
- Tapado de la zanja.

7.2.5.2. Clasificación de las excavaciones

La excavación en zanja en este proyecto se considera como clasificada, dependiendo de los equipos de excavación necesarios en función de la pendiente del terreno.

7.2.5.3. Ejecución de las obras

Una vez terminadas las operaciones en la zanja, esta debe quedar integrada lo más posible en el entorno. Con objeto de aprovechar para esto el material excavado en la zona más superficial, que se encuentra más alterado, se procederá como sigue (de forma general para todos los tipos de zanja considerados):

Se excavará hasta una profundidad de unos 0,50-0,60 m y el material extraído se acopiará al lado de la zanja contrario a aquel en el que se sitúe el vial de la planta más cercano, con lo que se mantendrá lo más inalterado posible hasta el momento de su empleo. Las excavaciones se conservarán en buen estado, libres de materiales sueltos y escombros. Las tierras deberán ser apiladas a una distancia mínima de un metro del borde de la zanja y dispuestas para no afectar a su estabilidad. El volumen de excavación previsto, contando con que el factor de esponjamiento del material es de 1, será suficiente para el relleno de la zanja, descontando el volumen de arena necesario.

El material excavado en el resto de la profundidad de la zanja, de textura más rocosa y más difícil de integrar en el entorno, se acopiará al otro lado de la zanja, siguiendo las mismas directrices anteriores, hasta su empleo en otra unidad de obra o su transporte a vertedero.

Deben realizarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones y la buena ejecución de los trabajos.

Las paredes laterales de la excavación tendrán la forma y dimensiones exigidas en los planos.

El tapado de la zanja responderá al siguiente esquema general:

- 1) Tapado en primera fase



Zanja en campo: se procede a disponer una capa de unos 5 cm de lecho de arena sobre el que apoya la conducción. Se realizará la puesta en zanja del cableado de media tensión directamente sobre lecho de arena y de la canalización de control (en tubo corrugado de PVC de 63 mm de diámetro) utilizando para ello los medios adecuados. Una vez puesta en zanja, se procede a su tapado en primera fase, quedando recubiertos las conducciones por una capa de arena, debidamente compactada, según los planos tipo. En cuanto a la disposición del cable de tierras de 50 mm² se muestra en los planos correspondientes.

Zanja paso camino: se emplean estas zanjas en caso de existir cruzamiento con viales, utilizando hormigón H.M.20/B/40/1 para proteger las conducciones e impedir que el terreno ceda. En este caso, el cableado de media tensión se dispone en el interior de tubo corrugado de PVC de 240 mm, disponiéndose la canalización de control en el interior tubos corrugados de PVC de diámetro exterior 63 mm. La disposición del cable de tierras de 50 mm² se muestra en los planos correspondientes. La colocación del hormigón se realizará de manera que la conducción no sufra roturas ni deformaciones. Para ello se tomarán las siguientes precauciones:

- Se evitará el vertido directo de la masa de hormigón sobre la conducción a fin de no producir roturas ni desplazamientos. Para ello se utilizarán canaletas que dirigirán la caída del hormigón.
- Se extenderá el hormigón en tongadas de 30 cm máximo a fin de garantizar el llenado de huecos entre el fondo de la zanja y el tubo, entre el tubo y la pared.
- La compactación del hormigón se hará de forma cuidadosa tratando de no dañar el tubo y de facilitar el relleno de espacios libre con masa.
- El proceso de hormigonado se realizará completando el prisma en una determinada longitud, evitando la formación de juntas horizontales.

2) Cinta de señalización

Como señal de aviso y con el fin de evitar accidentes cuando en el futuro se realicen obras sobre la construcción instalada, se colocará a una distancia mínima de 20 cm de la conducción de potencia, una cinta de señalización (según Norma RU 02102-90).

3) Tapado en segunda fase



Con esta operación se completa el relleno de la zanja una vez colocadas las conducciones que van a discurrir por la misma. Se utilizará la tierra acopiada que estará libre cascotes de ramas y raíces, compactando con medios mecánicos por tongadas de < 25 cm de espesor máximo (95 % P.M.), hasta conseguir el tapado completo. En el caso de zanjas bajo cuneta, una vez completado el tapado, se procederá a la ejecución de la cuneta revestida con hormigón en masa HM-20, y unas dimensiones de 0,6 metros de anchura, una profundidad de 0,3 metros y un espesor de 10 cm, con taludes 1H:1V.

Una vez tapadas y rellenadas las zanjas, la cicatriz de la misma deberá eliminarse en lo posible, retirando los fragmentos rocosos de la superficie y cubriéndola con tierra vegetal donde lo requiera, a criterio del Director de Obra.

Como criterio general, se evitará los posibles cambios de dirección de los tubos. Las canalizaciones estarán debidamente selladas en sus extremos. Asimismo, estarán señaladas en el terreno, una vez que estén concluidas, con unos hitos de señalización pintados a modo de identificación de la zanja, y dispuestos cada 50 m, en los cambios de dirección y en las derivaciones.

En las zanjas de campo cada 70-80 m se dispondrá una arqueta cuadrada prefabricada de hormigón expandido, para el cable de telemando y el control del parque. En las zanjas de paso bajo camino se colocarán arquetas a la entrada y salida del paso.

En cada una de las arquetas, el tubo de PVC que protege la canalización de control será sellado exteriormente mediante espuma de poliuretano, al objeto de evitar la acción de los roedores.

7.2.5.4. Excesos inevitables

Los sobreanchos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director de Obra.

7.2.6. Excavaciones en cimientos

7.2.6.1. Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir los cajeados de cimentaciones de los centros de inversores.

Su ejecución incluye las operaciones de:

- Excavación.
- Nivelación y adecuación del terreno.
- Retirada de los productos sobrantes a vertedero, depósito o lugar de empleo.



7.2.6.2. Clasificación de las excavaciones

Se definen las siguientes unidades de excavación:

- Excavación en roca fácilmente ripable.
- Excavación en roca, con ripado duro o voladura.

7.2.6.3. Ejecución de las obras

Antes de comenzar las excavaciones se determinará el aprovechamiento de los materiales para la ejecución de otras unidades de obra o para otros objetivos de la propiedad.

La excavación se realizará con taludes 1:1 hasta superar el espesor de suelo residual, pasando a paredes verticales a partir de ese punto.

Los materiales excavados en los primeros 0,50-0,60 m deben acopiarse independientemente del resto de los productos extraídos para permitir su extendido final sobre el resto de los materiales vertidos en el relleno posterior de cubrición de las zapatas.

Los materiales no aprovechables en obra y que no sean útiles deberán ser transportados a vertedero. El Contratista deberá realizar a su costa, todas las gestiones legales y comerciales para la utilización de las zonas destinadas a vertedero. Deben formarse aguas hacia cauces naturales y tender taludes estables de forma que una vez terminados no dañen el aspecto general del paisaje. Todo esto sin perjuicio de las obligaciones que el Contratista adquiera con terceras personas.

Deben realizarse todas las entibaciones, protecciones y señalizaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones y la buena ejecución de los trabajos.

Podrá modificarse la profundidad de la cimentación a la vista de los productos extraídos. El Director de la Obra decidirá la base de la cimentación.

7.2.6.4. Excesos inevitables

Los sobrecargos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director de Obra.



7.2.7. Terraplenes y pedraplenes

7.2.7.1. Definición

A los efectos de lo previsto en las definiciones que figuran en los Artículos 330 y 331 del PG-3/75 se considera terraplén o pedraplén la extensión y compactación de suelos procedentes de las excavaciones o de préstamos.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada

Estas tres últimas, reiteradas cuantas veces sea preciso.

Vendrán incluidas en la unidad, no habiendo lugar a su abono por separado, las operaciones de acabado y refino de la explanación y taludes con las tolerancias que se fijan.

7.2.7.2. Materiales y ejecución de las obras

Previamente al extendido del terraplén se efectuará la eliminación de la capa vegetal en espesor definido por el Director de Obra.

Para la ejecución de los terraplenes o pedraplenes se utilizará el material de la excavación que cumpla las condiciones exigidas al material para terraplén o pedraplén.

En caso de empleo de materiales muy heterogéneos deberá efectuarse una mezcla suficiente, a juicio del Técnico Director, para su empleo o en caso contrario podrán ser rechazados.

En ningún caso se construirán terraplenes directamente sobre terrenos inestables. En el caso de precisarse, se interpondrá una capa de asiento de naturaleza y espesor tales que garanticen la adecuada cimentación del terraplén.

Las tongadas se extenderán siempre sobre superficies horizontales o con pendientes no superiores al 12%. Los apoyos a media ladera deberán escalonarse previamente mediante excavación para impedir la formación de planos inclinados favorables al deslizamiento.

En el caso de ser necesario realizar excavaciones no previstas en los Planos, para la cimentación del terraplén, su abono se realizará con el precio "M3 Excavación de la



explanación y cunetas en suelos y terrenos de tránsito, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de empleo.”

El espesor de tongadas más conveniente deberá determinarse de acuerdo con las características del material de terraplenado y de los tipos de compactadores a utilizar a la vista de los resultados de los ensayos efectuados en la obra. En el caso de emplear compactadores estáticos no se deberá superar en espesor de tongadas de treinta centímetros (30 cm.), pudiéndose determinar en cada caso el espesor de tongada óptimo para el material previa compactación con tres espesores diferentes.

En cualquier caso, se utilizarán rodillos de peso no inferior a ocho toneladas (8 tn.) y la compactación se efectuará con el número de pasadas que fuese necesario, hasta alcanzar la compactación necesaria.

En el caso de emplear rodillos vibrantes el espesor de tongadas podrá alcanzar los cuarenta centímetros (40 cm.) de acuerdo con las características granulométricas del material empleado. En este caso se utilizarán rodillos vibrantes con peso no inferior a doce toneladas (12 tn.) con el número de pasadas que fuese necesario, hasta alcanzar una compactación de al menos 98% de la máxima densidad obtenida en el ensayo de Proctor normal.

La humedad del material estará en + 2% de la humedad óptima del ensayo Proctor normal.

El sistema y maquinaria de compactación elegidos por el Contratista deberán ser aprobados por el Técnico Director.

La escarificación y compactación del terreno natural se hará en toda la anchura que ocupa la explanada futura tanto si va en desmonte como en terraplén y su profundidad no será inferior a treinta centímetros (30 cm.).

7.2.7.3. Tolerancias

La tolerancia máxima admisible entre los planos o superficies de taludes y coronación de terraplén de Proyecto y los realmente construidos estará comprendida entre +10 y 0 cm y no presentará irregularidades superiores a + 5 cm.

Estas tolerancias se entenderán tanto en la ejecución como al final del plazo de garantía.

7.2.7.4. Ensayos de control de calidad

Tanto para los terraplenes que se ejecuten con material procedente de los desmontes de la traza, como las que se ejecuta con material procedente de préstamos se realizarán:

- 10 Densidades “in situ” cada 5000 m² de tongada, según normas NLT-109 y 110.



- Las densidades obtenidas deberán ser > 100% Proctor Normal en coronación de terraplenes y > 95% en el núcleo y cimientos.
- 10 Humedades “in situ” en cada 5000 m² de tongada, que no podrán diferir + 2% de la humedad óptima del Proctor normal. Se realizarán de acuerdo a las Normas NLT-102-103.

7.2.8. Rellenos localizados

7.2.8.1. Definición

Estas unidades consisten en la extensión de suelos procedentes de las excavaciones para relleno de zanjas, saneos, trasdós de obras de fábrica, recubrimientos de zapatas o cualquier zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de maquinaria de elevado rendimiento.

Será de aplicación respecto a estos rellenos, junto a lo que seguidamente se señala lo preceptuado en el Artículo 332 del PG-3/75.

7.2.8.2. Materiales

El material para el relleno de las zanjas será el procedente de la excavación de los 0,50-0,60 m superiores de la propia zanja.

El material para recubrimiento de las losas de los centros de inversores será el procedente de la excavación de las mismas, empleándose en la coronación del mismo los materiales excavados más superficiales, debidamente segregados durante la excavación.

Los materiales a emplear en rellenos que forman parte de la infraestructura serán suelos semejantes a los que se empleen en las zonas correspondientes de los terraplenes.

7.2.8.3. Equipo necesario para la ejecución de las obras

Será obligatoria la aportación de maquinaria para extendido, humectación y compactación adecuada a las exigencias del relleno en este Pliego. El equipo de trabajo será aprobado por la Dirección de la Obra.

En principio el espesor de tongadas medidos después de la compactación no será superior a veinte (20) centímetros. No obstante, el Director de la obra podrá modificar este espesor a la vista de los medios disponibles y del resultado de los ensayos que se efectúen.



7.2.8.4. Ensayos de control de calidad

Se realizarán las medidas de densidad y humedad “in situ” de acuerdo con la Norma NLT- 109 y 110 y NLT-102-103 para cada tongada.

En todos los rellenos que estén dentro de la explanación, la densidad que se alcance después de la compactación no será inferior a la obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

En el resto de los rellenos la densidad que se alcance después de la compactación no será inferior al noventa y cinco (95) por ciento de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal.

7.2.9. Relleno de zanjas con material granular

7.2.9.1. Definición

Consiste en el relleno de la franja inferior de las zanjas de cables con material granular.

7.2.9.2. Materiales

El material para el relleno de la parte inferior de las zanjas será arena de río o de cantera.

7.3. PARTE 3ª.- DRENAJE

7.3.1. Cunetas de hormigón ejecutadas en obra

7.3.1.1. Definición

Esta unidad comprende la ejecución de cunetas y acequias de hormigón, construidas sobre un lecho de asiento previamente preparado.

Los tipos y dimensiones de las cunetas son los que figuran en los Planos correspondientes. El fondo se nivelará para asegurar la pendiente adecuada. El desagüe se hará a cauces o colectores apropiados y no se causará perjuicio a las propiedades colindantes ni a los márgenes en general.

En esta unidad está incluido:



- La preparación de la superficie de asiento.
- Los posibles rellenos
- La cuneta revestida propiamente dicha
- La nivelación
- Cualquier trabajo u operación auxiliar necesarios para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

7.3.1.2. Ejecución de las obras

Las cunetas de hormigón se ajustarán a la forma y dimensiones señaladas en los planos.

Una vez nivelada y compactada la superficie de asiento, se procederá al extendido del hormigón con los espesores que se señalan en los planos, poniendo especial cuidado en las conexiones de las cunetas con otros elementos, tales como arquetas, bajantes, etc.; evitándose que existan pérdidas en estas conexiones y estancamientos o rebosamientos.

7.3.1.3. Tolerancias

La diferencia con respecto a la cota teórica no será mayor o menor a 10 mm siempre que no haya retención de agua y se comprobará un punto cada 10 m en zona de pendientes inferiores a 2% y cada 20 m. en zonas de pendientes superiores.

7.3.1.4. Ensayos de control de calidad

Se realizarán:

- 6 probetas cada 100 m³ de hormigón o por cada día en que se utilicen más de 25 m³ para determinar la resistencia a compresión a 28 días de acuerdo con la Norma UNE-7240-7242.
- 3 ensayos de asentamiento en el cono de Abrams, según norma UNE 83313:1990, cada Cunetas no revestidas.

7.3.1.5. Definición

Esta unidad de obra se refiere a la ejecución de cunetas en desmontes y de cunetas de protección en pie de terraplenes.



En esta unidad de obra la excavación será no clasificada, incluyendo:

- La excavación y extracción de los materiales de la zanja que forma la cuneta, así como la limpieza del fondo de la excavación y el perfilado.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga en las zonas de empleo o almacenamiento provisional, incluso cuando el mismo material haya de almacenarse varias veces, así como la carga, transporte y descarga desde el último almacenamiento hasta el lugar de empleo o vertedero (en caso de materiales inadecuados sobrantes).
- La conservación adecuada de los materiales.
- Los agotamientos y drenajes que sean necesarios.
- Cualquier trabajo, u operación auxiliar necesarios para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

7.3.1.6. Ejecución de las obras

No se autorizará la ejecución de ninguna excavación que no sea llevada a cabo en todas sus fases con referencias topográficas precisas.

Las profundidades y dimensiones de la excavación serán las indicadas en los planos, a menos que el Técnico Director, a la vista de los terrenos que se presenten durante el desarrollo de la excavación, fije por escrito otras profundidades y/o dimensiones.

Si se produjeran desprendimientos, todo el material que cayese en la excavación será extraído por el Contratista.

Una vez acabada la excavación se procederá al perfilado de las paredes de la cuneta.

El Contratista informará al Técnico Director inmediatamente sobre cualquier fenómeno imprevisto, tal como irrupción de agua, movimiento del suelo, etc., para que puedan tomarse las medidas necesarias.

El Contratista tomará medidas inmediatas, que cuenten con la aprobación del Técnico Director, frente a los niveles acuíferos que se encuentran en el curso de la excavación.

En el caso de que el Contratista no tome a tiempo las precauciones para el drenaje, sean éstas provisionales o definitivas, procederá en cuanto al Técnico Director lo indique, al restablecimiento de las obras afectadas y correrán a su cargo los gastos originados por esta demora.



7.3.1.7. Tolerancias

Una vez alcanzado el fondo de la excavación se procederá a su limpieza y nivelación permitiéndose unas tolerancias respecto a la cota teórica en más o menos de cinco centímetros (+/- 5 cm) en el caso de tratarse de suelos, y en más cero y menos veinte centímetros (+/- 20 cm) en el caso de tratarse de roca.

7.3.2. Tubos de hormigón

7.3.2.1. Definición

Se definen como tubos de hormigón los que se obtienen mediante hormigón en masa, y se utilizan en la construcción de obras de fábrica.

La ejecución de esta unidad comprende la adquisición del tubo, su colocación en obra y la ejecución de las juntas.

7.3.2.2. Materiales

Los materiales a emplear en la fabricación de los tubos cumplirán las condiciones exigidas.

Los tubos de hormigón se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón.

Deberán resistir una presión hidrostática de prueba de cinco (5) atmósferas sin presentar exudaciones, poros o quiebras de ninguna clase y comprobará su resistencia debiendo ésta en cada caso ser la necesaria para soportar la carga del terreno.

En todo caso, los tubos obtenidos serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

El Director de las obras podrá exigir las pruebas de resistencia que estime necesarias. Al tubo de sección circular se le aplicará el ensayo de las tres (3) generatrices de carga según la Norma ASTM C.497-72.

Los tubos serán perfectamente lisos, circulares, de generatriz recta y bien calibrados. La flecha máxima medida por el lado cóncavo de la tubería será de un centímetro por metro (1 cm/m).

La superficie interior será razonablemente lisa y no se admitirán más defectos que los de carácter accidental o local, siempre que no supongan merma de la calidad de los tubos ni de su capacidad de desagüe.

Las juntas se realizarán mediante junta de goma.



7.3.2.3. Ejecución de las obras

Antes de proceder a la colocación de los tubos se procederá a la sustitución del terreno existente por debajo de la generatriz de apoyo del tubo por 15 cm de hormigón HM-20.

Esta base de apoyo tendrá una anchura igual o superior al diámetro exterior del tubo más 20 cm.

La colocación de los tubos con el diámetro que se indica en los planos se hará en contrapendiente, evitando cualquier operación que pueda dañar a los mismos, comprobándose su correcta colocación antes de proceder al encaje definitivo con su junta de goma.

Una vez montado el tubo de acuerdo con lo indicado anteriormente, se procederá a la ejecución de arquetas y aletas, ajustándose a las dimensiones que figuran en los planos para cada uno de dichos elementos, y lo más rápidamente posible, con el fin de evitar que el agua produzca daños a las obras.

Posteriormente se encofrarán por ambos lados y se hormigonarán en toda su circunferencia, según planos.

7.3.2.4. Tolerancias

No podrá tener más de un 5% en espesores y de un 2% en dimensiones lineales, que no afecten a la funcionalidad.

La desviación de la línea recta máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia no será en ningún caso superior a 5 mm para tubos de longitud igual a un metro. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

En todos los casos, el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo. Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de dos diámetros perpendiculares cualquiera.



7.4. PARTE 4ª.- FIRMES

7.4.1. Zahorras artificiales

7.4.1.1. Definición

Zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

7.4.1.2. Configuración granulométrica

El uso previsto en el presente proyecto para la zahorra artificial es el Z-1 salvo disposición en contrario por parte del Director de Obra. La granulometría de esta zahorra artificial será:

Tamices UNE	Cernido Ponderal acumulado %
50 mm	100
40 mm	70-100
25 mm	55-85
20 mm	50-80
10 mm	5-15
5 mm	30-60
2 mm	20-45
0,40 mm	10-30
0,08 mm	5-15

Tabla 1. Granulometría de la zahorra artificial.

El porcentaje que pasa por el tamiz de 0,08 mm, será inferior a la mitad del porcentaje que pasa por el tamiz 0,40 mm, en peso.

7.4.1.3. Calidad

Las características de los áridos de la zahorra artificial serán:

CARACTERISTICAS	NLT	LIMITACIONES
-----------------	-----	--------------



Áridos con 2 o más caras de fractura	358	>50%
Índice de Lajas	354	<30
Desgaste de los Angeles	149	<35
Equivalente de arena	113	>30
Plasticidad	105-106	No plástico

Tabla 2. Características de los áridos de la zahorra artificial.

7.4.1.4. Ejecución de las obras

Antes de proceder a extender la zahorra artificial será preceptivo que el Director de la Obra lo autorice por escrito en el Libro de Órdenes, después de comprobar el resultado de los ensayos e informes de Equipo de Dirección para asegurarse de que la planimetría como la compactación de la explanada son las correctas. Dichos resultados deberán estar especificados en el Libro de Incidencias.

En los puntos de extracción o de procedencia del material deberá acopiarse éste en cantidad suficiente para asegurar un suministro homogéneo a la obra. Dicho acopio será controlado diariamente por el Equipo de Dirección de obra indicando todos los días los resultados de laboratorio obtenidos en el Libro de Incidencias, antes de proceder a su empleo.

La extensión podrá efectuarse mediante motoniveladoras o extendedoras, pero, en cualquier caso, en espesores no superiores a treinta centímetros (30 cm.).

La humectación de la zahorra artificial, para alcanzar el óptimo del ensayo Proctor modificado podrá realizarse en central o in situ, pero en cualquier caso antes de empezar la compactación. Se admitirá una tolerancia máxima del 2 % respecto al óptimo, y se preferirá el lado seco al húmedo.

La compactación se realizará con rodillos vibratorios y/o compactadores de neumáticos pesados, realizando un tramo de prueba previo determinado por el Director de la Obra que permita determinar el número de paradas y el nivel de humedad más adecuado al equipo disponible.

Durante las obras, en épocas secas, se realizarán riegos periódicos de toda la plataforma de rodadura para evitar la formación de polvo y favorecer la compactación por uso. La frecuencia de los riegos la establecerá el director de obra, pudiendo requerirse hasta dos riegos semanales. En caso de rodarse sobre la explanación en terreno natural o en terraplén, se mantendrá el mismo criterio de riegos.



7.4.1.5. Especificaciones de la unidad terminada

7.4.1.5.1. Densidad

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima obtenida en el ensayo "Proctor modificado", según la norma NLT 108/72, efectuando las pertinentes sustituciones de materiales gruesos.

El ensayo para establecer la densidad de referencia se realizará sobre muestras de material obtenidas "in situ" en la zona a controlar, de forma que el valor de dicha densidad sea representativo de aquélla. Cuando existan datos fiables de que el material no difiere sensiblemente, en sus características, del aprobado en el estudio de los materiales y existan razones de urgencia, así apreciadas por el Técnico Director, se podrá aceptar como densidad de referencia la correspondiente a dicho estudio.

7.4.1.5.2. Tolerancias geométricas de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) en los puntos de control de espesores, de acuerdo con los Planos, y bordes de perfiles transversales cuya separación no excede de la mitad ($\frac{1}{2}$) de la distancia entre los perfiles del Proyecto, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas.

La citada superficie no deberá diferir de la teórica en ningún punto en más de veinticinco milímetros (25 mm).

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Será optativa del Técnico Director la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el Constructor, a su cargo. Para ello se escarificará en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm.), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a compactar y refinar.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento, el Técnico Director podrá aceptar la superficie.



7.4.1.6. Ensayos de control de calidad

7.4.1.6.1. Control de procedencia

Antes del inicio de la producción, se reconocerá cada procedencia, determinándose su aptitud en función del resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible, mediante toma de muestras en los acopios o a la salida de la cinta de las instalaciones de machaqueo.

Para cualquier volumen de producción previsto se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Humedad natural, según la Norma 102/72
- Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72
- Límite líquido e Índice de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72.
- Proctor modificado, según la Norma NLT 108/72
- Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72
- Índice de lajas, según la Norma NLT 354/74
- CBR, según la Norma NLT 111/78
- Desgaste Los Angeles, según la Norma NLT 149/72
- Coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86

Además, sobre una (1) de las muestras se determinará el peso específico de gruesos y finos, según las Normas NLT 153/76 y 154/76.

1.1.1.1.1. Control de producción

Se realizarán los siguientes ensayos:

Por cada mil metros cúbicos (1000 m³) de material producido.

- Proctor modificado, según la Norma NLT 108/72
- Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72
- Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72

Cada cinco mil metros cúbicos (5000 m³) de material producido.

- Índice de lajas, según la Norma NLT 354/74



- Límite líquido de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72
- Coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86

Cada quince mil metros cúbicos (15000 m³) de material producido, o una (1) vez al mes si se emplea menos material:

- Desgaste Los Angeles, según la Norma NLT 149/72

1.1.1.1.2. Control de ejecución

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al material uniforme que entre en doscientos cincuenta metros (250 m) de calzada o en la fracción construida diariamente si ésta fuere menos.

Las muestras se tomarán, y los ensayos "in situ" se realizarán, en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinalmente como transversalmente.

7.4.1.7. Compactación

Sobre una muestra de efectivo seis unidades (6 Ud) se realizarán ensayos de:

- Humedad natural, según la Norma NLT 102/72
- Densidad "in situ", según la Norma NLT 109/72

7.4.1.8. Materiales

Sobre cada uno de los individuos de la muestra tomada para el control de compactación, según el apartado 501.7.3.1. del presente Artículo, se realizarán ensayos de:

- Granulometría por tamizado, según la Norma 104/72
- Proctor modificado, según la Norma NLT 108/72

7.4.1.9. Criterios de aceptación o rechazo del lote

La densidad media obtenida en la tongada compactada no deberá ser inferiores a las especificaciones dadas en el plano correspondiente al detalle de camino; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta dos (2) puntos porcentuales por debajo de la densidad exigida.



Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán por sí solos base de aceptación o rechazo.

Si durante la compactación apareciesen blandones localizados, se corregirán antes de indicar el muestreo.

Para la realización de ensayos de humedad y densidad podrán utilizarse métodos rápidos no destructivos, tales como isótopos radiactivos, carburo de calcio, picnómetro de aire, etc., siempre que mediante ensayos previos se haya determinado una correspondencia razonable entre estos métodos y las Normas NLT 102/72 y 109/72.

Caso de no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta alcanzar las densidades y módulos especificados.

7.5. PARTE 5ª.- ESTRUCTURAS

7.5.1. Armaduras a emplear en hormigón armado

7.5.1.1. Definición

Se define como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

7.5.1.2. Materiales

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en el artículo 31 de la EHE.

Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán del tipo B-500-S.

7.5.1.3. Colocación

Se efectuará de acuerdo con los artículos 66 y 67 de la EHE.

Las armaduras se cortarán y doblarán ajustándose a las dimensiones e indicaciones dadas en los planos, del Proyecto.

Las distancias entre las armaduras y los encofrados se mantendrán mediante separadores dispuestos según el artículo 66.2 de la EHE. El tipo de separador a utilizar se ajustará a lo especificado en el artículo 37.2.5 de la EHE, debiendo contar además con



la aprobación de la Supervisión de Obra. Los materiales a emplear como separadores serán hormigón o plástico; en ningún caso se admitirá madera ni materiales cerámicos.

Cuando sea necesario colocar solapes no previstos en los planos su disposición deberá ser aprobada previamente por la Supervisión de Obra.

Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

7.5.1.4. Tolerancias geométricas de las obras

Respecto a la fabricación de las armaduras las tolerancias serán las siguientes:

- Longitud de corte ± 25 mm
- Altura y longitud de barras dobladas 0,-12 mm
- Estribos y cercos ± 12 mm
- Todos los demás doblados ± 25 mm

En la colocación de las armaduras las tolerancias serán:

a) Recubrimiento:

- Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón + 10 mm
- Estructuras + 6 mm
- Losas + 6 mm

b) Distancia entre barras:

- Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón + 15 mm
- Estructuras + 6 mm
- Losas + 6 mm

7.5.1.5. Ensayos de control de calidad

El control de la calidad de los aceros que se empleen se efectuará de acuerdo con el artículo 90 de la EHE, según el nivel de control fijado en los planos de proyecto.

7.5.1.6. Medición y abono

El acero se abonará por kg realmente ejecutado, al precio de:



- Kg de Acero corrugado B-500-S para armar, cortado, doblado y montado, según planos 01.12 del Proyecto de Ejecución, incluso despuntes y separadores, totalmente terminado según la norma EHE.

7.5.2. Hormigones

7.5.2.1. Definición

Los hormigones cumplirán las condiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE y en la Instrucción RC-97.

7.5.2.2. Cemento

El cemento a emplear en la fabricación de los hormigones será el especificado en anteriores apartados del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

7.5.2.3. Adiciones

Se definen como aditivos aquellos productos, excepto cemento, áridos y agua, que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus características.

Cumplirán las prescripciones del artículo 29 de la EHE.

Los aditivos solo podrán emplearse con la aprobación escrita y previa por parte de la Supervisión de Obra. Para ello el Contratista propondrá el tipo de producto y la dosificación a emplear a la Supervisión de Obra, que lo aprobará o rechazará, previo ensayo si lo considera oportuno.

No obstante, se establecen las siguientes limitaciones. Si se emplea cloruro cálcico como acelerador de fraguado su dosificación será igual o menor al 2% en peso del cemento, pudiendo llegar al 3,5% si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, y solamente para hormigones en masa.

7.5.2.4. Tipos

Los tipos de hormigón definidos a ejecutar en el presente proyecto corresponderán a los siguientes: HM-15, HM-20, HA-25 y HA-30.



7.5.2.5. Dosificación del hormigón

Se efectuará de acuerdo con las prescripciones del artículo 68 de la EHE, con las modificaciones incluidas en la presente Especificación.

El estudio de la dosificación se hará siempre con ensayos previos, de acuerdo con los artículos 30, 37 y 68 de la EHE.

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse antes de que la Supervisión de Obra haya aprobado la fórmula de trabajo propuesta por el Contratista. Dicha fórmula señalará exactamente:

- La granulometría de los áridos combinados.
- Las dosificaciones de cemento, agua y eventualmente aditivos por m³ de hormigón fresco.
- La consistencia, indicada por el descenso en el cono de Abrams.

La fórmula de trabajo para un mismo hormigón habrá de ser reconsiderada si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo de cemento.
- El tipo, absorción o tamaño del árido grueso.
- El módulo granulométrico del árido fino en más de dos décimas.
- La naturaleza o proporción de aditivos.
- El método de puesta en obra.

7.5.2.6. Fabricación del hormigón

Se realizará de acuerdo con el artículo 69 de la EHE, con las modificaciones que se incluyen en esta especificación.

El amasado se efectuará siempre en hormigonera, con medición de las cantidades de cemento y de áridos por peso y del agua en volumen.

Solamente en obras de escasa importancia y para pequeñas cantidades de hormigón, podrán dosificarse los áridos en volumen, con autorización previa por escrito de la Supervisión de Obra, y amasando siempre en hormigonera.

Los materiales se verterán dentro de la hormigonera en el siguiente orden:

1. Una parte de la dosis de agua (aproximadamente la mitad).



2. El cemento y la arena simultáneamente.
3. La grava.
4. El resto del agua hasta completar la dosis requerida.

Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida directamente en la hormigonera.

7.5.2.7. Transporte y puesta en obra del hormigón

Se efectuará de acuerdo con lo especificado en los artículos 69 y 70 de la EHE y en esta especificación.

El transporte se efectuará tan rápidamente como sea posible y de forma que no transcurra más de hora y media desde su amasado hasta su colocación definitiva.

El sistema de transporte deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra.

Cuando el transporte se realice en camiones, estarán provistos de agitadores y la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto.

Durante el período de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

7.5.2.8. Colocación y compactación

No se permitirá una altura libre de caída del hormigón durante su colocación mayor de 1,75 m. Para alturas mayores deberán adoptarse disposiciones especiales de vertido, que deberán someterse a la aprobación de la Supervisión de Obra.

El espesor de las tongadas será el necesario para conseguir que la compactación alcance a todo el interior de la masa sin producir disgregación de la mezcla.

Este espesor en ningún caso será superior a 50 cm.

Cuando el hormigonado deba efectuarse sin interrupción y por tongadas sucesivas, estas se extenderán y compactarán antes de que se inicie el fraguado en la inmediatamente inferior.

La compactación se efectuará de un modo continuo durante el vertido del hormigón. No se verterá una nueva tongada sin haber compactado completamente la anterior.

La compactación se efectuará siempre con vibrador y de acuerdo con el artículo 70 de la EHE. El tipo de vibrador deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra, debiendo contarse con al menos un vibrador de reserva durante el hormigonado.



7.5.2.9. Juntas de hormigonado

Se ejecutarán de acuerdo con el artículo 71 de la EHE.

No se harán más juntas de hormigonado que las previstas en los planos, y aquellas que, sin estar previstas en los planos, hayan sido autorizadas por escrito por la Supervisión de Obra.

La posición, forma y refuerzos de las juntas de construcción serán las indicadas en los planos de proyecto o, en su defecto, las propuestas por el Contratista y aprobadas por la Supervisión de Obra.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante al menos diez días, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Cuando por causas de fuerza mayor sea necesario cortar el hormigonado de forma imprevista, se hará siempre con la supervisión de la Dirección de Obra y cortando a un quinto de la luz del último elemento completamente hormigonado, y seccionando el corte de hormigonado con inclinación de 45º respecto el eje del elemento a hormigonar.

El tratamiento de la junta, antes de continuar el hormigonado se hará por alguno de los procedimientos autorizados por el EHE, pero en todo caso con la aprobación de la Supervisión de Obra.

No se permitirá el vertido de hormigón sobre otro anterior cuando éste no sea susceptible de ser vibrado, porque se haya iniciado el principio de fraguado o cuando la Supervisión de Obra estime que puede ser perjudicial a la adherencia entre las armaduras y el hormigón. Si se produce, por consiguiente, una nueva junta de construcción, y si está situada en lugar no aceptable a juicio de la Supervisión de Obra, se deberá picar y demoler el hormigón necesario con el fin de trasladar la junta a la posición debida, siendo todos estos trabajos a expensas del Contratista.

La Supervisión de Obra podrá exigir la utilización de resinas epoxi para la ejecución de las juntas de hormigonado.

Se exigirá la utilización de resinas epoxi para la reparación de coqueras y otros defectos en el hormigón. La forma de realizar esta reparación deberá ser aprobada por la Supervisión de la Obra y será a expensas del Contratista. No podrá efectuarse ninguna reparación sin autorización previa de la Supervisión de Obra.



7.5.2.10. Hormigonado en condiciones especiales

7.5.2.10.1. Hormigonado en tiempo frío

Se atenderá a lo especificado en el artículo 72 de la EHE.

Ningún ingrediente utilizado deberá contener hielo, nieve, o cualquier elemento deteriorante.

La utilización de acelerador de fraguado y/o los métodos a emplear para garantizar la calidad del hormigón colocado deberán ser aprobados previamente por la Supervisión de Obra.

En todo caso, los procedimientos empleados para calentar el hormigón y el encofrado no deben tener ningún efecto de secado sobre el hormigón.

Una vez se haya vertido el hormigón, la temperatura del mismo deberá mantenerse por encima de 5º C hasta que se haya endurecido lo suficiente.

El hormigón deberá protegerse de la helada, por procedimientos suficientemente sancionados por la práctica, durante un intervalo mínimo de 72 horas. Si se emplea cemento aluminoso o acelerantes de fraguado, el intervalo mínimo podrá rebajarse a 36 horas.

Al comienzo de los trabajos el Contratista propondrá a la Supervisión de Obra, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando la temperatura mínima diaria descienda de +5ºC en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar al menos lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M2 de lámina de plástico o lonas dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Tabla de tiempos desencofrado/temperaturas en los N días desde el hormigonado.
- Nº de probetas de información a conservar en el mismo lugar y condiciones de la pieza hormigonada y que servirán para controlar el comportamiento del hormigón.
- Métodos y maquinaria dispuesta para calentar materiales.
- Duración de las medidas de protección.



7.5.2.10.2. Hormigonado en tiempo caluroso

Se atenderá a lo especificado en el artículo 73 de la EHE.

Se adoptarán las medidas necesarias para que la temperatura de la masa de hormigón en el momento de colocarse en obra no sea superior a 30°C.

Cuando la temperatura ambiente sea superior a 40°C, solamente se podrá hormigonar con autorización previa de la Supervisión de Obra. Para ello el Contratista deberá presentar, con anterioridad al comienzo de la puesta en obra del hormigón, una propuesta de método a emplear para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

La precaución mínima a tomar será la de regado continuo de las superficies del hormigón durante diez días.

Al comienzo de los trabajos, el Contratista propondrá a la Supervisión de Obra, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando las temperaturas máximas diarias superen los 35° C en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar, al menos, lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M3 de arena dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Nº de operarios y turnos de trabajo.
- Toldos y estructuras que dispondrá en obra para protección de superficies.
- Redes provisionales de agua a instalar o en su defecto maquinaria auxiliar que dispondrá en obra.
- Duración de las medidas de protección.

7.5.2.11. Curado

Se efectuará de acuerdo con el artículo 74 de la EHE.

El procedimiento de curado deberá ser aprobado previamente por escrito por la Supervisión de Obra, que fijará también el plazo mínimo a que debe extenderse.

Cuando el procedimiento sea por riego directo con agua, el curado se prolongará como mínimo durante siete días a partir del hormigonado.



El Contratista protegerá durante la ejecución de las obras todas las superficies hormigonadas contra cualquier tipo de agresión, como pisadas, rodaduras, vibraciones del encofrado, etc. hasta que el hormigón esté totalmente curado, así como contra vibraciones de temperatura, lluvias, corrientes, aguas, heladas, sobrecargas, y cualquier otro tipo de acción que pudiera causarles daños.

7.5.2.12. Control de calidad

Se hará de acuerdo con lo prescrito en el artículo 82 de la EHE. El control de los hormigones se efectuará de acuerdo con las prescripciones de los títulos 3º y 6º de la EHE, y con esta especificación.

En cada obra se contratarán los servicios de un laboratorio de Control de Calidad convenientemente acreditado, para efectuar los controles, ensayos y tomas de muestras que sean necesarios. Los niveles de control para el hormigón y el acero serán los indicados en los planos del proyecto, o en su defecto, los previstos en el pedido efectuado al laboratorio.

En caso de que el Contratista tenga previsto disponer en obra de su propia infraestructura de control, presentará a la Supervisión de Obra un procedimiento de ensayos y control de obra antes de iniciar los trabajos. Para los ensayos no periódicos avisará a la Supervisión de Obra con la suficiente antelación para que pueda asistir y comprobar los resultados.

En todo caso los resultados de los ensayos realizados por el Contratista deberán ser enviados a la Supervisión de Obra.

Por otra parte, el Contratista facilitará a la Supervisión de Obra el acceso al Laboratorio de Obra, caso de existir y depender del mismo, y a aquellos que realicen ensayos para la misma obra. También le facilitará el acceso a la documentación no económica de la obra, a los distintos tajos o lugares de trabajo, y a los talleres o instalaciones de terceros donde se realicen trabajos con destino a la misma.

7.5.2.12.1. Control de la consistencia del hormigón

Se atenderá a lo especificado en el artículo 83 de la EHE.

7.5.2.12.2. Control de la resistencia del hormigón

Se efectuará de acuerdo con el artículo 84 de la EHE y con esta especificación.

El control será de tipo estadístico y se procederá a realizar una determinación de resistencia por cada hormigonado de zapata, es decir:



- 1 determinación de resistencia por cada losa.

El número de probetas para cada determinación de resistencia no será inferior a cinco, de las cuales dos serán rotas por compresión a los 7 días, dos a los 28 días y la quinta se conservará hasta el final de la obra.

La resistencia media de las probetas ensayadas a los 7 días servirá únicamente para tomar decisiones respecto a la dosificación, para garantizar la obtención a los 28 días, en series sucesivas, la resistencia característica especificada en los planos. Si la rotura de las probetas a los siete días se produjera a una carga media inferior a $0,6 f_{ck}$ ó $0,7 f_{ck}$ (según se use cemento de endurecimiento normal o de endurecimiento rápido), el Contratista modificará la fórmula de trabajo y se aumentará al doble el número de probetas de control hasta que cuatro series consecutivas rompan a una carga media superior a las anteriormente indicadas, independientemente de las medidas que el Contratista, en todo caso, deberá adoptar para averiguar la causa de la disminución de resistencia, de cuyas causas y del procedimiento de corrección informará a la Supervisión de Obra para su aprobación.

Con las probetas ensayadas a los 28 días de edad se determinará la resistencia característica estimada, atendiendo a lo marcado en el artículo 88.4. de la EHE, y afectada por el correspondiente factor de corrección K_N ; dicha resistencia característica estimada deberá ser, en cualquier serie de las realizadas, mayor o igual a la especificada en los planos.

Los criterios de aceptación serán los siguientes:

- Si f_{est} es mayor o igual que f_{ck} , la obra se aceptará.
- Si f_{est} es menor o igual que $0,90 f_{ck}$, la obra se demolerá.
- Si f_{ck} es mayor que f_{est} y f_{est} mayor que $0,90 f_{ck}$ se realizarán ensayos o pruebas descritos en el párrafo b) del apartado 88.5 de la EHE, a juicio de la Supervisión de Obra.

7.5.3. Encofrado y moldes

7.5.3.1. Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro del hormigón. Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o de otro material rígido, que reúna análogas condiciones de eficacia para el uso a que se destina.



En cualquier caso, los materiales que se vayan a emplear tendrán las superficies destinadas a estar en contacto con el hormigón lo suficientemente uniformes y lisas para lograr unos paramentos que presenten, en cada caso, el aspecto requerido.

Además, los materiales a emplear para encofrados no deberán contener sustancias agresivas para la masa de hormigón.

Para cimbras y apeos podrán emplearse los mismos tipos de materiales indicados para los encofrados con la condición de que posean una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin deformaciones perjudiciales, las acciones que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado.

7.5.3.2. Ejecución

El proyecto y dimensionamiento de todos los encofrados y cimbras, así como su construcción, será responsabilidad del Contratista.

Para su ejecución y colocación se atenderá a las prescripciones contenidas en el artículo 65 de la EHE.

Tendrán una resistencia y rigidez suficientes para mantener la posición y la forma de tal manera que no se produzcan deformaciones superiores a 5 mm en zonas locales, ni superiores a la milésima de la luz para las de conjunto.

En las aristas de los encofrados de los bordes y esquinas del hormigón que van a quedar expuestos, se colocarán berenjenos para obtener un chaflán de 25 mm a 45°.

El descimbrado y desencofrado se realizará de acuerdo con el artículo 65 de la EHE.

Antes de proceder al descimbrado y desencofrado de los elementos resistentes principales el Contratista solicitará el permiso correspondiente de la Supervisión de Obra.

7.5.3.3. Tolerancias

- En ningún caso se tolerarán en los encofrados rebabas, resaltos, etc. mayores de dos milímetros.
- No podrá haber movimientos locales mayores de 3 mm ni de conjunto superior a la milésima (1/1000) de la luz.
- Las juntas de encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros para evitar las pérdidas de lechada, pero deben dejar el hueco necesario para evitar que por defecto de la humedad durante el hormigonado se compriman y deformen tableros.



- La tolerancia máxima admisible de los elementos verticales, horizontales, curvos o inclinados de las superficies definidas en proyecto y las realmente construidas estará comprendida entre 0 y + 1 cm en superficies exteriores y entre 0 y -1 cm en superficies interiores.
- La tolerancia máxima admisible de los elementos verticales, horizontales, curvos o inclinados de las superficies vistas de hormigón, entre los planos o superficies definidas en proyecto y las realmente construidas estarán comprendidas entre 0 y 0,5 cm.

8. Instalaciones eléctricas

8.1. PARTE 6ª.- SEÑALIZACIÓN Y ARQUETAS

8.1.1. Bandas de señalización

8.1.1.1. Definición

Se define como tal la banda bicolor de material plástico que se coloca para señalización de la zanja durante su construcción.

8.1.2. Hitos de señalización

8.1.2.1. Definición

Se define como hitos de señalización aquellos elementos permanentes de señalización de la situación de la zanja. Se colocará una unidad cada 50 m de zanja.



8.1.3. Arquetas

8.1.3.1. Definición

Las arquetas vienen definidas en los planos del proyecto. Se colocará una cada 70-80 m de zanja en campo, al inicio y al final de las zanjas pasa caminos y en tramos con cambio de dirección.

8.2. Instalaciones subterráneas

8.2.1. Generalidades

Los materiales cumplirán las especificaciones de las normas UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en los reglamentos vigentes.

Los conductores se instalarán en el fondo de zanjas convenientemente preparadas que cuando se trate de zonas urbanizadas, se abrirán preferentemente a lo largo de paseos o aceras.

8.2.2. Conductores directamente enterrados

El tendido de los cables se realizará con sumo cuidado, evitando la formación de torceduras, así como los roces perjudiciales y tracciones exageradas.

La curvatura que se dará a los cables no será superior a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor de 6 veces el diámetro exterior del cable.

Los cables se instalarán en zanjas a una profundidad mínima de 60 cm por debajo del suelo o pavimento terminado, salvo lo dispuesto para cruzamientos, disponiéndose entre dos capas de arena de 5-20 cm de espesor, como mínimo. Sobre la capa superior se colocará una cobertura de aviso y protección contra golpes de pico, constituida por una hilera continua de ladrillos, bloques u otros materiales adecuados.

La arena utilizada para servir de asiento y recubrir los cables será silíceo y estará exenta de sustancias terrosas o extrañas, piedras u otros objetos de bordes cortantes.

Se recomienda disponer cada metro de abrazaderas de plancha de plomo, con indicación de las características y servicio del cable, para permitir su fácil identificación.



8.2.3. Conductores Entubados

En caso de instalarse los conductores dentro de conductos enterrados, se dispondrá un solo cable (o un conjunto de conductores unipolares que constituyan un sistema) por conducto y se establecerán registros suficientes y convenientemente dispuestos a modo que la sustitución, reposición ampliación de los conductores pueda efectuarse fácilmente. Los conductos protectores de los cables estarán constituidos por tubos de plástico (PVC) o fibrocemento.

Los tubos descansarán sobre capa de arena de espesor no inferior a 5 cm, quedando enterrados a una profundidad mínima de 60 cm bajo el suelo, salvo lo dispuesto en cruzamientos con otras conducciones.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable. Los tubos se colocarán completamente limpios en su interior, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

8.2.4. Cruzamientos

Sin perjuicio de lo que al respecto puedan imponer los organismos competentes o afectados, se establecen las siguientes condiciones:

- Con calles y carreteras: los conductores se colocarán en conductos, a un mínimo de 60 cm de profundidad, resistentes y de diámetro suficiente para un fácil deslizamiento de los conductores por su interior.
- Bajo las aguas circunstanciales: es válido lo antedicho aumentando la profundidad de un metro.
- Con canalizaciones de agua: los conductores se mantendrán a 20 cm como mínimo de dichas canalizaciones.

8.2.5. Proximidades y Paralelismos

En lo referido a la separación entre conductores de la misma naturaleza:

- Entre conductores de energía eléctrica: separación mínima de 25 cm en caso de conductores de MT y 12,5 cm entre conductores de BT.
- Entre conductores de telecomunicación: separación mínima de 5 cm.



- Canalizaciones de agua y gas: separación mínima de 20 cm, tomándose en caso de conducciones de gas, las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductores a fin de evitar la posible acumulación de gases en los molinos.

8.2.6. Instalaciones de puesta a tierra

Para la ejecución del montaje se deberá realizar las siguientes operaciones:

- Suministro y transporte de los materiales a utilizar, hasta el lugar de la obra.
- Montaje coordinado con los trabajos de obra civil de las cimentaciones.
- Tendido del anillo con derivaciones a las picas y realización de las soldaduras aluminotérmicas.
- La conexión entre cables subterráneos se resolverá mediante soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión, con el auxilio de moldes en “T” o en “cruz” necesarios, según sus características de utilización. Tanto los cables como los moldes, en el momento del montaje deberán estar libres de impurezas y secos, en evitación de posibles porosidades en las soldaduras.
- Hincado de picas acero-cobre con los accesorios adecuados y conexión con apriete de doble tornillo.
- Colocación de tubos pasacables, a través de la parrilla de la cimentación, previo corte de aquellas por el contratista de la obra civil, si es necesario.
- Tendido de la línea de enlace de tierras con cable de cobre desnudo, se realizará por la misma zanja que la red de media tensión, con soldaduras aluminotérmicas para las derivaciones a cada uno de los centros de inversores. Se efectuará en coordinación con la apertura de zanjas y con el tendido de los conductores de M.T. y de fibra óptica.

Conviene resaltar que las pletinas de cobre para conexión y verificación montadas sobre aisladores de 7,2 KV, y la red de tierras con cable desnudo, no se posarán ni rozarán directamente sobre elementos metálicos, para evitar la oxidación de aquellos por formación de “par galvánico”. Esta condición se hará extensiva a las conexiones en general, que deberán resolverse mediante terminales en bronce con tornillería galvanizada. La limpieza del cable y de las superficies objeto de P. a T., así como el



terminal empleado, deberá formar un conjunto cuya resistencia de contacto eléctrico sea inferior a 2Ω .

8.3. Sistema de monitorización

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación será fácilmente accesible para el usuario.



Madrid, diciembre de 2020

Juan Pedro Conejo Sánchez

Colegiado nº 26199

Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Madrid





www.isemaren.com

Correo

info@isemaren.com

Dirección

Calle Menorca Nº3, planta 5 – 28009 Madrid

