

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ESTERA

PRO19-06-005

NºEXP.: GZ-2021-036

VILLANUEVA DE GÁLLEGO, ZARAGOZA, ESPAÑA

**SEPARATA PARA
EXCMO. AYUNTAMIENTO DE VILLANUEVA DE GÁLLEGO**

Valencia, octubre 2021

*el Ingeniero Técnico Industrial
José Miguel Cejalvo Toledo
Nº de colegiado 8373 - Valencia*

DOCUMENTO 01. MEMORIA

CONTENIDO

ACRÓNIMOS.....	5
MEMORIA	6
1. INTRODUCCIÓN	6
1.1 Datos Generales	6
1.2 Promotor e ingeniería	6
1.3 Localización.....	6
1.4 Accesos	8
2. GENERALIDADES	9
2.1 Objeto.....	9
2.2 Reglamentos leyes y normas	10
2.3 Datos generales del proyecto	14
3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA	14
3.1 Ocupación.....	14
3.2 Construcción	15
3.3 Perfil del horizonte	15
3.4 Disponibilidad de parcela	16
3.5 Afecciones	19
3.6 Ficha General del proyecto.....	20
3.7 Tabla de potencias	20
3.8 Descripciones Generales.....	21
4. EQUIPOS PRINCIPALES	25
4.1 Panel	25
4.2 Estructura	27
4.3 Centro de Transformación	29
4.4 Centro de seccionamiento	31
4.5 Inversor	32
4.6 Transformador de Potencia	37
4.7 Celdas de Media Tensión	38
5. INSTALACION ELÉCTRICA	40
5.1 Instalación de BT en CC.....	40
5.2 Instalación de BT en CA de generación	48
5.3 Instalación de BT para SSAA en CA	49
5.4 Instalación de puesta a tierra	52

5.5	Instalación de MT.....	53
6.	MONITORIZACIÓN.....	57
6.1	Topología.....	57
6.2	Instalación en el Centro de Transformación.....	58
6.3	Nivel de la Sala de Control del edificio de Operación y Mantenimiento.....	58
7.	SEGURIDAD.....	59
7.1	Control de Acceso.....	59
7.2	Software de control de acceso.....	59
7.3	Sistema de CCTV.....	59
7.4	Detectores de Intrusión.....	60
7.5	Sistema de seguridad.....	60
8.	OBRA CIVIL.....	62
8.1	Preparación del terreno.....	62
8.2	Drenaje.....	63
8.3	Zanjas.....	64
8.4	Arquetas.....	65
8.5	Vallado.....	66
8.6	Caminos.....	67
8.7	Centro de Transformación.....	72
8.8	Cimentaciones de estructura.....	73
9.	EDIFICIO O&M.....	74
9.1	Características generales.....	74
9.2	Descripción de calidades materiales.....	75
9.3	Instalaciones.....	79
10.	LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 kV C.S. ESTERA SOLAR - SET 1 VILLANUEVA RENOVALES.....	86
10.1	Características generales.....	86
10.2	Aislamiento de materiales.....	88
11.	AFECCIÓN A AYUNTAMIENTO DE VILLANUEVA DE GÁLLEGO.....	91

ACRÓNIMOS

- **MW.** _ Mega Watios
- **MWp.** _ Mega Watios pico
- **MWn.** _ Mega Watios nominales
- **kV.** _ kilovoltios
- **kVA.** _ kilovoltio Amperio
- **ha.** _ Hectáreas
- **R.E.E.** _ Red Eléctrica Española
- **FV.** _ Fotovoltaica (Planta)
- **CCTV.** _ Closed-circuit televisión _ Circuito Cerrado de Televisión (Video)
- **CC.** _ Corriente Continua
- **CA.** _ Corriente Alterna
- **M.T.** _ Media Tensión
- **B.T.** _ Baja Tensión
- **IVA** _ Informe viabilidad de acceso
- **SCADA System** _ Supervisor y Control And Data Acquisition Sistema de Supervisión, Control y Adquisición de Datos
- **REBT.** _ Reglamento Eléctrico de Baja Tensión
- **UNE.** _ Normas UNE (Una Norma Española)
- **SS.AA** _ Servicios Auxiliares
- **CT.** _ Centro de Transformación
- **SET.** _ Subestación Elevadora de Tensión
- **THD** _ Total Harmonic Distortion _ Factor de distorsión armónica
- **CGBT** _ Cuadro General de Baja Tensión
- **FO.** _ Fibra óptica
- **SAI.** _ Sistema de Alimentación Ininterrumpida

MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Datos Generales

El presente Proyecto denominado PSFV ESTERA, consiste en una planta de generación con tecnología fotovoltaica de 31,775 MW nominales (potencia instalada de inversores limitados en el PPC de planta) y 41.995.200 W pico (potencia total de módulos fotovoltaicos) conectado a la red para inyectar la energía eléctrica a la red de transporte, a través de la subestación existente "Villanueva de Gallego 220" en 220 kV propiedad de REE.

1.2 Promotor e ingeniería

Se redacta el presente documento por la empresa DIVERXIA INFRAESTRUCTURAS S.L. con domicilio a efectos de notificación en, C/ Botiguers nº3 , Valencia, como promotora de las instalaciones.

- **DENOMINACION SOCIAL:** ESTERA SOLAR, S.L.
- **CIF:** B-40579880
- **DIRECCION FISCAL:** C/ Botiguers 3, 46980 Paterna, Valencia (España)

1.3 Localización

El emplazamiento se caracteriza por las siguientes condiciones:

- **Altitud:** 251 msnm
- **Temperatura media Anual:** 14.98 °C
- **Instalación:** Intemperie

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de VILLANUEVA DE GÁLLEGO, ZARAGOZA, Aragón España, delimitado por las siguientes coordenadas:

- Latitud: 41° 75' 0.863"
- Longitud: 0° 56' 45.7"

Figura 1.- Localización PSFV Estera



En las siguientes imágenes, se muestra la ubicación del proyecto con respecto a la región:

Figura 2.- Localización respecto a municipios cercanos



Figura 3.- Ubicación de la planta fotovoltaica en la región de Aragón



1.4 Accesos

La planta solar fotovoltaica ESTERA dispondrá de una puerta de acceso para conseguir llegar a todas las áreas afectadas por el proyecto.

El acceso se realiza a través de la calle Salida, tal y como se puede ver en la siguiente imagen.

Figura 4.- Caminos de acceso a la planta solar fotovoltaica ESTERA





2. GENERALIDADES

2.1 Objeto

Es objeto del proyecto la implantación de la planta solar de 41.995.200Wp, así como todos los subsistemas que conllevan las instalaciones:

- Actuaciones sobre el terreno, desbroce superficial.
- Obra civil para formación de viales y drenajes del terreno
- Obra civil para montaje de seguidores solares. Levantamiento de las estructuras y montaje de paneles.
- Obra civil de vallado perimetral cinegético (tal como consta en permisos de obra)
- Obra civil de ejecución de centros de transformación.
- Obra civil de zanjas para canalización de instalaciones.
- Instalación eléctrica de BT en corriente continua de las unidades de producción
- Instalación eléctrica de MT, centros de inversores y transformación y ejecución de circuitos en anillo de MT.
- Instalación interior de BT 3x400 V para alimentación de servicios auxiliares para la explotación de la planta de producción.

La instalación del sistema de comunicaciones, monitorización y gestión inteligente de la planta y sistema de seguridad y vigilancia mediante CCTV serán objeto de otro proyecto.

2.2 Reglamentos leyes y normas

Para el estudio del presente Proyecto, nos hemos acogido a los siguientes Reglamentos, Leyes y Normas:

2.2.1 Producción eléctrica

- R.D. 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- R.D. 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico.
- R.D. 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- R.D.-LEY 7/2006, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes en el sector energético.
- R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos

2.2.2 Instalaciones fotovoltaicas

- Real Decreto 1381/2008, de 1 de agosto, por el que se establecen dos certificados de profesionalidad de la familia profesional Energía y agua que se incluyen en el Repertorio Nacional de certificados de profesionalidad.

- Instrucción de 21 de enero de 2.004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red.
- Pliego de Condiciones Técnicas de instalaciones de Energía solar fotovoltaica Conectadas a red del I.D.A.E.
- ORDEN ITC/3860/2007, de 28 de diciembre, por la que se revisan las tarifas eléctricas a partir del 1 de enero de 2008.
- Reglamento Unificado de Puntos de Medida de Sistema Eléctrico. R.D.1110/2007

2.2.3 Obra civil

- R.D.314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Documentos Básicos del CTE aplicables.
- R.D. 1247/2008 por el que se aprueba la instrucción técnica de hormigón estructural EHE-08.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras
- EUROCODIGOS EN-1990 a 1999.

2.2.4 Instalaciones de BT. generadores de BT

- R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- Normas e Instrucciones del M.I.
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 que sustituye a UNE-EN-21435:5 en la que se basa el RD 842/2002

2.2.5 Instalaciones de BT. instalación interior de SSAA.

- R.D. 842/2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus instrucciones técnicas complementarias. REBT.
- Normas e Instrucciones del M.I.

- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 que sustituye a UNE-EN-21435:5 en la que se basa el RD 842/2002.
- Normas UNE 20322 sobre clasificación de zonas de características especiales.

2.2.6 INSTALACIONES DE MT.

- 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
- Normas e Instrucciones del M.I., incluidas las instrucciones técnicas complementarias MIE-RAT
- R.D. 223/2008 por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas. RLAT
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 para corrientes máximas para conductores de hasta 30kV
- Recomendaciones UNESA.
- R.D. 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.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

2.2.7 SEGURIDAD INDUSTRIAL

- ORDEN de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Partes no derogadas.
- R.D. 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción Anexo IV.
- R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención

- R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R.D. 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 lumbar, para los trabajadores.
- R.D. 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.
- R.D. 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- R.D. 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- LEY 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- R.D. 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención
- R.D. 330/2009, de 13 de marzo, por el que se modifica el R.D. 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- UNE-EN ISO 7010:2012 sobre símbolos gráficos. Colores y señales de seguridad. Señales de seguridad registradas. Modificación 6 (ISO 7010:2011/Amd 6:2014) (Ratificada por la Asociación Española de Normalización en enero de 2017.)

2.2.8 OTRAS NORMATIVAS

- En general, cuantas Prescripciones, Reglamentos, Normas e Instrucciones Oficiales que guarden relación con obras del presente Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas.

Si alguna de las normas anteriormente relacionadas regula de modo distinto algún concepto, se entenderá de aplicación la más restrictiva. De manera análoga, si lo preceptuado para alguna materia por las citadas normas estuviera en contradicción con lo prescrito en el presente Documento, prevalecerá lo establecido en este último.

2.3 Datos generales del proyecto

Los datos generales del proyecto al que hace referencia este documento son:

- Instalación Fotovoltaica de 41.995.200Wp
- Estructura fija de 25°.
- Módulos fotovoltaicos bifaciales de silicio monocristalino de 520 Wp de potencia cada uno en su cara frontal.
- Inversores fotovoltaicos centrales de 3.630 kVA, a 25°C, de potencia cada uno.
- Red interna de MT en 30kV.

3. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACION FOTOVOLTAICA

3.1 Ocupación

Se diferencian los siguientes valores de superficies:

- **Superficie Catastral:** Valor total de la parcela catastral que donde se ejecuta el parque
- **Superficie de Vallado:** Área que comprende el interior del vallado a construir. Se contempla dentro la instalación fotovoltaica, edificios, caminos y distancias entre estructuras.
- **Superficie Construida:** Determinada los edificios y contenedores en el interior del parque
- **Superficie de Ocupación:** área de módulos fotovoltaicos más superficie construida

El valor de la superficie neta de captación se calcula para identificar, de toda la superficie disponible y ocupada, el porcentaje que realmente está generando energía. Con éste valor se obtiene el Ratio de ocupación, en ha/MW, con el que se pueden comparar terrenos. Por ejemplo, si existen accidentes geográficos, el ratio de ocupación crecerá, es decir, será necesario más terreno para la instalación fotovoltaica.

3.2 Construcción

Para la superficie construida se tienen en cuenta los siguientes valores:

- Estructuras: Fija a 25°, de 60 módulos dispuestos verticalmente en 2 filas.
 - Dimensiones de módulo: $2,256 \times 1,133 = 2,556 \text{ m}^2$
 - Superficie de Captación: Total módulos x superficie módulo:
 $80760 \times 2,556 = 206.422,564 \text{ m}^2$ (20,6 ha)
- Centro de transformación
 - 2 Inversores + 2 Transformadores. 19 x 2,5 metros : 5 unidades.

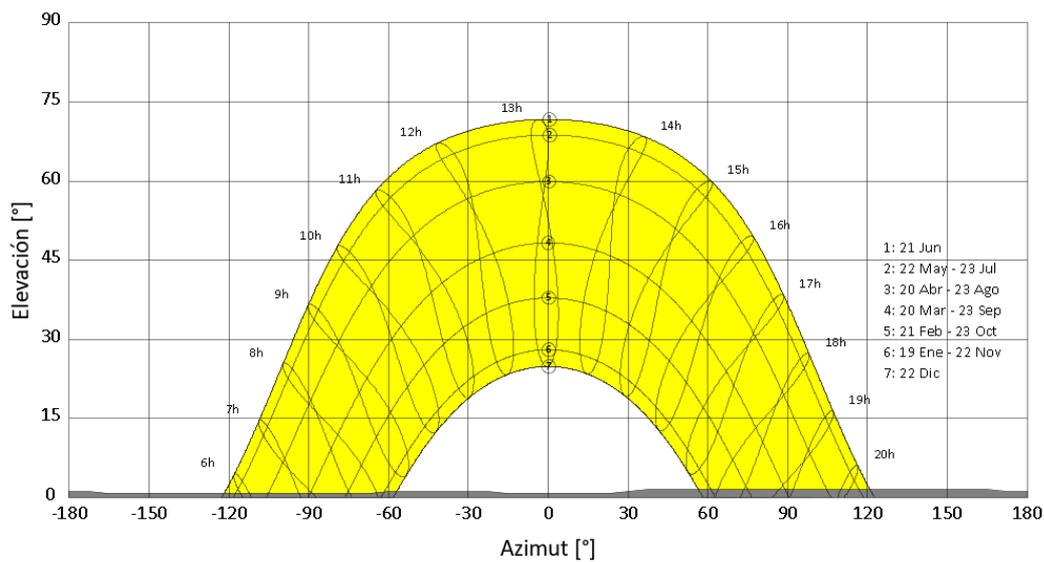
3.3 Perfil del horizonte

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 1.1° y una elevación máxima de 1.5°. A lo largo del año, la línea del horizonte bloqueará el Sol durante un total de 93 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.

Figura 2: Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5)



3.4 Disponibilidad de parcela

La referencia catastral, localización y superficie es la siguiente:

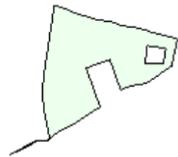
3.4.1 Resumen de superficie

- Polígono 20
 - Parcela 1
 - Término municipal: Villanueva de Gállego
 - Provincia: Zaragoza
 - Superficie de la parcela: 514366 m2
 - Referencia catastral: 50293A020000010000WS

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

Referencia catastral	50293A020000010000WS  
Localización	Polígono 20 Parcela 1 SARDA BAJA. VILLANUEVA DE GALLEGO (ZARAGOZA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL



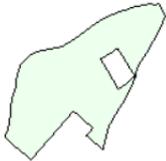
Localización	Polígono 20 Parcela 1 SARDA BAJA. VILLANUEVA DE GALLEGO (ZARAGOZA)
Superficie gráfica	514.366 m ²

CULTIVO

Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	C- Labor o Labradío secoano	03	514.367

- Polígono 19
 - Parcela 1
 - Término municipal: Villanueva de Gállego
 - Provincia: Zaragoza
 - Superficie de la parcela: 431311 m2
 - Referencia catastral: 50293A019000010000WL

DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE	
Referencia catastral	50293A019000010000WL  
Localización	Polígono 19 Parcela 1 SARDA BAJA. VILLANUEVA DE GALLEGO (ZARAGOZA)
Clase	Rústico
Uso principal	Agrario

PARCELA CATASTRAL		
	Localización	Polígono 19 Parcela 1 SARDA BAJA. VILLANUEVA DE GALLEGO (ZARAGOZA)
	Superficie gráfica	431.311 m ²

CULTIVO			
Subparcela	Cultivo/Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie m ²
0	C- Labor o Labradío seco	04	431.312

Figura 3.- Superficie ocupada en la parcela



3.5 Afecciones

Dentro de la planta se identifican 2 líneas eléctricas aéreas. Para ambas se respetará la servidumbre marcada por el reglamento ITC-07.



3.6 Ficha General del proyecto

La siguiente tabla presenta de forma resumida los datos generales de la planta solar fotovoltaica ESTERA.

Tabla 2.-Ficha General del Proyecto

INFORME DEL PROYECTO						
CARACTERÍSTICAS DEL EMPLAZAMIENTO						
	EMPLAZAMIENTO				PENDIENTES DEL TERRENO	
	Nombre	Villanueva de Gállego			Media N- S	1.3% / 1.26%
	País	España			Max N - S	15.6%
	Lat / Long	41.75º / -0.85º			Incremento Altura	271 m.
	Área aprox. requerida	94.57				
	DATOS METEOROLÓGICOS				HORIZONTE	
	GHI	1835 kWh/m2			Fuente	Solargis
	Temp Amb.	16,3 °C			Media	0.6°
	Temp Max/Min	33,1 / -1,6 °c			Máximo	1.9°
	Fuente	Solargis				
EQUIPOS PROYECTADOS						
	MÓDULO FV PROYECTADO				SEGUIDOR PROYECTADO	
	Compañía	Longi Solar			Compañía	Axial
	Modelo	LRS-72HIBD-520M Bifacial			Modelo	Axial Fija 2V 25º
	Tecnología	Si-mono, bifacial			Tipo	100% Fija
	Potencia pico	520 Wp			Pitch	11 m.
	Tensión máxima	1500.0 V		nº módulos	60	
	INVERSOR PROYECTADO				CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PROYECTADO	
	Compañía	Power Electronics			Compañía	Power Electronics
	Modelo	FS3510K 660V			Modelo	FS3630K_690V
	Cantidad	12		Cantidad	2	
CONFIGURACIÓN						
	CIVIL				CABLEADO ELÉCTRICO	
	Posición viales	Vertical			Configuración	Caja de String (Nivel 1)
	Ancho de viales	3,5 m. mínimo			Cables de string	10 mm2 Cu
	Tipo de layout	Eje longitudinal del terreno dirección N-S Instalación adaptada a contorno del área del terreno			Cables DC	150 - 300 mm2 Al
				Cables de MT	150, 300, 630	
PRODUCCIÓN						
	Energía Producida			103336 MWh/año		
	Producción Especifica			2071 kWh/kWp		
	PR			82,4 %		

3.7 Tabla de potencias

La configuración final de potencia del proyecto se ajusta de la siguiente forma:

Tabla 3.-Distribución de inversores

PSFV Estera										
Skid	Inversores	Seguidores	Strings	Modulos	P. módulos (kw)	P. inversores (kw)	Cuadros 30 strings	Cuadros 28 strings	total cuadros	Ratio Wdc/Wac
skid 1	inversor 1	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 2	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
skid 2	inversor 3	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 4	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152
skid 3	inversor 5	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 6	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152
skid 4	inversor 7	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 8	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152
skid 5	inversor 9	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 10	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152

3.8 Descripciones Generales

El proyecto solar fotovoltaico ESTERA consistirá en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta Solar Fotovoltaica con módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina y estructura fija.

La planta contará con una potencia total de módulos de 41.995.200 Wp, con una potencia de inversores de 36,30 MWn, **aunque la potencia conectada instalada será de 31,775 MWn, ya que esta potencia será regulada por el Power Plant Controller (PPC).**

En el proyecto de 31,775 MW de potencia instalada con paneles fotovoltaicos sobre estructura fija, las principales características son:

- Potencia de módulos fotovoltaicos: 41.995.200MWp
- Potencia conectada a red: 31,775 MWn
- N° de módulos fotovoltaicos: 80.760 Ud
 - Potencia modulo fotovoltaico: 520 Wp
- N° de Centros de transformación: 5 Ud
 - Potencia Inversor: 3.630 kVA a 25°C
 - Potencia Transformador: 4000 kVA
 - Aparamenta MT en 30kV

- Configuración:
 - 5 Centros con capacidad para 2 inversores + 2 transformadores
- Entrada a Subestación elevadora 30/220 kV
 - Transformador 150 MVA 220/30 kV

El punto de conexión final de la instalación generadora fotovoltaica se realizará en la subestación Villanueva de Gallego 220 kV, propiedad de REE (en 220 kV). Para ello, primeramente se conectará en 30 kV en el centro de seccionamiento, que conectará con la Subestación "SET 1 VILLANUEVA RENOVABLES", propiedad de Diverxia. Esta subestación elevadora conectará posteriormente en 220 kV con la subestación elevadora final, Villanueva.

Tendrán capacidad de generar electricidad a nivel de 30 kV en sistema alterno trifásico. Las islas de potencias se conectarán en serie sobre unos circuitos colectores de Media Tensión hasta la entrada del centro de seccionamiento.

En el proyecto básico, se ha diseñado cada isla de potencia constituida por:

- Estructura fija 25° de inclinación y azimut 0° que contendrá 60 paneles fotovoltaicos monocristalinos Bifaciales.
- Módulos fotovoltaicos de 520 Wp
- Seguidores a un eje horizontal
- Inversor fotovoltaico de 3.630, a 25°C
- Transformador 30/0,63 kV de 4000 MVA

En el proyecto PSFV ESTERA, los módulos fotovoltaicos se asocian en serie, formando "strings" de 30 paneles FV hasta alcanzar la tensión de generación deseada y en paralelo para conseguir las corrientes de operación de fácil manejo.

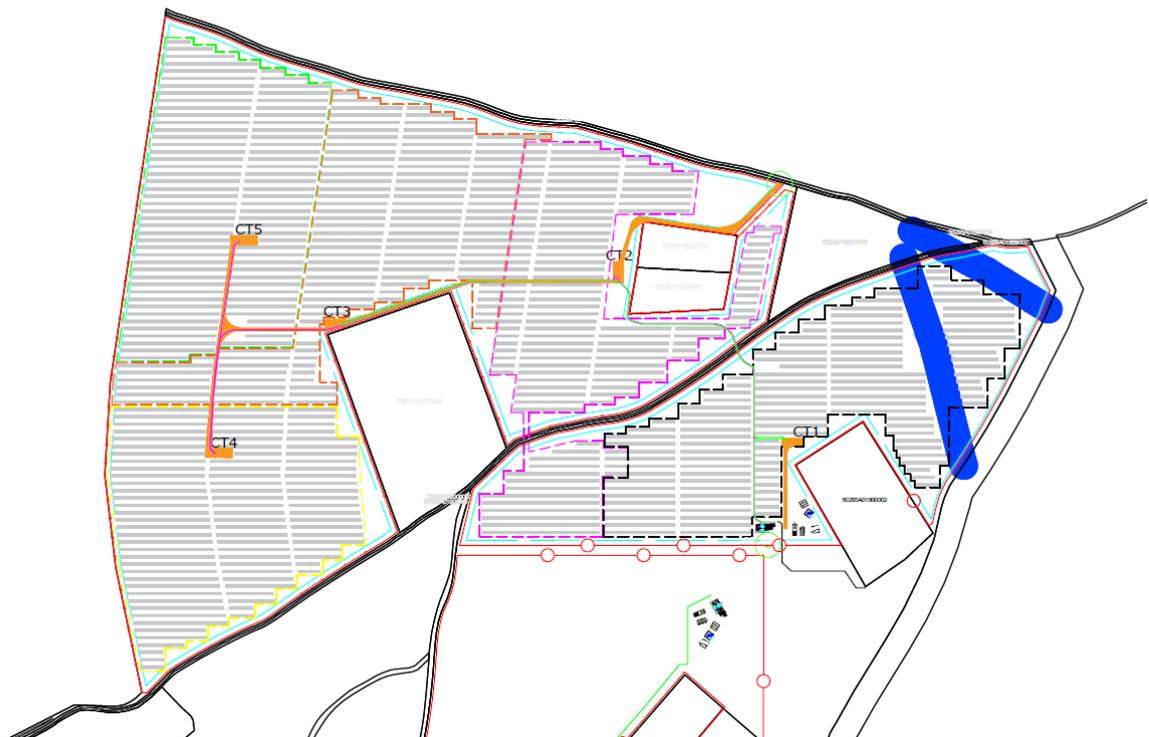
Los string se asocian en paralelo en "Cajas de agrupación de primer nivel" llamados también "string-box". Se disponen en estas cajas las protecciones necesarias que se consideren óptimas de diseño y que justifiquen el empleo del marco legal actual.

Los circuitos de salida de cada string-box se conectarán a la "caja de agrupación de segundo nivel" a la entrada del inversor fotovoltaico en el centro de transformación, se disponen en estas cajas las protecciones necesarias que se

consideren óptimas de diseño y que justifiquen el empleo del marco legal actual.

Desde la “caja de agrupación de segundo nivel” saldrán los circuitos hasta cada una de las entradas en CC del inversor.

Figura 4.- Layout general PSFV ESTERA



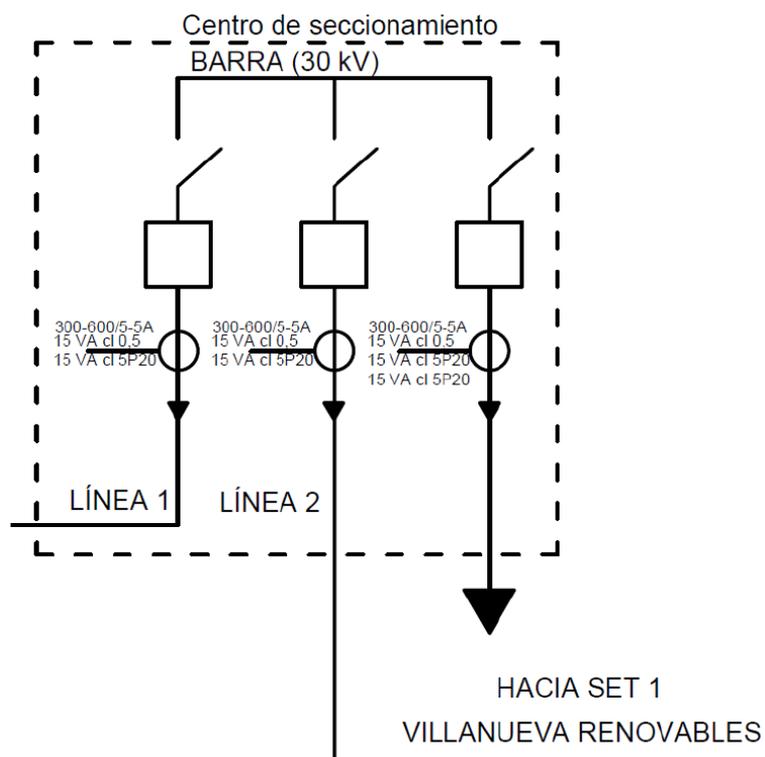
Mediante el empleo de un inversor fotovoltaico, podemos acondicionar la potencia eléctrica obtenida del campo de módulos fotovoltaicos y disponer de esta energía en un sistema trifásico alterno. Las características del sistema trifásico empleado son:

- Sistema trifásico equilibrado
- Frecuencia de trabajo de 50 Hz \pm % marcado por normativa
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD%, <3%
- Tensión de salida V_{AC} : 630 V \pm 10%

Las líneas colectoras de evacuación en Media Tensión de la planta de generación recogerán la energía generada. Estas líneas colectoras tendrán su

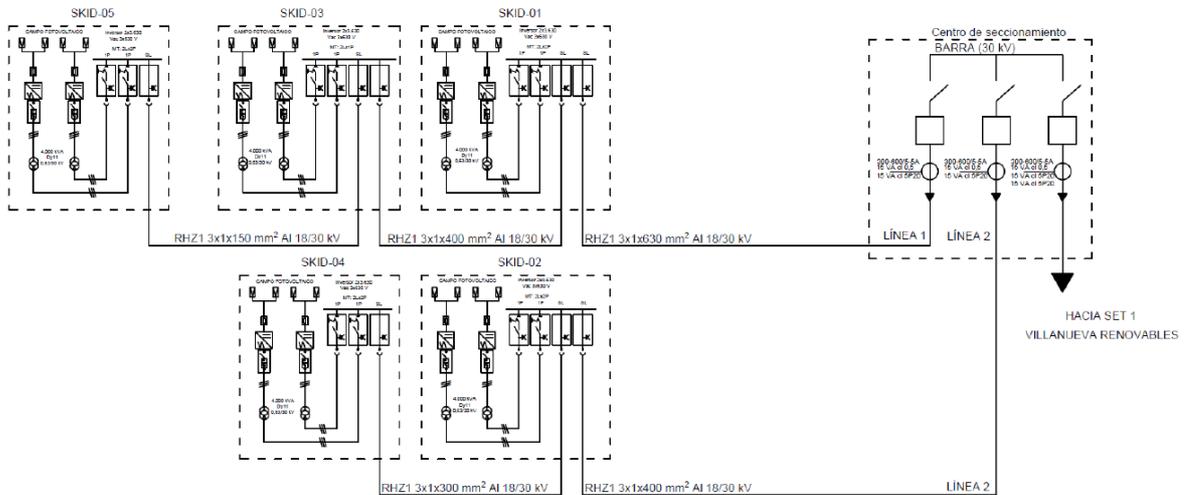
punto de evacuación en un centro de seccionamiento que posteriormente conectará en barras de 30kV del transformador situado en la subestación elevadora “SET 1 VILLANUEVA RENOVABLES” de 220/30 kV. Desde la SET elevadora, se evacuará la energía a 220 kV hasta la subestación “Villanueva de Gallego 220 kV” propiedad de REE.

Figura 5.- Esquema General de conexión centro de seccionamiento PSFV ESTERA



Se saldrá de los Centros de Transformación (CT) en MT con un circuito subterráneo que irá interconectando los diferentes CT's hasta un máximo de 3, posteriormente cada uno de estos circuitos se conectará en la barra de MT de la línea de 30 kV del parque, siendo un total de 5 centros de transformación (Skids) conectados a la entrada de dicha línea.

Figura 6.- Esquema interconexión MT



4. EQUIPOS PRINCIPALES

4.1 Panel

La primera característica de un panel o módulo fotovoltaico es su potencia pico o potencia nominal, que es la cantidad máxima de potencia que podríamos obtener del panel en condiciones casi perfectas de radiación y temperatura que normalmente no se suelen llegar a dar. Por eso se denomina “pico”, ya que en la práctica es un nivel máximo. La potencia pico vendrá dada por la eficiencia de las células y por el número de ellas, es decir por el tamaño del módulo.

Un parámetro fundamental de los módulos relacionado con la potencia es el margen de variación en la potencia nominal, que suele ser un más menos (\pm) que aparece después de la potencia pico, e indica que la potencia pico real del panel, andará en torno a ese margen. Es importante que este parámetro sea muy bajo ya que la dispersión en la potencia nominal de varios módulos produce sensibles pérdidas de potencia, lo que se denominan pérdidas por “mismatch”.

Otro parámetro importante de los paneles es el coeficiente de pérdidas por temperatura, que indican el grado de pérdida de rendimiento del panel según se va calentando. El calor es uno de los principales enemigos en la generación fotovoltaica.

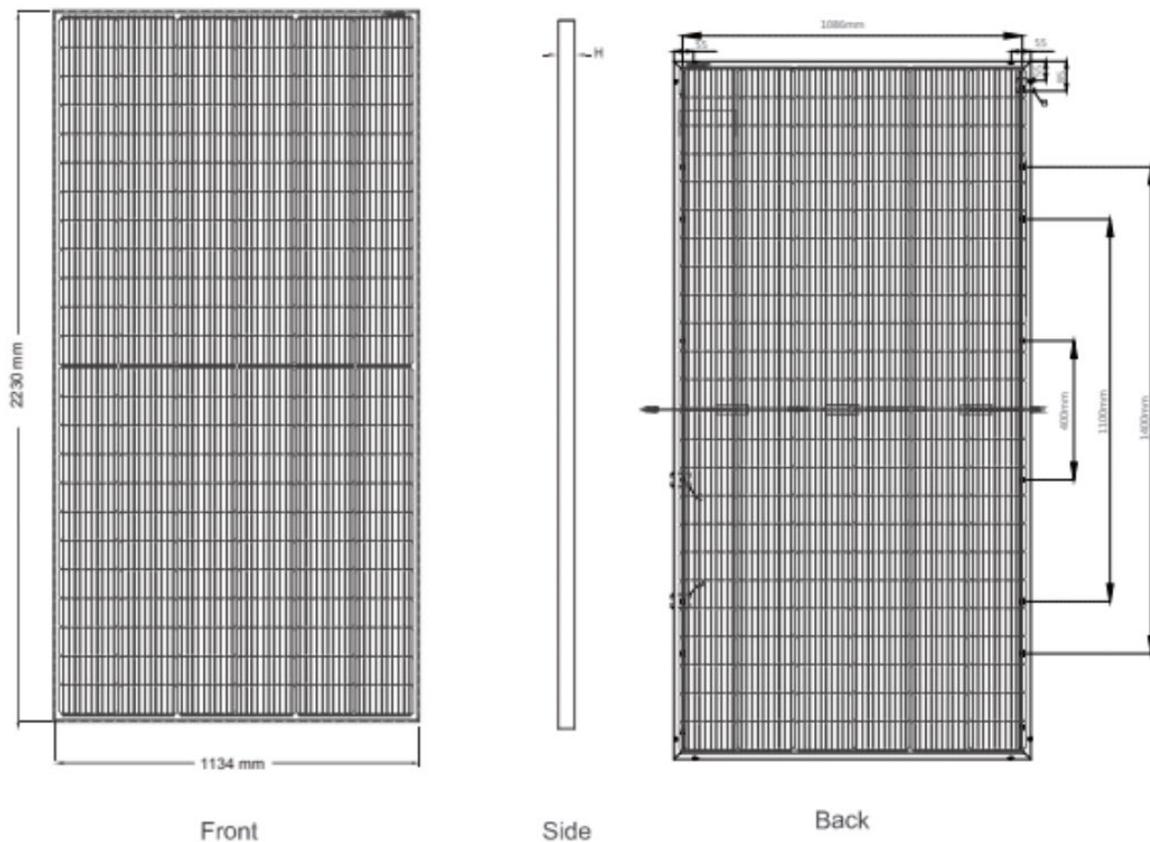
Además se definen otros parámetros básicos:

- **Corriente de cortocircuito:** es la máxima corriente que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, correspondiendo a tensión nula y por lo tanto a potencia nula.
- **Tensión a circuito abierto:** máxima tensión que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, y en condiciones de corriente nula y por lo tanto potencia nula.
- **Corriente a máxima potencia:** corriente que entrega el dispositivo a potencia máxima, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como la corriente nominal del dispositivo.
- **Tensión a potencia máxima:** tensión que entrega el dispositivo cuando la potencia alcanza su valor máximo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura. Es utilizada como tensión nominal del dispositivo.
- **Tensión máxima del sistema:** es la máxima tensión a la que pueden estar sometidos las células fotovoltaicas que componen el sistema.

El módulo fotovoltaico monocristalino bifacial utilizado para la elaboración de los estudios del presente proyecto básico es el modelo LR5-72 HIBD 520 M Bifacial de Longi Solar:

- Potencia: 520 Wp
- Tensión en el punto Pmax (VMPP): 41.05V
- Corriente en punto Pmax (IMPP): 12.67 A
- Tensión en circuito abierto (VOC): 48.90 V
- Corriente de cortocircuito (ISC): 13.57 A
- Tensión máxima del sistema (VDC): 1.500 V
- Eficiencia del módulo (η): 20.39 %

Figura 7.-Módulo fotovoltaico



4.2 Estructura

El panel fotovoltaico será instalado sobre estructuras metálicas, principalmente de acero galvanizado. Dichas estructuras se pueden clasificar en dos grandes grupos:

- **Estructuras fijas:** Orientadas hacia el Sur (en el hemisferio norte) con un ángulo de inclinación óptimo para aprovechar las máximas horas solares durante el periodo de un año completo. Este ángulo varía en referencia a la zona geográfica de la instalación. Se emplean principalmente sobre suelo y de forma intensa sobre cubiertas, como ménsulas de aparcamiento, en formación de cubiertas de invernaderos, etc.
- **Seguidores solares:** Estas estructuras son articuladas y controlados por un posicionador georreferenciado que va variando su posición respecto a la dirección de la radiación solar directa para aumentar el número de horas/año de irradiación sobre paneles.

Estas estructuras conjugan varios paneles solares que se mueven al unísono, en dirección este-oeste (E-W) para seguidores a un solo eje, y además en dirección norte-sur (N-S) para seguidores a dos ejes. Están provistos de una transmisión mecánica que permite girar al unísono todos los ejes propios de cada panel a fin de modificar la orientación. Se dispone un motor que a través de una transmisión mecánica mueve el eje.

La tipología de seguidor que se instalará es fija debido principalmente a los vientos racheados que suelen aparecer en la zona donde se realizará la instalación y que aconsejan no realizar la instalación con seguidor. La configuración de cada estructura está habilitada para soportar los 60 módulos de 2 strings. La separación entre las estructuras (pitch) en la instalación será de 11 m.

Figura 8.-Configuración y medidas estructura fija 2V 25° Axial

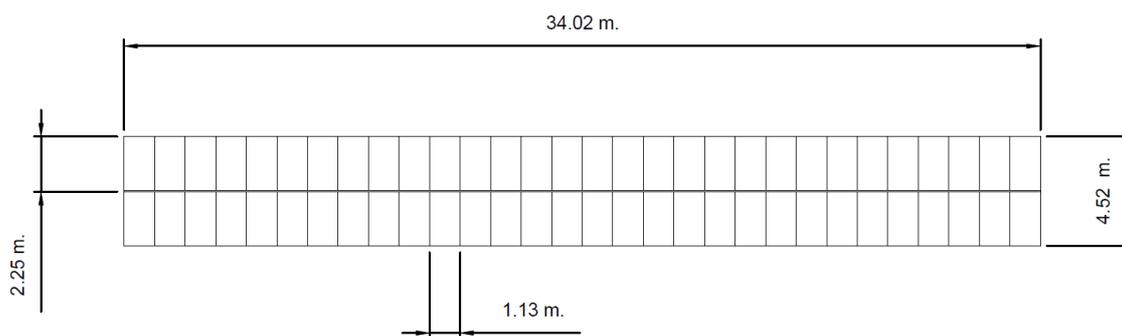


Figura 5.- Perfil estructura fija 25°

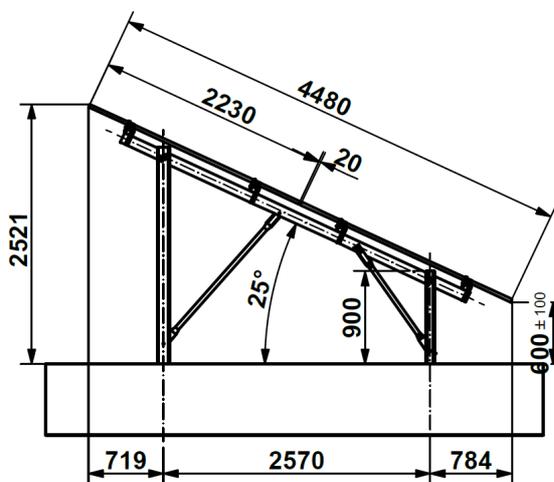
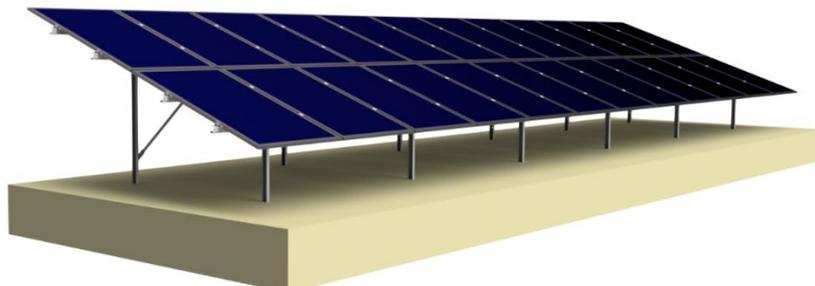


Figura 10.-Modelizado de la estructura



Mecánicamente las estructuras son idénticas, aunque se reforzarán las estructuras periféricas para que tengan un mejor comportamiento contra el viento.

- Perfecta adaptabilidad del sistema tanto a las dimensiones del terreno como a la geometría del panel e instalación eléctrica.
- Mínima obra civil debido a la mínima sección de los pilares.
- Debido a la sencillez de sus elementos, se necesitan medios básicos a auxiliares para su montaje, facilitando así su manejo.
- La durabilidad de estos elementos debido al tratamiento de acabado (galvanización en caliente según UNE EN-ISO 1461) tanto de la totalidad de los elementos como del 100% de la tornillería aseguran un excelente comportamiento a la intemperie aún en ambientes agresivos.
- La inclinación de la estructura será de 25°, para optimizar el rendimiento de la instalación y no incrementar excesivamente la resistencia al viento.
- La orientación de la estructura será 0° Sur.

4.3 Centro de Transformación

El centro de transformación considerado para el proyecto PSFV ESTERA será del tipo en el que todos los equipos se instalan en el exterior. Existirán 5 CT's, con la siguiente configuración.:

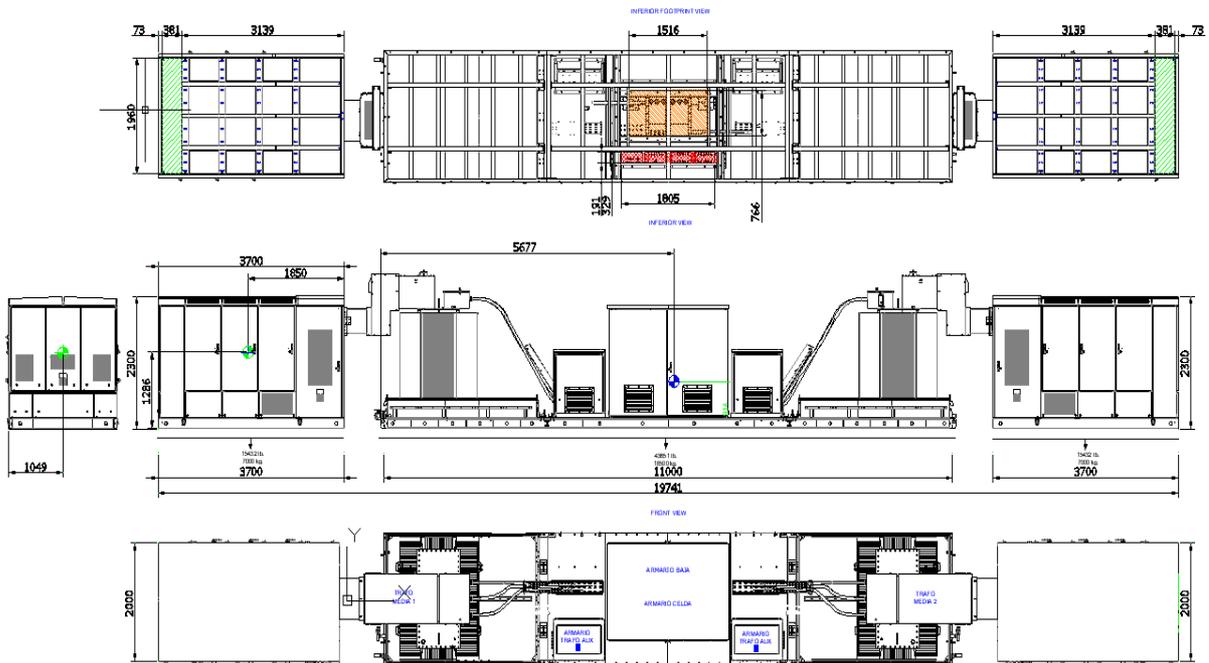
- Envoltente
- Equipo Inverter:

- 2 ud x 3.630 kW = 7.260 kVA
- Transformador de Potencia 0,63/30 kV
 - 2 ud x 4.000 kVA
- Celdas de Media Tensión
- Cuadros de agrupación CC
- Cuadro auxiliar de BT
- UPS local
- Cuadro de monitorización
- Transformador para servicios auxiliares

Toda la instalación de los CT's se realizará cumpliendo las indicaciones marcadas por el fabricante del skid Power Electronics.

El fabricante del skid, Power Electronics, deberá cumplir las normativas correspondientes. Además tendrá a disposición el certificado de calidad y homologación correspondiente a la integración de los equipos dentro del centro.

Figura 11.-Skid Power Electronics



4.4 Centro de seccionamiento

Las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica conectarán en un centro de seccionamiento que, posteriormente, conectará en 30 kV con la subestación SET 1 VILLANUEVA RENOVALES. Este centro de seccionamiento será de tipo interior y constará de cuatro celdas de envoltorio metálica con aislamiento y corte en SF6, y estará conectado a la línea CS ESTERA – SET 1 VILLANUEVA RENOVALES 30kV.

El centro estará ubicado en un local prefabricado donde se instalarán toda la aparamenta necesaria.

En cuanto a las celdas de MT utilizadas, serán de la gama CPG.0 de Ormazabal, en concreto el modelo CPG.0-V (Celda de Interruptor Automático).

Figura 12.- Celda MT del centro de seccionamiento



Las características principales de este tipo de celdas son las siguientes:

- Tensión nominal: 36 kV
- Intensidad nominal de embarrado: 1600 A
- Intensidad nominal de derivación: 1250/1600 A
- Intensidad de cortocircuito (3 s): 25 kA
- Tensión de impulso a rayo: 170 kV
- Tensión a frecuencia industrial 1 min: 70 kV

4.5 Inversor

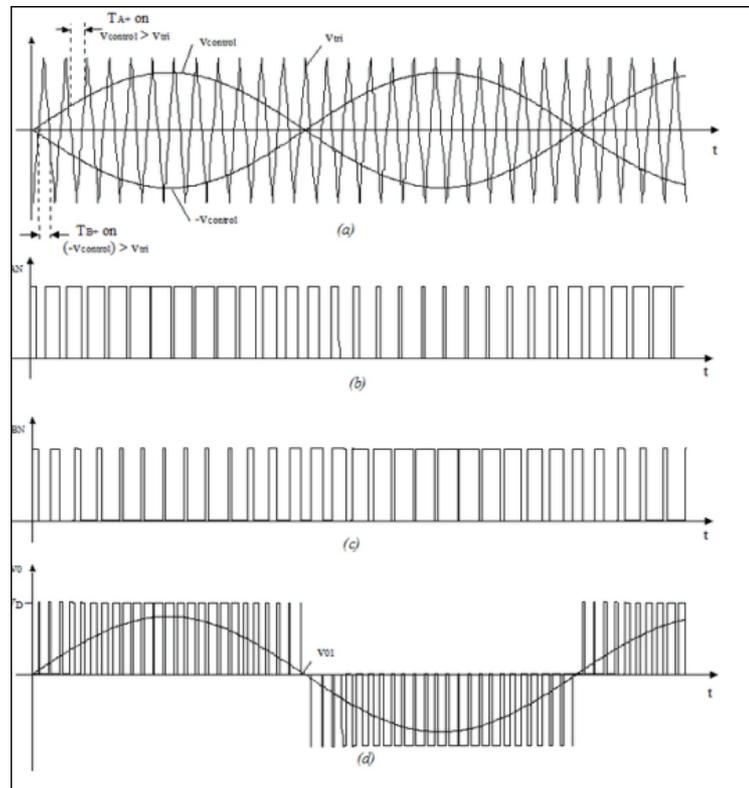
El inversor es el equipo encargado de convertir la corriente continua de la Planta Generadora fotovoltaica en corriente alterna.

Es el corazón del sistema de generación siendo además el equipo que marca la potencia instalada de la planta, es por lo tanto un valor muy importante su potencia nominal o potencia a plena carga.

Su constitución está formada principalmente de electrónica de potencia, actualmente con tecnología IGBT, un controlador para la gestión de las conmutaciones y bobinas de salida.

Su funcionamiento consiste en realizar conmutaciones controladas de componente semiconductores para conseguir una forma de onda cuadrada de ancho variable adaptada a la forma de señal que deseemos a la salida. Esta señal se filtrará para eliminar las componentes armónicas de frecuencia superiores a la red.

Figura 13.- Modulación por pulso Inversor Solar



- (a) Señal triangular (V_{tri}) de frecuencia elevada generada por el controlador del inversor, frecuencia portadora. Señal de referencia ($V_{control}$) que se desea copiar, la red donde se conecta el inversor. Cada rama del puente inversor disparará (conmutará el componente semiconductor al estado de conducción) en el período donde $V_{control}(\text{red}) > V_{tri}$ y durante el período $-V_{control}(\text{red}) > -V_{tri}$.
- (b) Tensión en la fase del puente inversor durante el período $V_{control}(\text{red}) > V_{tri}$
- (c) Tensión en la fase del puente inversor durante el período $-V_{control}(\text{red}) > -V_{tri}$
- (d) Superposición AN-BN. Tensión durante un período de la señal de referencia (red) que se quiere reproducir.

Este proceso se denomina modulación por pulso (PWM- Pulse Wide Modulation)

Lo normal en estos equipos es dotarlos de características adicionales aprovechando así los equipos controladores, control del THD, control de factor de potencia, limitaciones, seguimiento de potencia máxima, etc.

Por la importancia de este equipo, se integra un sistema de gestión e incluso un interfaz hombre-máquina para el seguimiento de la generación, control de los parámetros y comunicación.

Los parámetros principales del inversor son:

- **Potencia Nominal:** Es la potencia máxima de funcionamiento del equipo y es este valor el que fija la potencia nominal de la instalación.
- **Potencia Máxima de Entrada:** El valor máximo de potencia de entrada para el correcto funcionamiento del inversor. Este dato se da en Wp debido a que se relaciona directamente con la potencia máxima que puede proporcionar el campo de generación fotovoltaica.
- **Tensión de entrada al inversor:** Es el rango de tensiones a los que puede trabajar el inversor. Esta tensión suele ser elevada (en BT) estando sus valores comprendidos entre 500V y 1500V.
- **Intensidad máxima:** Son valores de intensidades máximas a la entrada y a la salida del inversor. Estas intensidades son proporcionales a su potencia nominal.
- **Frecuencia de salida:** Frecuencia de la tensión alterna de salida, con márgenes muy pequeños de tolerancias. Hay equipos inversores dotados de sintonizadores PLL capaz de seguir la frecuencia de trabajo de la red dentro de rangos relativamente amplios, con variaciones de dicho rango en torno a 20Hz.
- **Distorsión Armónica:** Distorsión de la onda de salida del inversor en media ponderada de relaciones de orden de armónico respecto a la frecuencia nominal o de salida. Este parámetro se determinará por el THD%.

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

Por lo general, son una solución integrada para la conexión a la red además de equipo puramente inversor.

El inversor utilizado será el modelo FS3510K de Power Electronics.

Datos del inversor:

DC Inputs

- N° de módulos: Hasta 36
- Rango de Tensión MPPT: 934 - 1.310 V
- Tensión máxima entrada: 1.500V
- Corriente entrada máxima: 3.175 A

AC Outputs

- Potencia nominal de CA: 3.630 kVA, a 25°C,
- Corriente salida máxima: 3.970 A
- Factor de distorsión máxima (THD): <3%
- Tensión de salida VAC: 630 V ± 10%
- N° de fases: 3 (L1, L2, L3, PE)
- Frecuencia de red de CA/rango: 50Hz - 60 Hz

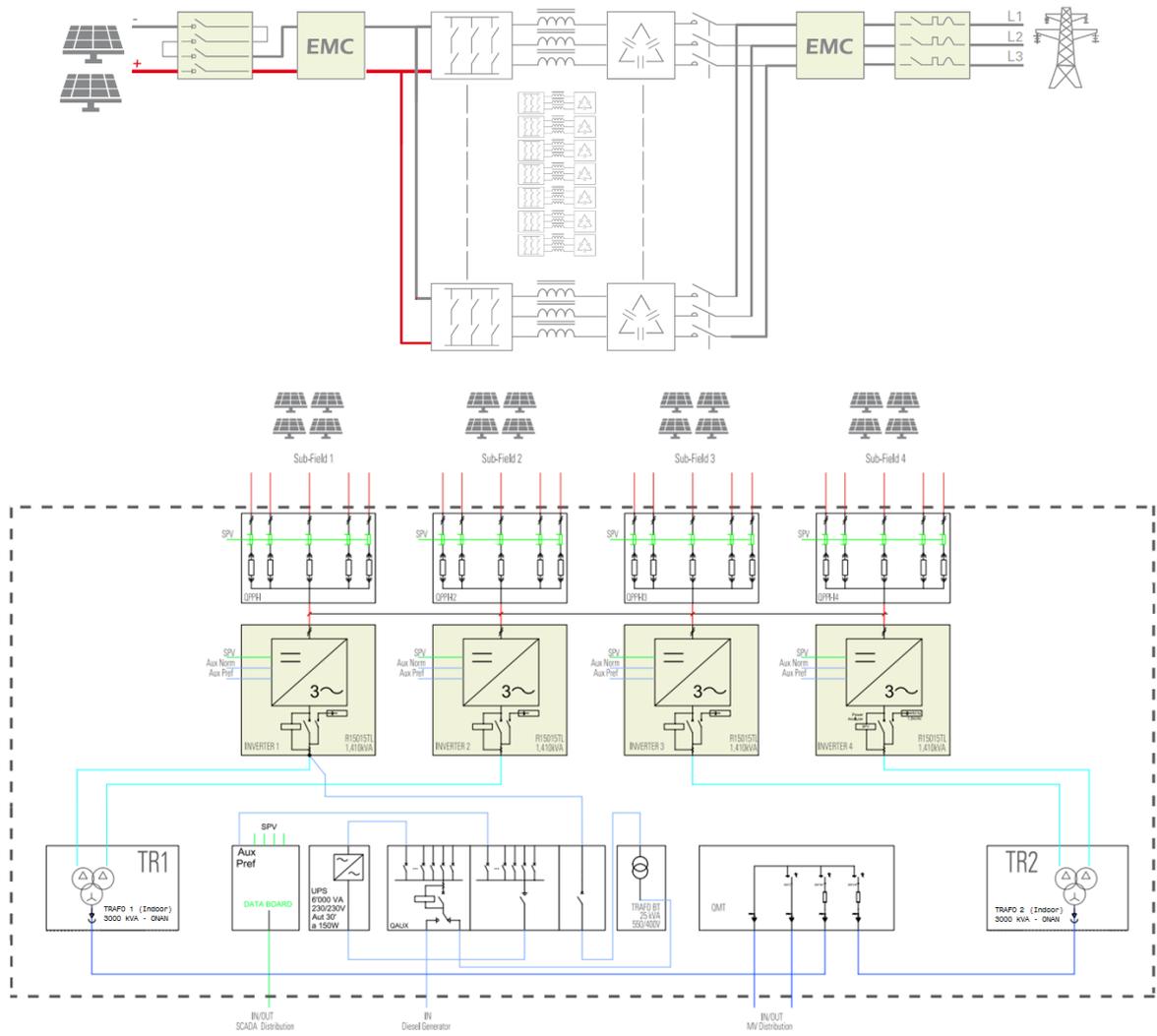
Datos Generales

- Rendimiento máximo: 98,9%
- Dimensiones: 3.657,6 / 1.981,2 / 2.133,6 mm
- Grado de Protección: IP54/IP65
- Sistema de refrigeración: Ventilación forzada con control de ventilador
- Nivel de ruido: < 79 dBA
- Temperatura de operación: -35°C + 60°C
- Humedad sin condensación: 4/ 100%
- Altura sobre el nivel del mar: 2.000 m (a partir de 2.000 m se reduce la potencia, hasta 4.000 m)

Figura 14.- Inversor Solar gama Hemk



Figura 15.- Diagramas de comportamiento de la instalación



A pesar de que los 10 inversores de 3.630 instalados en el proyecto otorgan una potencia nominal de 36,30 MWn, **esta potencia nominal de inversores será regulada mediante PPC para inyectar a la red tan solo 31,775 MWn.**

4.6 Transformador de Potencia

El transformador elevador de potencia es el equipo estático encargado de adaptar la energía eléctrica de salida de los equipos inversores a los niveles de tensión de la red a la que nos conectamos.

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

Sus características principales son:

- **Tensión primario:** La tensión de conexión de los equipos inversores. En el caso de la instalación que nos ocupa esta tensión es 3x630Vac.
- **Tensión secundario:** La tensión de conexión a la red. Será este valor de 3x30.000V (3x30kV).
- **Potencia nominal:** Es la potencia máxima normal de trabajo que puede transformar de un nivel de tensión a otro. Esta potencia será igual o ligeramente superior a la potencia nominal de los inversores.
- **Grupo de Conexión:** Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario y nos indica si se conecta neutro, así como la relación de desfase horario entre tensiones transformadas. En nuestro caso el transformador tiene doble secundario con conexión Dy11.
- En el caso de que la técnica exija otro régimen de funcionamiento del neutro, se deberá justificar y documentar las prescripciones impuestas desde los reglamentos de aplicación, en especial REBT y RCE.
- **Pérdidas en vacío:** Es la potencia consumida por el transformador por el simple hecho de estar conectado a la red. Su valor es prácticamente constante en el rango de funcionamiento de potencias. Estas pérdidas son utilizadas por la máquina para magnetizar el núcleo y las pequeñas pérdidas de corrientes parásitas por el mismo.

- **Tensión de Cortocircuito:** Este valor está referido al % de la tensión de entrada que se debe aplicar al transformador para tener la corriente nominal en el secundario cortocircuitado. Por tal definición, es inmediato que este valor representa a la impedancia propia del transformador y es un parámetro que nos sirve para: Conocer el límite de la potencia transmitida en un cortocircuito y para cálculo de pérdidas en función del nivel de carga de la máquina.

El transformador de potencia empleado será trifásico de 4.000 kVA de 30/0,64 kV encapsulado en aceite.

En la instalación tendremos 10 transformadores con estas características:

- Potencia Nominal: 4.000 kVA
- Aislamiento: Encapsulado en aceite.
- Grupo de Conexión: Dy11
- Tensión de primario: 3x630V
- Tensión secundario: 3x30.000 V \pm 2,5%

4.7 Celdas de Media Tensión

Las celdas de Media Tensión empleadas en el proyecto serán del tipo modulares aisladas en SF6, sumando en cada CT dos (2) celdas de línea y dos (2) de protección con interruptor automático para el transformador, (solo en la power station de 1 inversor tendrá un solo transformador y por tanto una sola celda de protección).

El conjunto compacto empleado tendrá las siguientes características principales:

- Tensión asignada U_r : 36 kV
- Frecuencia asignada f_r : 50-60 Hz
- Tensión de impulso tipo rayo: 125 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial: 60 kV
- Corriente nominal barras: 640 A
- Corriente admisible corta duración 1seg: 16 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40 kA

- Clase

E3

Figura 16.- Celdas modulares de MT

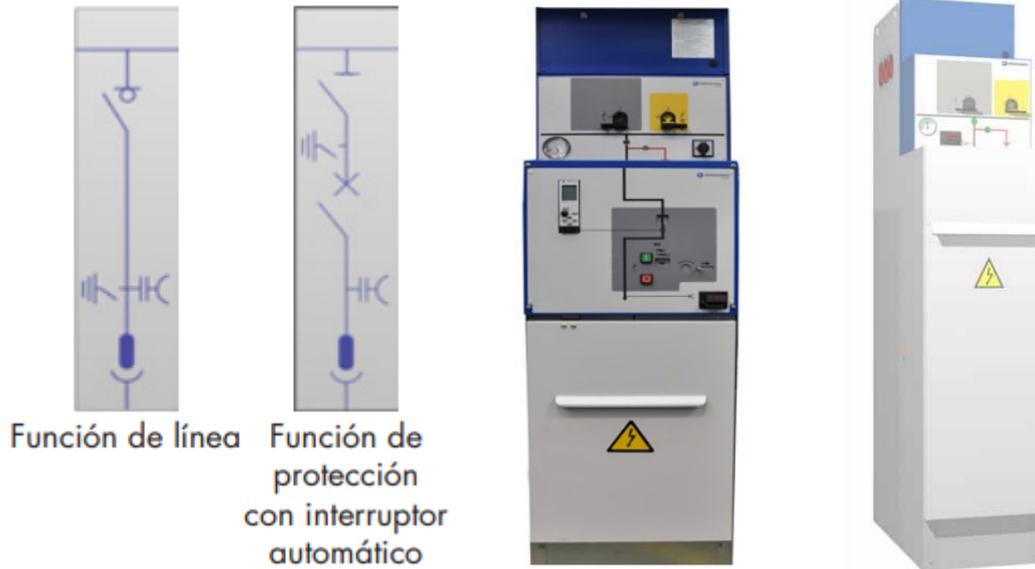
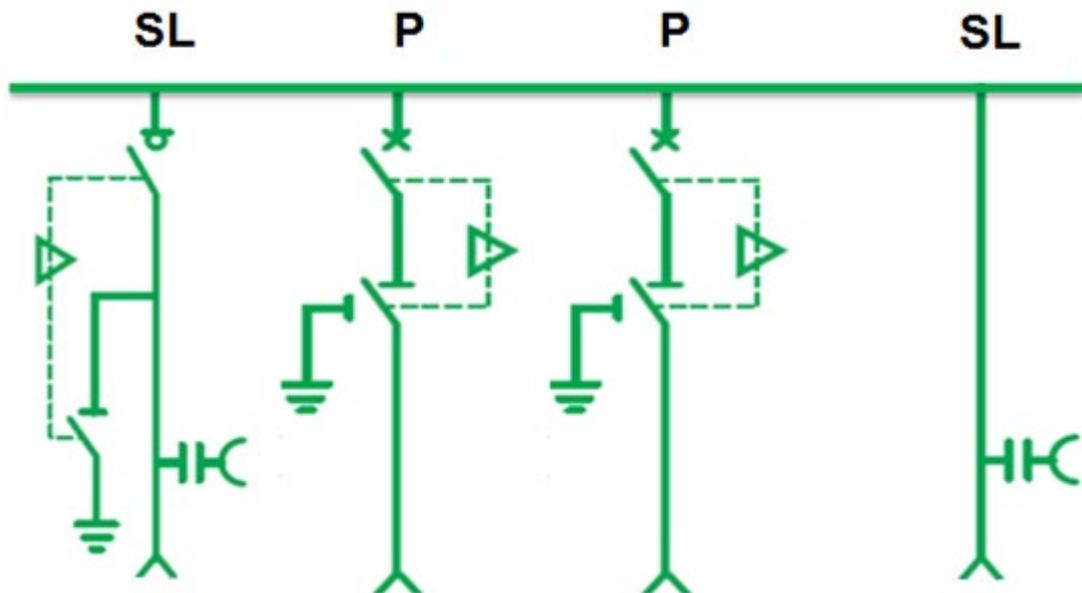


Figura 17.- Esquema unifilar celdas de MT



4.7.1 Integración

El Centro de transformación estará completamente integrado e interconectado interiormente para el correcto funcionamiento de todos los equipos instalados. Dispondrá de:

- Separación física entre BT, MT

- Iluminación interior
- Iluminación de emergencias
- Sistema protección por temperatura de transformador
- Ventilación forzada para los distintos habitáculos (BT, MT)
- Cuadro de SSAA Auxiliares
- Transformador de SSAA:
 - 6 kVA 630/400 V Dyn11 (CT de 2 inversores)
- Cuadro General de Protección de Baja Tensión entre inversor y transformador
- Herrajes
- Tierras interiores

5. INSTALACION ELÉCTRICA

Este tipo de instalación se regirá principalmente por REBT y RCE y sus UNE correspondiente y especialmente por la ITC-BT-040 Instalaciones Generadoras de BT.

5.1 Instalación de BT en CC

Definiremos instalación en Corriente Continua en Baja Tensión como todo el sistema que conecta desde la formación de los strings e interconexión de placas hasta la entrada al equipo inversor.

5.1.1 Formación de los Strings

Se agruparán 30 paneles fotovoltaicos en serie para formar los string. Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según las siguientes consignas:

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

Las características de los string así formado, en condiciones STC, serán:

- Potencia, P_{max} : 15.600 Wp
- Intensidad a potencia máxima, I_{mp} : 12,93 A
- Tensión a potencia máxima, V_{mp} : 1.206,5 V
- Intensidad de cortocircuito, I_{cc} : 13,61A
- Tensión a circuito abierto, V_{oc} : 1.461,54 V

5.1.2 Conductor BT CC

Para el dimensionamiento de los conductores se han aplicado los siguientes criterios:

- Tensiones de operación 1.500 Vcc
- Máxima caída de tensión (cdt) acumulada hasta entrada a Inversores <2%
- Intensidades Máximas de Cálculos maximizada un 25%

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

- Denominación: ZZ-F (PVF-1)
- Sección: 4-10 mm²
- Conductor: Cobre Estañado
- Aislamiento: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Cubierta exterior: Elastómero termoestable libre de halógenos
- Intensidad máxima: 96 A (para 10 mm² al aire a 40°C)
- Diámetro exterior: 7,8 mm
- Radio de curvatura min. 31 mm
- Resistencia a la intemperie
- Temperatura ambiente de trabajo desde -40°C hasta +90°C
- Temperatura máxima del conductor de 120°C durante 20.000 horas
- Intensidad máxima admisible a 60°C de temperatura ambiente y temperatura del conductor 120 °C

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

- Corriente nominal: hasta 30 A
- Tensión máxima: 1.500 V
- Grado de protección: IP67
- Sistema de bloqueo: "snap-in"
- Rango de temperatura: -40°C hasta +90°C

Figura 18.- Conectores Multi-Contact MC4 tipo

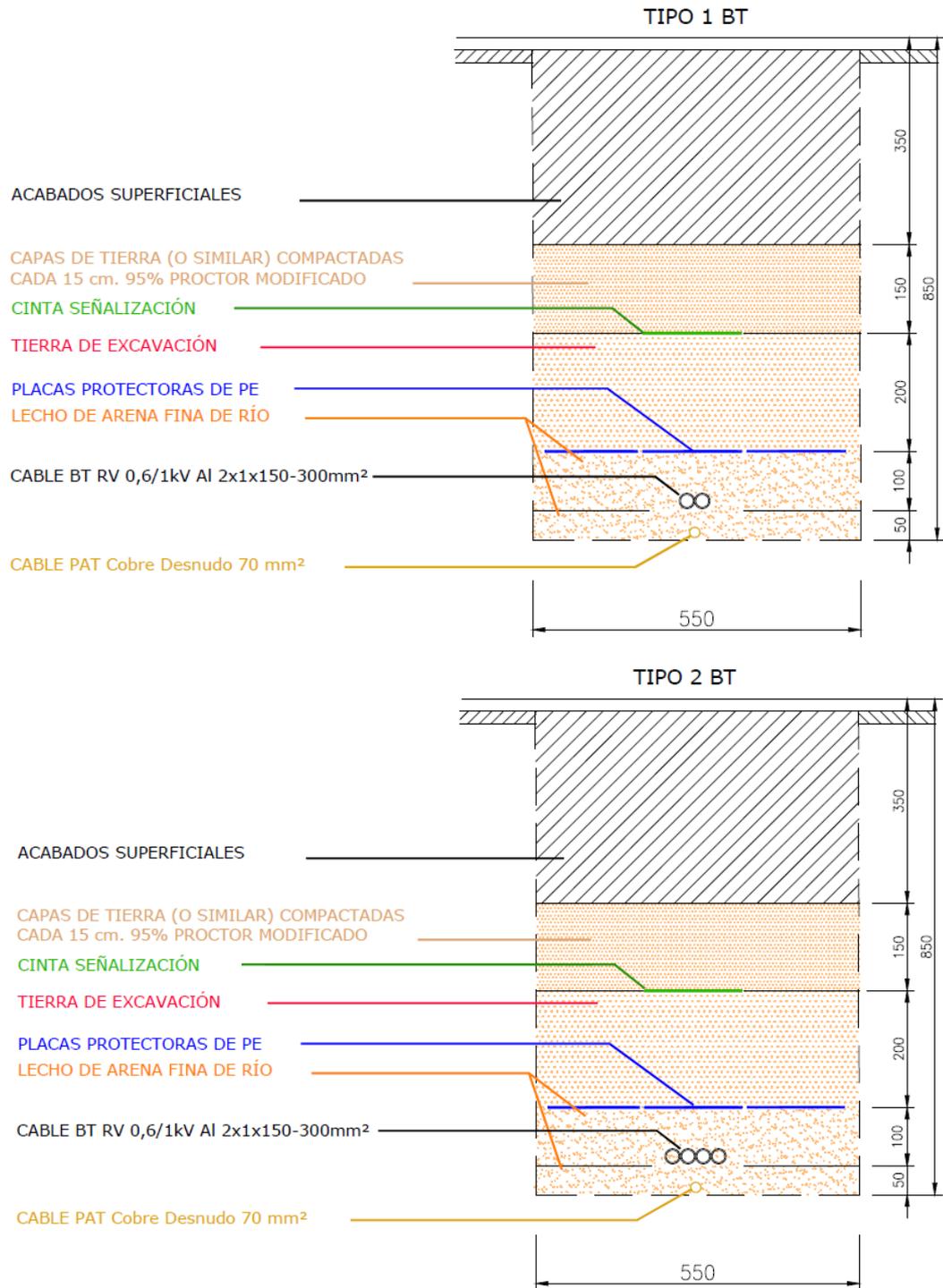


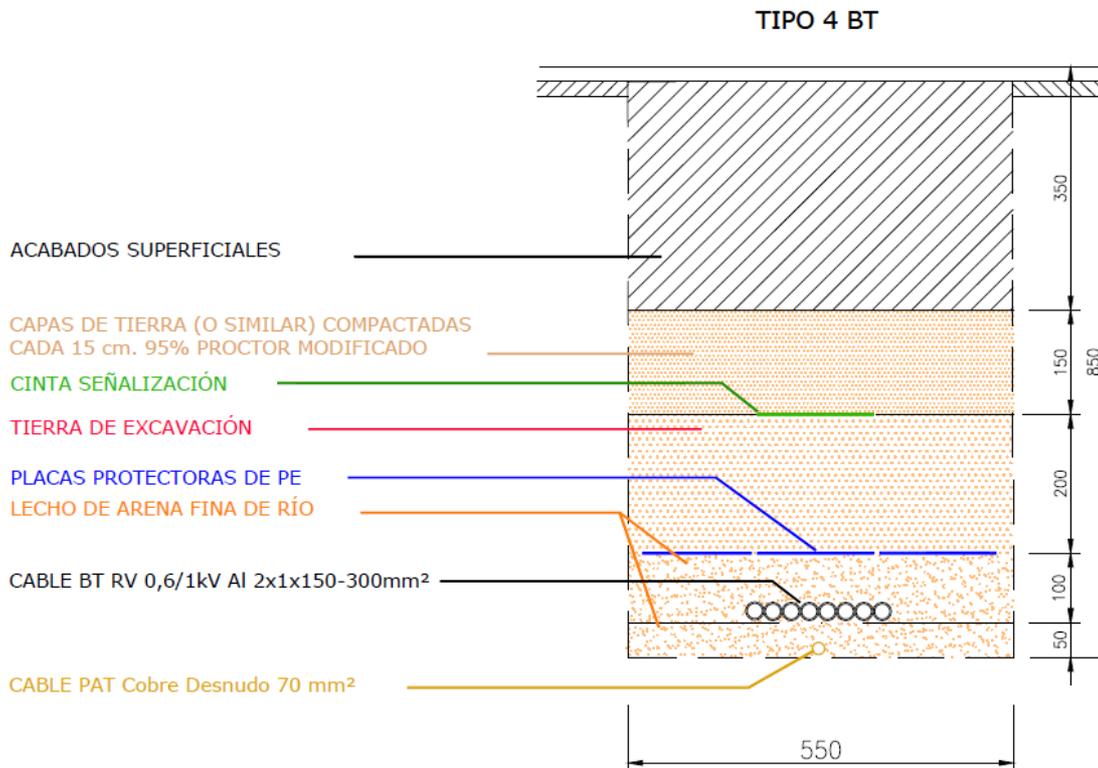
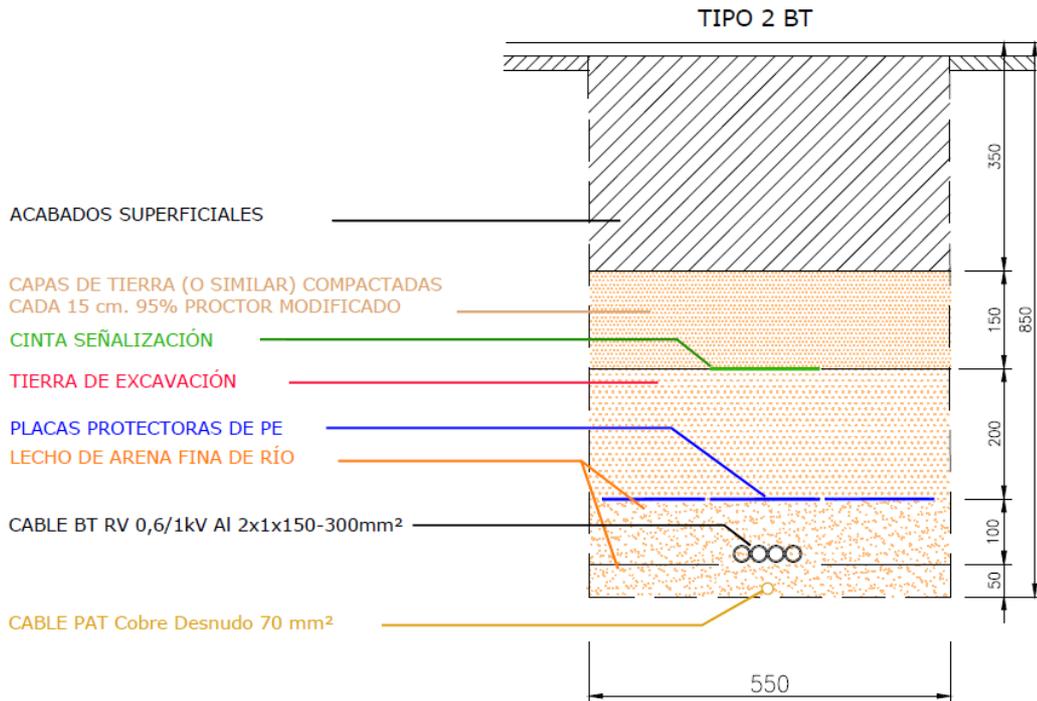
El conductor que se utilizará desde las cajas de strings hasta la caja de agrupación del inversor y su posterior conexión a las entradas de CC del inverter, tendrá las siguientes características:

- Denominación: RV-K
- Sección: 150-300 mm²
- Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Policloruro de vinilo acrílico (PVC Flexible)
- Voltaje: 0,9/1,5 kV CC - 0,6 / 1 kV CA

La conexión desde las cajas de strings hasta la caja combinadora del inversor se realizará mediante conductor directamente enterrado.

Figura 19.- Secciones zanjas BT para diferentes números de conductores





5.1.3 Cajas de strings o de agrupación de nivel 1

Como se ha indicado en la tabla de potencias, se ha diseñado la siguiente configuración en Baja tensión:

- 6 Inversores de 270 Strings
- 4 Inversores de 268 Strings

Las cajas de Agrupación Primaria, Cajas de strings, serán de Poliéster de doble aislamiento, con grado de protección mínima IP65. En su interior se alojarán tantas bases de fusibles de tamaño 22x58 como sean necesarias para la conexión de strings, según el caso. Se ha diseñado la configuración de cajas de string de 28 y 30

En total, por cada inversor se instalarán 9 Cajas de strings formados por 30 módulos en serie proveniente del campo fotovoltaico.

Con objeto de repartir los strings entre las cajas de primer nivel de forma equitativa y que al mismo tiempo su construcción física sea lo menos laboriosa posible, se decide crear dos tipos de agrupaciones de strings en cajas de primer nivel.

Figura 20.- Distribución Cajas de String por cada grupo BT

PSFV Estera										
Skid	Inversores	Seguidores	Strings	Modulos	P. módulos (kw)	P. inversores (kw)	Cuadros 30 strings	Cuadros 28 strings	total cuadros	Ratio Wdc/Wac
skid 1	inversor 1	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 2	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
skid 2	inversor 3	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 4	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152
skid 3	inversor 5	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 6	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152
skid 4	inversor 7	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 8	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152
skid 5	inversor 9	135	270	8100	4.212,00	3630	9	0	9	1,160
	inversor 10	134	268	8040	4.180,80	3630	8	1	9	1,152

Siendo un total de:

- 86 Cajas de 30 Strings
- 4 Cajas de 28 Strings

En términos prácticos, se comprarán todas las cajas iguales, de 32 strings, para facilitar la distribución en campo.

Estas entradas de strings serán equipadas cada una de ellas con protección por fusible. Se instalará además una protección contra sobretensiones y un seccionador de corte en carga para corriente continua (CC) de intensidad nominal suficiente para seccionar todos los circuitos de strings que agrupa la Caja.

Se justificará su dimensionado en el apartado de Memoria de Cálculos.

Se conectarán teniendo en cuenta la polaridad de sus terminales según la siguiente consigna:

- Terminal positivo a la borna de la caja identificada como polo positivo.
- Terminal negativo a la borna de la caja identificada como polo negativo.

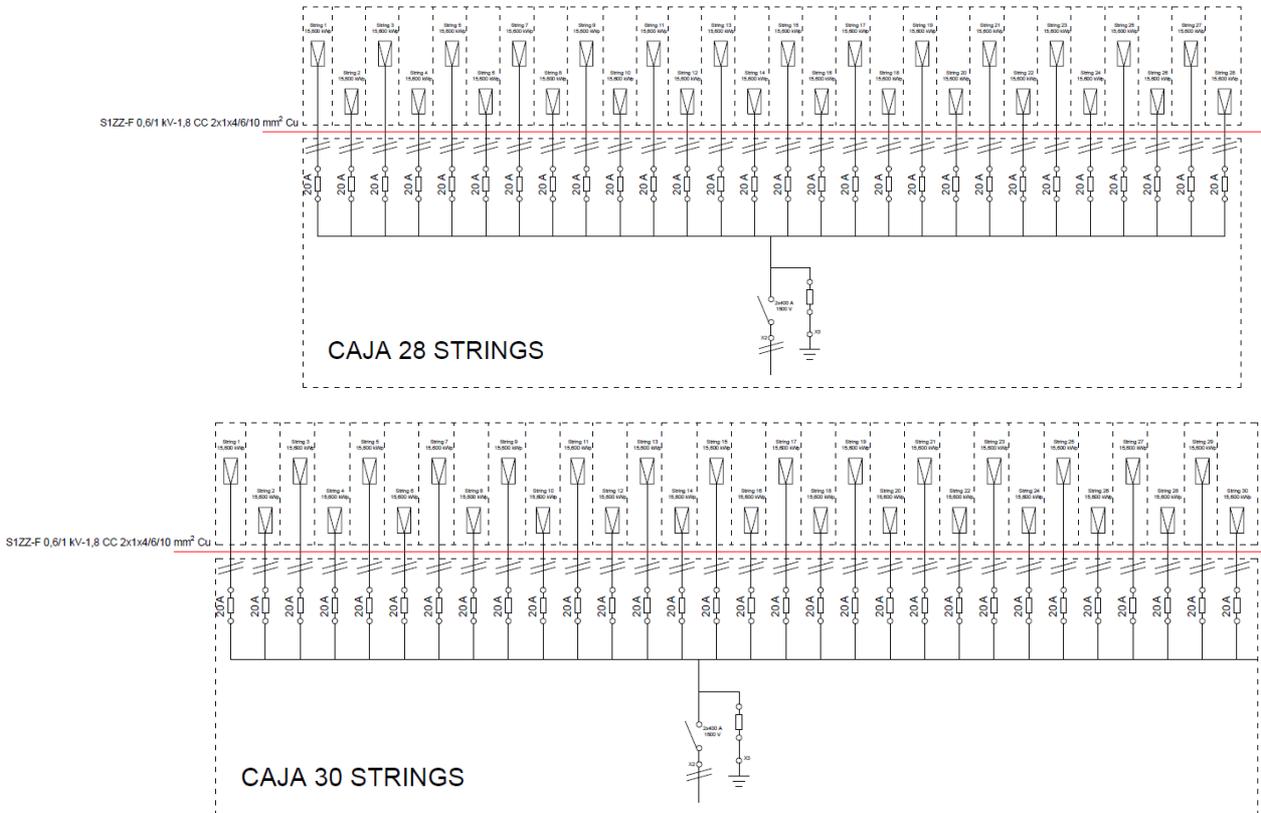
Se emplearán los terminales de conexión o punteras, no admitiéndose el hilo retorcido para su inserción en el bornero.

Las principales características de las cajas de string son:

- Aislamiento: IP 65
- Tensión de aislamiento: 1.500 V
- Entradas: 28/30
- Fusibles: 20A gPV 1.500 V
- Maniobra: Seccionador 400 A
- Descargador de sobretensión: Clase 2

La instalación del cuadro de agrupación primaria se realizará mediante abrazaderas tipo abarcón como sujeción a un pilar independiente de la estructura del seguidor.

Figura 21.- Caja de strings de 28 y 30 Ud



5.1.4 Caja de agrupación inversor

Una vez agrupados los string en paralelo en las cajas de agrupación primaria, hay que transportar la energía eléctrica hasta los Inversores.

Esta agrupación se realiza en paralelo y se protegen contra sobrecorrientes con fusibles de fundido rápido para corriente continua, en sendos polos positivo y negativo de cada circuito de entrada.

La salida, si la suma de todas las intensidades de las protecciones de entradas es inferior a la corriente máxima del circuito de salida, se dispondrá de un interruptor-seccionador. En otro caso, la salida se protegerá mediante seccionadores fusible de corte en carga.

El tendido se hará directamente soterrado según REBT, siguiendo la norma de la instrucción ITC-BT-07.

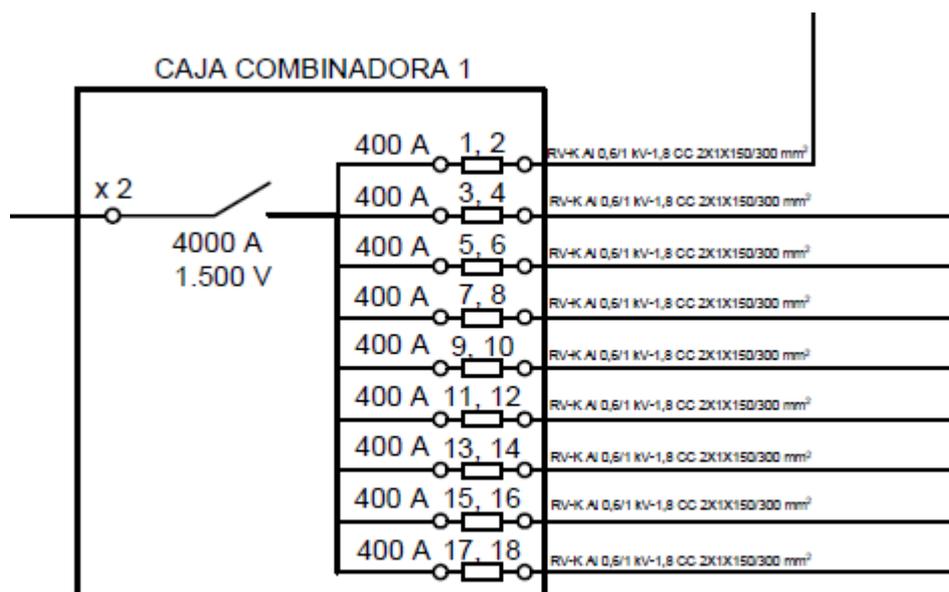
Se ejecutará arqueta de pasos y/o derivación como máximo cada 40m de recorrido. Se sellarán todas las bocas de los tubos con espuma de poliuretano.

Cada inversor posee un Cuadro de Agrupación en Baja Tensión internamente, donde se agrupan los 10 circuitos provenientes de las diferentes cajas de strings.

Los Cuadros de Agrupación en Baja Tensión tendrán las siguientes características:

- Aislamiento: IP65
- Tensión aislamiento: 1.500 V
- Embarrado independiente para cada uno de los 9 circuitos entrantes
- Seccionadores-fusibles: 400 A
- 11 entradas para circuitos de CC
- Tablero de material autoextinguible y libre de halógenos

Figura 22.- Cuadro agrupación CC inversor



5.2 Instalación de BT en CA de generación

Definiremos instalación de Corriente Alterna de Baja Tensión de generación a todo el sistema que conecta desde el inversor hasta las bornas de entrada del transformador de MT del centro de Transformación.

Este sistema es trifásico a 630V y 50Hz.

5.2.1 Conductor BT CA

La conexión de los inversores con los transformadores de potencia se realizará mediante conductores de las siguientes características:

- Denominación: RZ1-K
- Conductor: Cobre, flexible clase 5
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Voltaje: 0,6 / 1 kV

En el caso de los skids, los puentes desde el inversor a las celdas de media tensión son suministrados y garantizados por el fabricante del centro de transformación.

5.2.2 Dispositivo de maniobra y protección AC Inversor

Se instalará un dispositivo de protección y maniobra entre la salida del inversor y la entrada al transformador en el lado de BT.

Sus principales características son:

- Tensión nominal: 750 V
- Intensidad nominal: 3600 A
- Interruptor-Seccionador de corte en carga
- Cerramiento Metálico

En el bastidor del inversor, a la salida de circuitos de CA se verificará que existe protección mediante Interruptor Automático para CC con funciones de protección de sobreintensidad por sobrecarga y por cortocircuito, además de protección de desequilibrio de corriente, sobre y subtensiones, fallo de frecuencia. Si no existieran estas protecciones, se implementaría en un bastidor independiente de protecciones de BT.

5.3 Instalación de BT para SSAA en CA

Los servicios auxiliares de la instalación de la planta se considerarán como instalación interior, observándose para ello lo dispuesto en RD842/2002, instrucciones técnicas complementarias y Normas particulares de la empresa Suministradora para la configuración de los puntos de medidas.

La instalación de intemperie se ejecutará soterrada. La entrada en cuadro de reparto se realizará con prensastopas. Se instalará según instrucción ITC-BT-07

y se tratará como redes de distribución enterradas. Los cuadros de intemperie tendrán IP54.

La instalación en el interior de edificios se ejecutará bajo tubo rígido de PVC, o empotrado en obra, según prescripciones ITC-BT-19. En zonas húmedas/mojadas de interior se ejecutará en canalizaciones y cajas estancas IP54.

Se dotarán las instalaciones de protecciones de sobre/subtensiones, sobreintensidad, contactos directos e indirectos según RD842/2002 y normas UNE de aplicación.

En el interior del Centro de Transformación se instalará un transformador de SSAA para abastecer los SSAA necesarios para la alimentación de los motores de los seguidores, así como los servicios generales:

- Potencia Nominal: 6 kVA (CT de 2 inversores),
- Aislamiento: Encapsulado seco
- Tensión de cortocircuito: 3%
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Tensión de primario: 3x630 V
- Tensión secundario: 3x400 V $\pm 2,5\% \pm 5,0\%$

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

Se instalará un primer cuadro de reparto a la salida del transformador de SSAA con salidas trifásicas protegidas con un interruptor automático extraíble. Los Cuadros de Baja Tensión para protección y mando de la instalación se distribuirán por la planta centralizando los circuitos por las diferentes zonas de consumo.

Siempre se situarán fuera de la manipulación de personal no autorizado, o se impedirá su apertura por medios mecánicos.

En su interior se montará la aparamenta necesaria y suficiente para dotar del nivel de seguridad admisible a la instalación, cumplir ITC-BT17, 22, 23 y 24.

De él partirán los circuitos principales de la instalación que alimentarán todos los receptores.

El cuadro de Baja Tensión de SSAA en el centro de Transformación alimentará y protegerán los siguientes circuitos:

- Ventilación forzada CT

- Servicios propios CT
- Alumbrado CT
- Comunicaciones
- Seguridad
- Reservas

En cada Cuadro se instala Interruptor Automático de Corte Omnipolar con protección de sobrecarga, cortocircuito y sobretensiones.

Se procederá a proteger todos los circuitos de forma particular.

Se instalan doce salidas de circuitos diferentes a los que se dotan de protecciones contra sobreintensidades según sección de cables y contra contactos indirectos por dispositivo de corriente diferencial residual según necesidades de 300mA/30mA de sensibilidad, todas con poder de corte de 6kA.

Los seguidores solares considerados son autoalimentados. Estarán dotados de un panel fotovoltaico con ups, que garantizará el arranque de motores a primera hora de la mañana. De esta forma se evita todo el tendido de alimentación en zanjas.

El alumbrado de servicio está compuesto de aparatos de bajo consumo de balasto compensado y cumplirán las especificaciones de UNE-EN60598, UNE-12464.1 y Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero, relativo al establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

La instalación de alumbrado se comprueba y se adapta para dar cumplimiento a ITC-BT-44. No se tienen en cuenta las normas CTE-SUA4 y CTE-HE3 sobre eficiencia energética debido a que se trata de una edificación fuera del ámbito de aplicación del CTE.

Las luminarias con aislamiento inferior a la Clase II se conectarán al conductor de protección del circuito de alimentación de todas sus partes metálicas por medio de fijación permanente (borna de conexión, tornillo de conexión).

Los circuitos se mandarán inexcusablemente desde los elementos diseñados en la instalación a este fin, interruptores, conmutadores, relojes crepusculares, temporizadores, relojes, pero no se mandará el cierre y apertura de los circuitos de alumbrado por accionamiento del interruptor de protección magnetotérmico de dicho circuito.

El local se dotara de un sistema de Alumbrado de Emergencia, concretamente, Alumbrado de Seguridad, compuesto por aparatos autónomos, distribuidos

éstos tal y como se puede apreciar en el plano de Luminarias de Emergencias. Se localizarán las luminarias en la salida de cada habitáculo y en los recorridos de evacuación de los espacios públicos y de servicio del edificio.

El alumbrado de evacuación (antes llamado de señalización), proporcionará 1 lux en el suelo, en el eje de los pasos principales. Permitirá identificar los puntos de los servicios contra incendios y cuadros de distribución (5 lux).

El alumbrado de ambiente o antipánico (antes llamado de emergencia) proporcionará 0,5 lux en todo el espacio hasta una altura de 1 m.

5.4 Instalación de puesta a tierra

El esquema de tierra a utilizar será:

- Aislado de Tierra para la Instalación de CC (Tierra flotante)
- Esquema TT para instalación de CA de SSAA.

La resistencia al paso de la corriente de los electrodos obtenida por medición directa, no deberá ser en ningún caso superior a 20 Ohmios, si así sucediera se efectuará un tratamiento del terreno por alguno de los métodos utilizados en la práctica en el lugar donde se haya ejecutado la instalación. En caso de realizar esta actuación se comunicaría a la ingeniería que realiza la instalación común del edificio para tomar medidas correctoras que se estime necesario.

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

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

En acuerdo con la normativa particular de la compañía suministradora se procede a la instalación del tipo TT. Sistema de picas de Acero Galvanizado con superficie por electrolisis de cobre de 14mm de diámetro y 2m de longitud hincada en fondo de calicatas de canalizaciones con $h > 0,80\text{m}$, conectada a una toma de tierra en caja de registro de tierras para medición y mantenimiento mediante conductor 0,6/1kV, RV-K de 16mm² de sección bajo tubo de 32mm de diámetro. Se llevará a los CBT de Servicios Auxiliares.

Se aprovecha la apertura de las calicatas de las canalizaciones subterránea para tender el anillo de cobre desnudo de 1x70 mm² donde se conectarán todas las picas de tierra. El sistema de tierras de BT se ejecutará así a cotas más profundas de 0,8m.

En cada posición de cuadro de SSAA (CBT) se conectará una pica y se dará toma mediante soldadura aluminotérmica al anillo y/o mediante brida de conexión y conductor RV-K 0,6/1kV 1x16mm² Cu se dará tierra al cuadro.

Del anillo de tierras se dará tierra a todas las partes metálicas de la instalación que sean susceptibles a estar en tensión (de Baja Tensión). Así se dará tierra a las estructuras portantes.

Todos los circuitos de salida de los CBT se repartirán con su correspondiente cable de tierra con sección igual a la de los conductores activos.

5.5 Instalación de MT

Definiremos el circuito de interconexión en MT como el circuito eléctrico en Media Tensión desde la salida de los Centros de Transformación hasta el punto de conexión. Por lo tanto, este circuito transporta toda la energía del parque en nivel de Media Tensión de 30 kV.

El circuito de media tensión procedente de las celdas de MT situadas en el Centro de Transformación discurrirá por canalización subterránea enterrado directamente, al igual que desde el último centro de transformación de la línea hasta el centro de seccionamiento. Este trazado consistirá en una franja reservada para la evacuación a la subestación.

5.5.1 Conductor MT AC

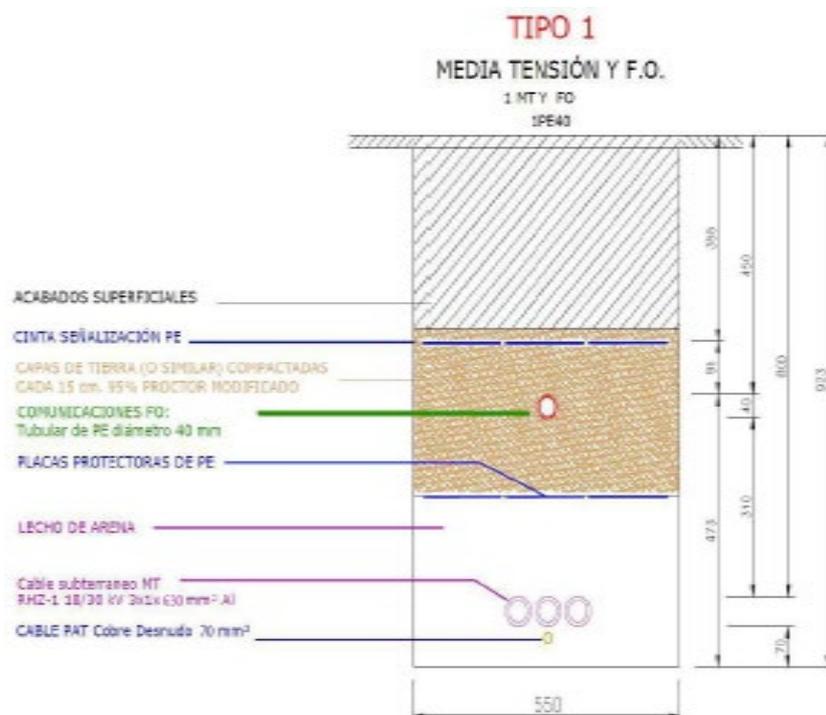
La evacuación de la energía generada por la instalación fotovoltaica, se realizará a través de una línea subterránea en MT a 30kV interconectando los Centros de Transformación entre ellos, hasta el centro de seccionamiento.

El conductor empleado en el circuito de MT tendrá las siguientes características:

- Denominación: RHZ1
- Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Pantalla: Corona de hilos de cobre
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica libre de halógenos
- Voltaje: 18/30(36) kV

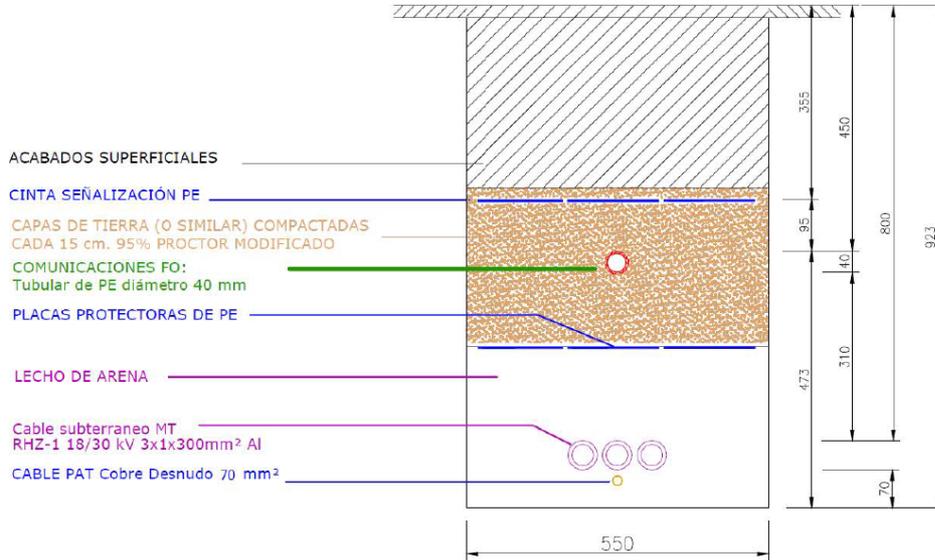
Los circuitos de media tensión irán directamente enterrados durante todo el cosido de centros de transformación.

Figura 23.- Secciones zanjas MT directamente enterrado



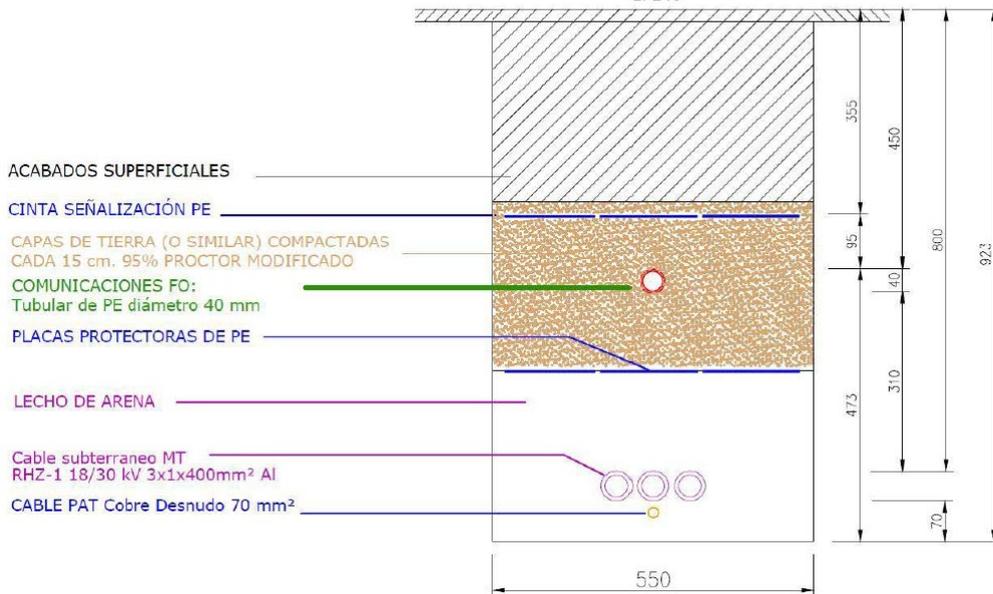
TIPO 2
MEDIA TENSIÓN Y F.O.

1 MT Y FO
 1PE40

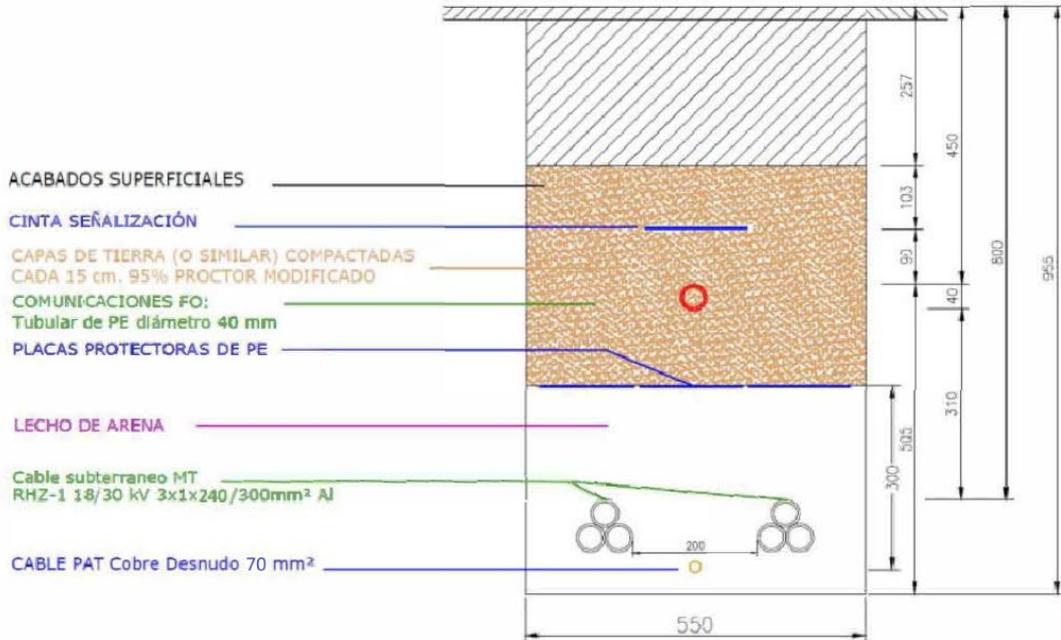


TIPO 3
MEDIA TENSIÓN Y F.O.

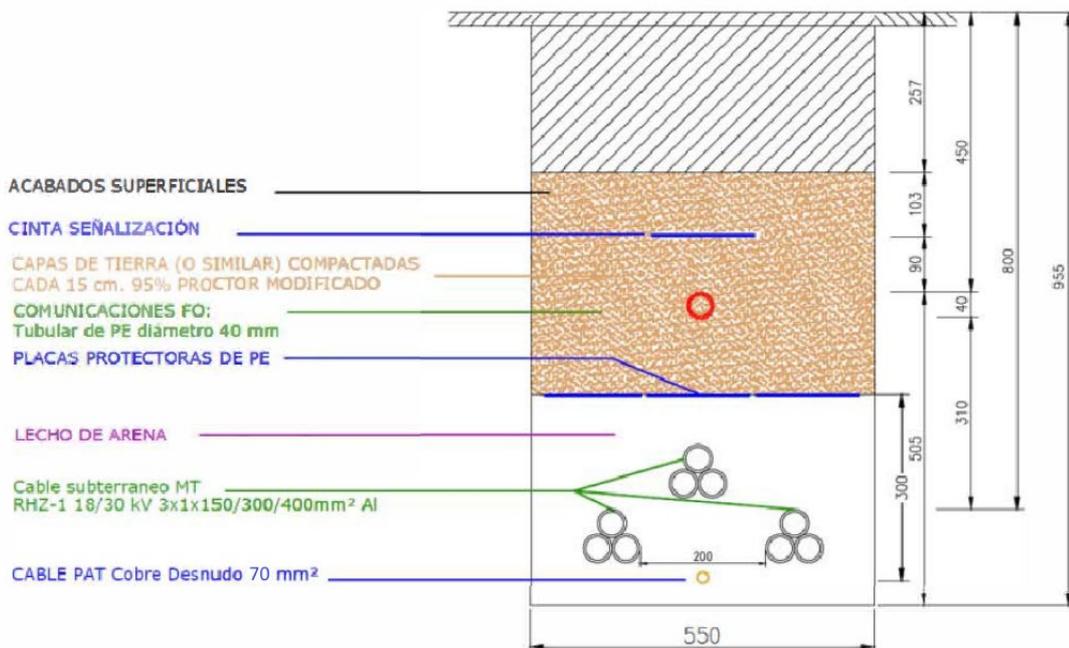
1 MT Y FO
 1PE40



TIPO 4
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
 2 MT Y FO
 1PE40



TIPO 5
MEDIA TENSIÓN Y F.O.
 3 MT Y FO
 1PE40



5.5.2 Punto de conexión en MT

El punto de conexión propuesto será un centro de seccionamiento que conectará en 30 kV con la subestación elevadora SET 1 VILLANUEVA RENOVALES 220/30 KV.

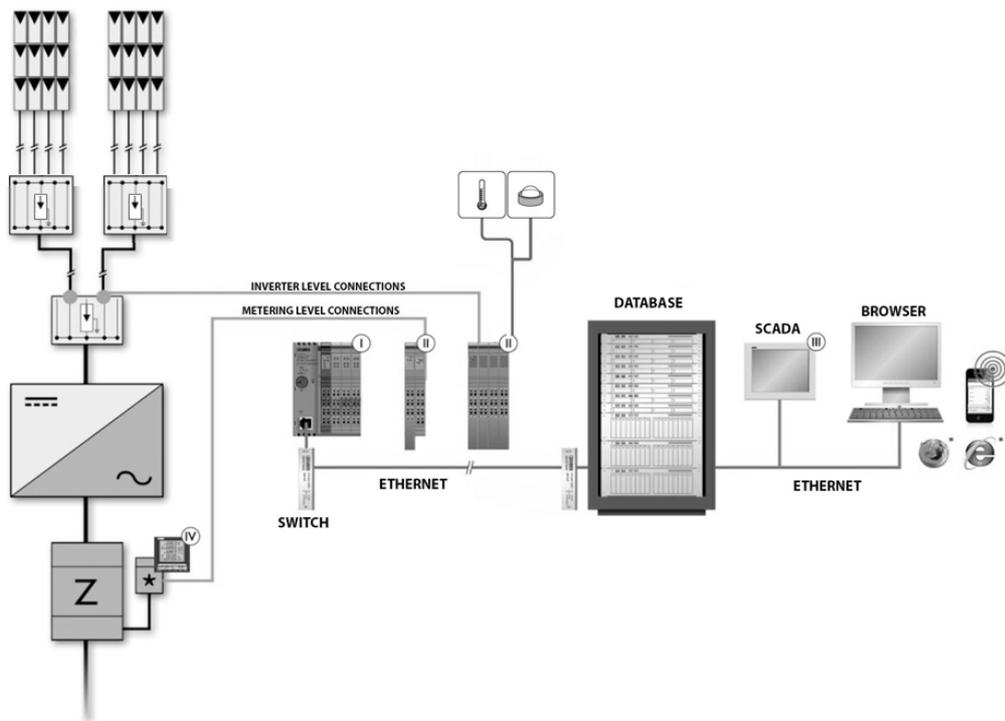
6. MONITORIZACIÓN

6.1 Topología

La arquitectura está basada en estos dos bloques:

- Nivel 1: Centro de transformación
- Nivel 2: Centro de control

Figura 24.- Monitorización tipo en una planta solar



- Centro y módulo de comunicaciones
- Data logger
- Sistema de vigilancia, de comando y de adquisición de datos

6.2 Instalación en el Centro de Transformación

En el centro de transformación se localizan los sistemas de control de las comunicaciones que realiza la adquisición de datos de los inversores. La comunicación entre los centros de transformación se realiza mediante conductor de Fibra Óptica que conecta un conjunto de centros en forma de anillo para después evacuar la información a la sala de control.

6.3 Nivel de la Sala de Control del edificio de Operación y Mantenimiento

En la sala de control del parque, en el edificio de operación y mantenimiento, se localizan los servidores que recogen toda la información del parque. El servicio de monitorización incluye un software de gestión y un archivo histórico con la base de datos adquiridos en el campo. Este software será el encargado de limitar la energía inyectada a la red, para que la potencia conectada sea de 31,775 MWn.

6.3.1 Sistema SCADA

El servidor central conforma el Sistema de gestión. SCADA y base de datos se instalarán en el servidor.

Los siguientes elementos se concentran en el Sistema de gestión:

- Gestión del consumo
- Estado a tiempo real del diagrama de cableado en la monitorización de energía
- Gráficos, informes y alarmas

Prestaciones técnicas:

- Acceso web por diferentes usuarios
- Alta adaptabilidad e integrabilidad con otros softwares
- Posibilidad de programar acciones redundantes
- Datos históricos y acceso a tiempo real
- Soporte para Windows, Linux, mac...
- Soporte para PC, tablets, teléfonos móviles, ...
- Configuración de informes dinámicos

- Gestión de alarmas

7. SEGURIDAD

El sistema de seguridad dispondrá de las tecnologías de vigilancia y detección necesarias para garantizar la seguridad de la subestación.

Estará permanentemente conectado a la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento y al sistema de comunicación de la subestación.

El sistema contará con baterías o SAI que proporciona un periodo de al menos 4 horas de funcionamiento ininterrumpido en caso de fallo de alimentación de corriente.

El sistema estará formado por los siguientes elementos:

- Sistema de detección video vigilancia
- Sistema de control de acceso
- Sistema de supervisión
- Sistema de Integración

7.1 Control de Acceso

Se requiere un control de acceso para controlar el acceso a la planta a personal autorizado.

Se requieren los Detectores de Presencia de Intrusos necesarios dentro de la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento.

El sistema de control de accesos tendrá tres funciones, el registro, almacenamiento e identificación de los funcionarios, visitantes y el control de ingreso a las diferentes áreas internas.

7.2 Software de control de acceso

Los computadores serán dedicados, y no tendrá que estar en línea para que el sistema funcione.

El sistema permitirá asignación de claves para operadores con privilegios configurables.

7.3 Sistema de CCTV

El sistema contará con

- Cámaras fijas IR
- Cámara Tipo Domo
- Grabadores Digital

El número y disposición de cámaras se determinará en función de la morfología y tipo de sistema de seguridad del proponente del sistema.

7.4 Detectores de Intrusión

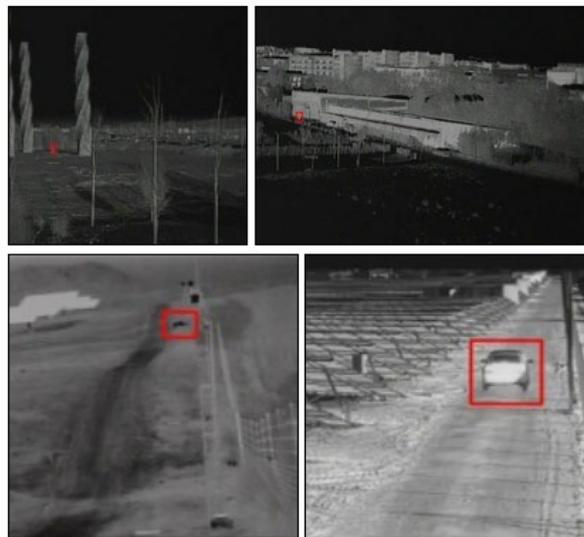
Se deberá de hacer un diseño detallado que garantice la detección de cualquier intruso dentro de la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento.

Los detectores deberán ser de movimiento, insensibles a ruidos tales como truenos o vehículos circulantes por las cercanías.

7.5 Sistema de seguridad

El sistema de seguridad está basado en la solución de cámaras térmicas con análisis de video.

Figura 25.- Ejemplo de captura de video

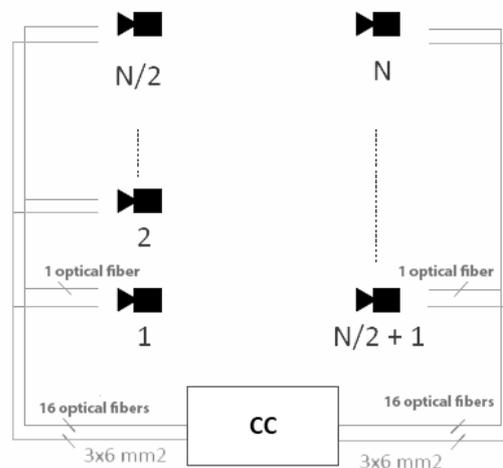


Las cámaras se sitúan en postes a una altura de 3 metros. Se instalarán a su vez luces de disuasión. La localización propuesta para la instalación de estas cámaras es una por cada centro de seccionamiento.

Cada cámara se instalará en un bastón que tendrá un panel de control al aire libre, donde se colocarán los elementos eléctricos y de comunicación necesarios para la alimentación de las cámaras y la derivación del tendido de fibra óptica correspondiente.

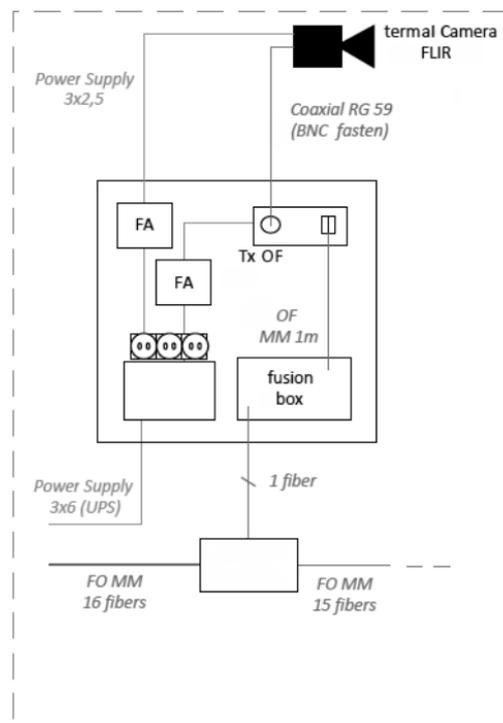
Dos cables de fibra óptica serán instalados de manera independiente para la comunicación de las cámaras.

Figura 26.- Conexión general



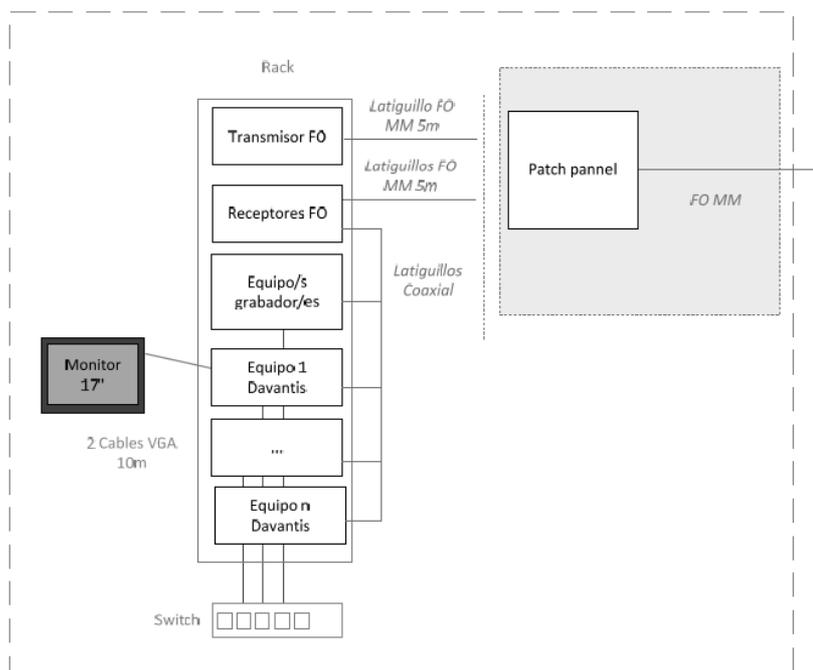
El esquema de la arquitectura de conexiones de cada cámara está representado en la siguiente figura:

Figura 27.- Arquitectura de conexión



En el centro de control se realizan las siguientes conexiones:

Figura 28.- Conexión de seguridad al centro de control



8. OBRA CIVIL

8.1 Preparación del terreno

Se cumplirá lo especificado en los artículos 300, 320 y 330 del PG-3 en los puntos que sean afectados y por tanto aplique.

Se realizará el movimiento de tierra necesario para permitir una pendiente adecuada que asegure los requerimientos señalados en las especificaciones técnicas del proveedor de los Seguidores o Tracker.

Se priorizará disponer los excedentes de tierra provenientes de excavaciones en las zonas de terreno donde sea necesario rellenarlas. En caso de generarse excedentes, estos se dispondrán en vertederos autorizados para ello por la autoridad competente. Aunque el terreno sea muy llano, se contemplarán las zanjas para cableado.

También se contemplará el movimiento de tierras necesario para la colocación de los inversores y de los Centros de Transformación.

Se realizarán los trabajos de desbroce y preparación del terreno para el soporte de las estructuras de los paneles fotovoltaicos, afectando lo menos posible a la topografía.

El sentido de drenaje de la parcela será paralelo a los caminos. Será suficiente con que el desnivel del vial respecto al terreno colindante sea mayor a 15cm.

Para la ejecución de los caminos se retirará la capa de Nivel 0 del terreno, manto vegetal, con espesor entre 0,5m y 1,0m. Teniendo en cuenta que el desbroce inicial de la finca se retira una capa de 25cm, la profundidad media de vaciado de terreno para formación del camino será de 50cm.

8.2 Drenaje

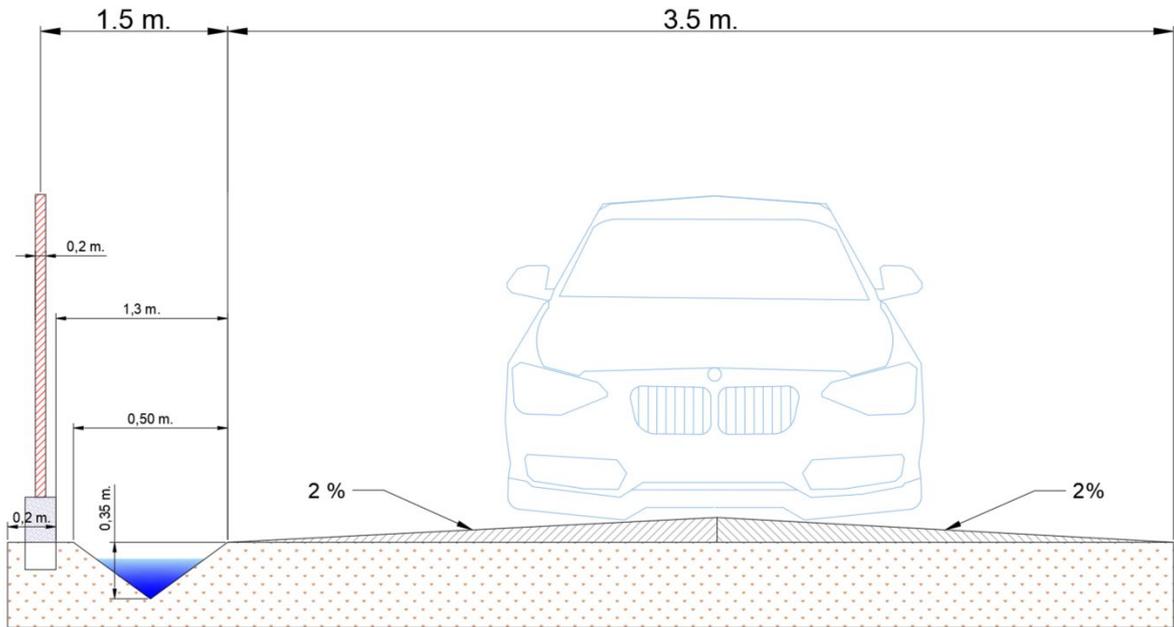
Se realizará un sistema de drenaje de recogida de escorrentía de las zonas colindantes mediante la ejecución de cunetas de guarda junto a los trazados de los caminos. Estas cunetas, se realizarán tanto en los caminos perimetrales, como en los caminos interiores transversales y tendrán unas dimensiones de 1.1 de ancho y 0,35 m de profundidad.

Se instalarán junto a todos los caminos en el lado que evite el paso de aguas a través de los caminos debido a las pendientes naturales del terreno, decir en la cota superior del perfil transversal del terreno a lo largo del eje del camino.

La evacuación de las aguas pluviales se realizará canalizándola fuera de la parcela conduciéndolas a los cauces o vaguadas naturales, evitando de este modo la afección de la hidráulica de la zona.

Esta solución se podrá revisar en la fase de construcción con el estudio detallado de hidrología y topografía completo, el cual determinará las características específicas de los sistemas de drenaje de acuerdo con la normativa y en función de elementos no recogidos en los estudios previos.

Figura 29.- Dimensiones del drenaje



8.3 Zanjas

En la instalación fotovoltaica se harán distinción entre 3 tipos de zanjas:

- Zanjas de BT, que contendrán los siguientes circuitos:
 - Circuitos BT de Generación
 - Circuito de comunicación para seguidores
- Zanjas de MT
 - Circuito MT de Evacuación
- Zanja de comunicaciones
 - Circuito de comunicaciones F.O.

En algunos tramos, la zanja de comunicaciones coincidirá con la zanja de media tensión, realizando una única zanja para los dos tipos de circuitos.

8.3.1 Excavación de zanjas

La excavación en zanjas y pozos cumplirá lo especificado en el artículo 321 del PG-3.

La excavación de las zanjas se realizará mediante medios mecánicos con retroexcavadora. En la medida que sea posible la retroexcavadora se posicionará sobre el eje de la zanja.

Deberá dejarse la superficie del fondo de la zanja limpia y firme, y escalonada si se requiere. Se elimina del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenan huecos y grietas. Se quitarán las rocas sueltas o disgregadas y todo material que se haya desprendido de los taludes.

En el caso de cruzamientos con líneas eléctricas, conducciones de agua, gas o cualquier otro tipo de elementos, habrá presente personal de ayuda a la excavación para evitar la rotura de los elementos de cruce. Al menor signo de presencia de los elementos, se parará la excavación mecánica y se procederá a la excavación manual, siempre sin dañar los elementos de cruce.

En la excavación se tendrá en cuenta, en caso que fuera necesaria, la entibación de la zanja.

Se instalará una red de puesta a tierra para la instalación FV, la cual garantizará la seguridad para tensiones de Paso y Contacto así como de defectos a tierra.

La instalación de la malla de tierra estará compuesta por un cable de cobre desnudo directamente enterrado a lo largo de las canalizaciones existentes y a lo largo de la malla de tierra se instalaran picas o jabalinas.

8.4 Arquetas

Las arquetas serán prefabricadas de PVC, con drenaje para la evacuación de agua. Se ajustarán a las dimensiones y calidades dispuestas en el proyecto de ejecución, colocándose cámaras en cada cambio de dirección superior a 60°.

Por lo tanto, se utilizaran cámaras independientes para los siguientes circuitos:

- Circuitos de Generación en BT
- Circuitos de Comunicación
- Circuitos de MT

El relleno se hará con tierra de préstamo o excedentes de excavación. La compactación del trasdós de la cámara se realizará en tongadas de 20 cm

compactándose mediante bandeja vibrante, debiéndose alcanzar al menos el 95% del PROCTOR Normal.

La terminación de los conductos será con tubos a ras de pared interior de cámara y todas las bocas selladas con espuma de poliuretano.

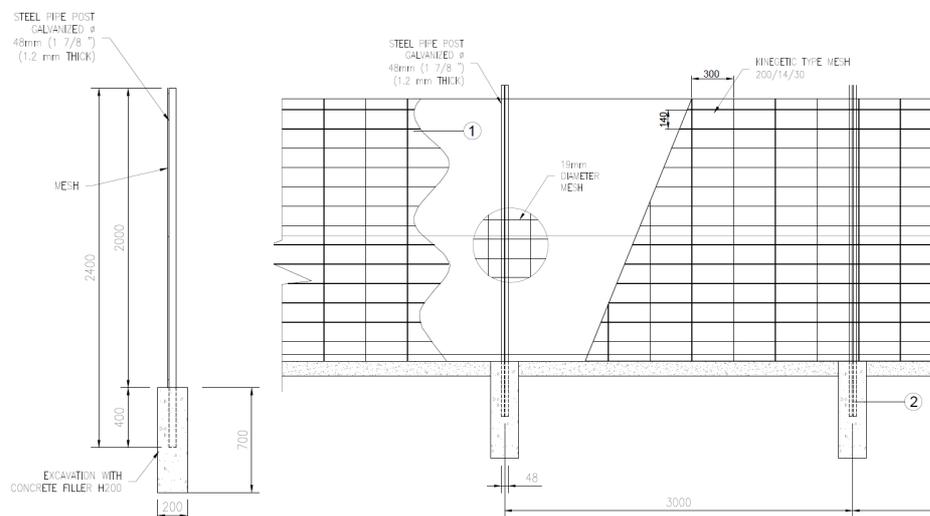
8.5 Vallado

Consistirá en la instalación perimetral a la parcela de implantación de la planta, de una valla de cerramiento para impedir el acceso no controlado a la misma de vehículos, peatones y animales.

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

- Malla cinética mallarte 200/14/30
- Altura desde el suelo: 2,00 m
- Nº alambres horizontales: 14
- Separación entre alambres verticales: 30 cms
- Diámetros de alambres:
 - alambres superior e inferior: 2,50 mm
 - resto de alambres: 1,90 mm
- Tipo de nudo: nudo bisagra
- Poste conformado acero galvanizado de 2,40 m.

Figura 30.- Vallado perimetral



La excavación para cimientos de postes se ejecutará a lo largo de la alineación de la valla, para los postes intermedios se ejecutarán a 3 m de distancia entre ejes de postes de centro, mientras que entre poste de centro y poste de tensión será de 3m.

Las dimensiones de la excavación de cimientos de postes será de un cilindro de dimensiones $\phi 45$ cm por 50 cm de profundidad para todo tipo de poste menos para el poste principal de centro que será de diámetro $\phi 57$ cm por 70 cm de altura. En aquellas zonas en que el terreno sea muy blando, se disminuirá la separación de los cimientos, a juicio del Director de la Obra. Las tierras procedentes de la excavación en cimientos se repartirán "in situ", debidamente nivelada o en su caso, se transportarán a vertedero.

El hormigón a utilizar en cimientos será del tipo HM-20.

8.6 Caminos

8.6.1 Caminos interiores

Vial que se ejecuta en zonas perimetrales e interiores del parque. Sus características, que se basarán en las recomendaciones de la instrucción de carreteras Orden Circular 306/89 corregida en Noviembre de 1989 sobre calzadas de servicio y accesos a zonas de servicio y la Orden de 14 de mayo de 1990 por la que se aprueba la Instrucción de carreteras 5.2-1C «Drenaje superficial, son las siguientes:

- Ancho de calzada por un sentido: 3,50m
- Canto del compactado (todo-uno) sin aglomerantes: 20cm
- Inclinação de drenaje de calzada: 2,00% a 2,50% (sección en peralte)

Para la ejecución del firme se retirará la capa de Nivel 0 del terreno, manto vegetal, con espesor entre 0,15m y 0.20m. Teniendo en cuenta que el desbroce inicial de la finca se retira una capa de 15cm, la profundidad media de vaciado de terreno para formación del camino será de 25cm.

En el vaciado practicado se verterá material procedente de las excavaciones siempre que cumplan los límites de tolerabilidad marcados por el Director de Obra y con un índice de compactación del 98% del Proctor modificado. Se finaliza el vial con una capa de todo-uno de 10cm de espesor, inclinada hacia un lado en el sentido natural de la evacuación de aguas del terreno y con una cota de altura final de 10cm como mínimo del nivel del terreno colindante.

El drenaje se dimensiona para el caso más desfavorable, con el caudal:

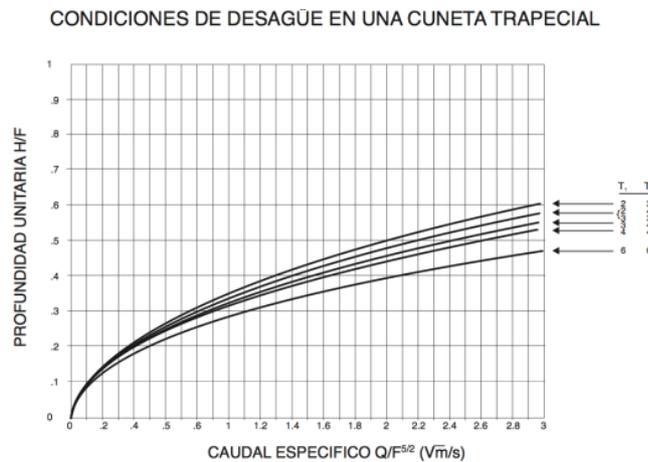
$$Q(l/seg) = \frac{A \times L_m \times e}{3600}$$

Donde

- A es el área de evacuación –plataforma más desfavorable-
- L_m es el valor Máximo de Precipitaciones, en mm de agua en 1 m², resultado de transpolar al período de 1h la máxima precipitación caída durante 5min en los últimos 20 años en la región.
- e es el coeficiente de escorrentía, que tomaremos 0,8 (drenamos el 80% del agua que llueve)

Este diseño es suficiente para evacuar un valor de lluvias normales en la región.

Figura 31.- Diagrama Profundidad-caudal



8.6.2 Caminos en la fase de ejecución de la obra

En este caso se distinguirán entre caminos asfaltados y caminos de tierra, para los que se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

Camino asfaltado:

En este caso, se realizará una labor de mantenimiento y limpieza de los caminos durante la fase de ejecución, así como la instalación de señales provisionales de obra y acceso a planta.

Camino de tierra:

Para la completa caracterización de los viales o tramos y las actuaciones necesarias a realizar sobre estos, se describirán las condiciones actuales y de diseño referente al estado del firme, sus secciones transversales y su alineación horizontal.

Es necesario establecer las condiciones mínimas en cuanto a diseño y estado que ha de cumplir el Camino de Acceso para la segura circulación de los vehículos pesados y maquinaria necesarios en obra, por ello una vez elegido de manera más desfavorable y del lado de la seguridad el vehículo más limitativo, se establecen las condiciones que el Camino de Acceso Central ha de reunir para la segura circulación de los vehículos que por el vayan a transitar.

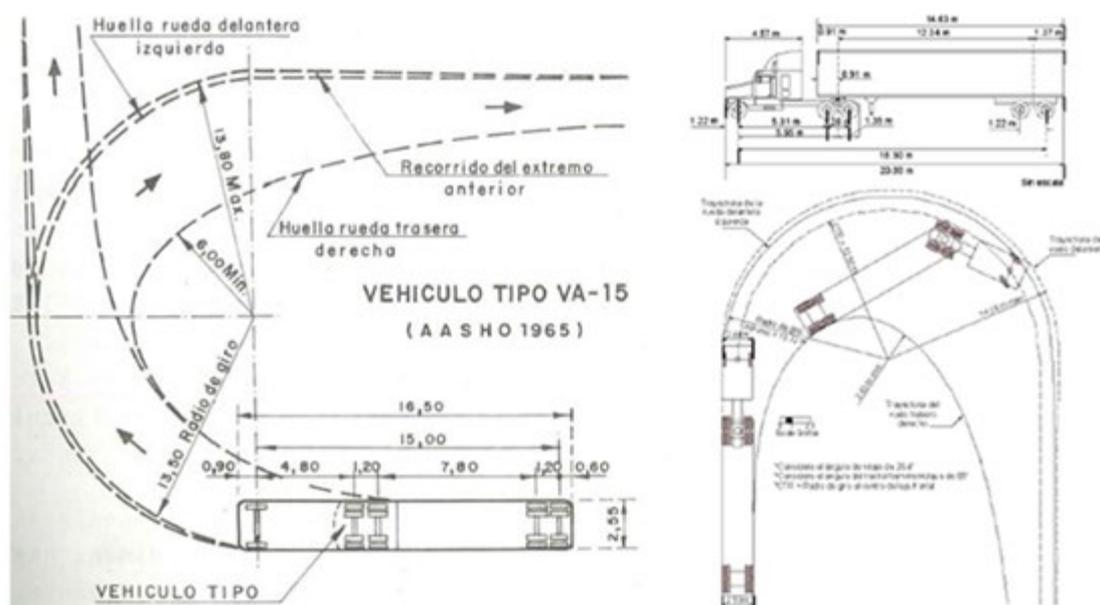
8.6.2.1 Condiciones de diseño

El vehículo de diseño limitante será el vehículo pesado en fase de construcción (camión +contenedor de 40 pies). Según recomendaciones geométricas consultadas, aplicando radios de giro interiores de 12 m como mínimo, se considera que se da cumplimiento a los requerimientos geométricos para que

el vehículo real de diseño pueda maniobrar sin salirse de los viales (Los valores de estos radios interiores varían entre 15-17 m dependiendo de la curva considerada y algún caso puntual el radio disminuye a 12 m como valor mínimo, no obstante para los tramos de nueva ejecución se considerará un radio mínimo de 80 metros).

En la siguiente figura se puede observar las condiciones mínimas de seguridad y diseño que deberán cumplir los giros para el vehículo limitante considerado (camión + contenedor de 40")

Figura 32.- Esquemas de giro tipo VA-15 según AASTHO



El peso del vehículo establecido como limitante será de 25 tn, no obstante habrá de considerarse la circulación en momentos puntuales de transportes especiales de hasta 100 tn repartidas entre 6 - 8 ejes. Condiciones actuales y actuaciones previstas

Para la correcta caracterización de los distintos tramos que comprenden el Camino de Acceso Central habrá que considerarlos por separado ya que el estado actual de cada uno de ellos es diferente.

8.6.2.2 Estado del firme y sección transversal

Actuaciones previstas en caso de estar el firme en buen estado

Al no ser necesaria realizar ninguna adecuación para reforzar el firme, las actuaciones sobre este tramo a considerar serán:

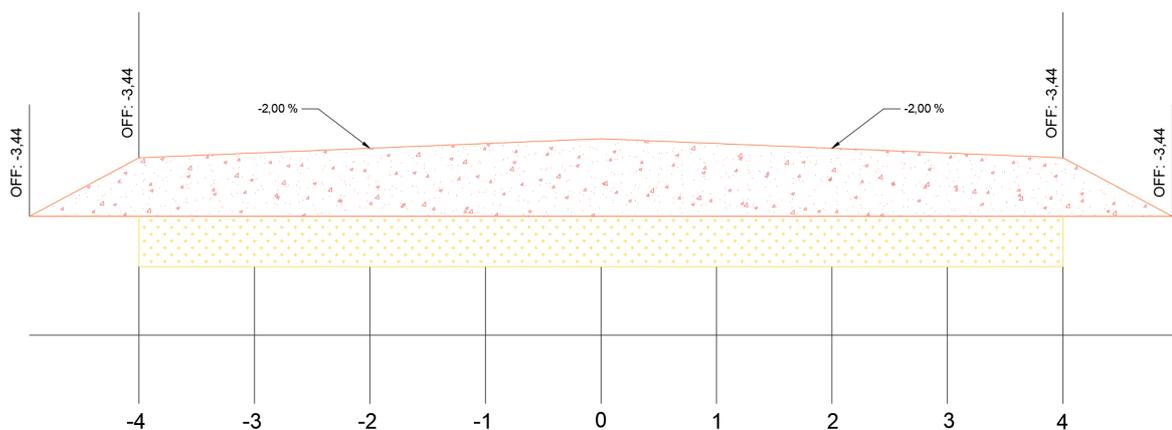
- Acondicionamiento del terreno para su adaptación al paso de vehículos pesados.
- Mantenimiento durante la fase de construcción: Llevar a cabo un correcto mantenimiento y reparaciones puntuales de las deficiencias que pudiera sufrir el camino como consecuencia del aumento del tráfico pesado durante la fase de ejecución de la obra.
- Adecuación después de la fase de construcción: Adecuación una vez ejecutada la obra para dejar al camino en buenas condiciones de circulación

Actuaciones previstas en caso de no estar el firme en buen estado

Para la adecuación del firme al paso del vehículo considerado como limitante y con un peso de 60 MPa se llevará a cabo:

- Acondicionamiento del terreno
- Acondicionamiento del trazado y firme para su acondicionamiento a paso de vehículos pesados (60 MPa).
- Ejecución drenaje longitudinal (cunetas, ver apartado 6.1.1 "Drenaje longitudinal")
- Mantenimiento durante la fase de construcción: Llevar a cabo un correcto mantenimiento y reparaciones puntuales de las deficiencias que pudiera sufrir el camino como consecuencia del aumento del tráfico pesado durante la fase de ejecución de la obra.

Adecuación después de la fase de construcción: Adecuación una vez ejecutada la obra para dejar al camino en buenas condiciones de circulación"

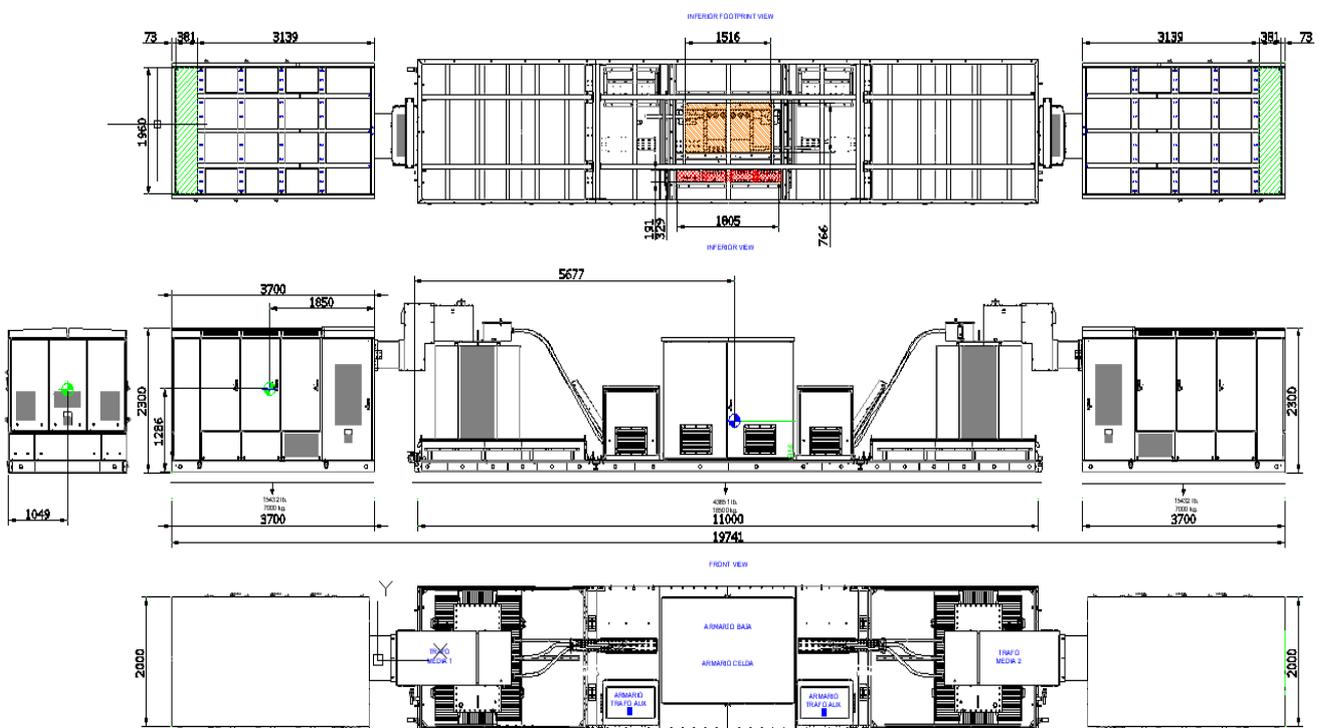


8.7 Centro de Transformación

La cimentación del centro de transformación se diseñará a través de la propuesta del fabricante de skid, Power Electronics, para la óptima ejecución y mantenimiento de sus equipos durante la operación de la planta.

La cimentación se ejecutará mediante encofrado y sobre la cota 0 del terreno, arropado mediante terreno compactado hasta las dimensiones definidas en planos.

Figura 33.- Vista 1. Ejecución SKID POWER ELECTRONICS FS3510K



Las entradas y salidas al Centro de Transformación de los circuitos de Baja y Media tensión, comunicaciones y puestas a tierra se ejecutarán mediante aperturas reservadas para tal fin sobre el cajón de cimentación.

Los circuitos de Baja Tensión llegan hasta el Centro de Transformación soterrados a través de zanja directamente enterrados, éstos se canalizarán desde la zanja correspondiente hasta la apertura del cajón de cimentación, de ahí se canalizarán hacia el interior del Centro de Transformación a través de trampillas reservadas en el skid para acceder al suelo técnico.

Los circuitos de media tensión y fibra óptica saldrán del skid a través de la parte central, donde están los equipos de comunicaciones y las celdas de media tensión. Se reservará también aperturas para tal efecto.

8.8 Cimentaciones de estructura

Las Cimentaciones de la estructura se realizará mediante hincado directo de perfiles tipo C, H o similar de acero galvanizado en el terreno.

Cuando no sea posible realizar la instalación de perfiles directamente hincados en el terreno y se recurrirá a la perforación del terreno como medida previa al hincado o bien se realizará un hormigonado si es necesario.

Figura 34.- Perfil hincado para estructura

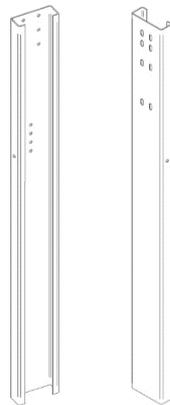
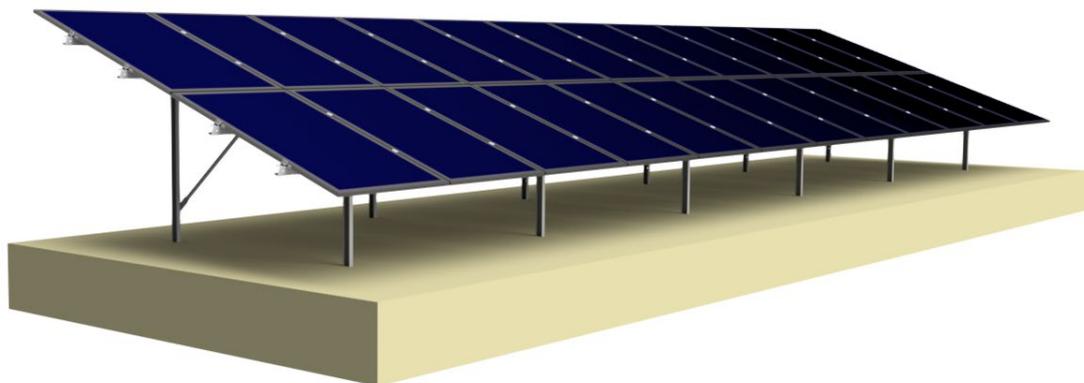


Figura 6.- Vista en perspectiva de una estructura fija.



9. EDIFICIO O&M

9.1 Características generales

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se construirá usando contenedores modulares para alcanzar unas características mínimas para el tamaño de la planta (<50 MWp). Los módulos a utilizar serán los que permitan tener las siguientes dependencias:

- Cocina. Debido al tamaño de la planta, ésta contará con un fregadero, una mesa, una silla, un frigorífico y un microondas, y estará preparado para tener una ocupación de cuatro personas, teniendo una altura máxima de 2,5 metros.
- Baño. Atendiendo a la potencia pico del presente proyecto, el baño deberá tener una superficie de 15 m², además de un banco y taquillas dobles. También debe incluir un vestuario y un baño para mujeres, teniendo todas las estancias una altura máxima de 2,5 metros.

En cuanto al equipamiento de la sala, deberá incluir un lavabo, un inodoro y una ducha, además de una taquilla por persona que frecuentará el proyecto y un suministro de al menos 100 litros de agua potable fría o caliente.

- Área de almacenamiento de residuos. Esta área deberá localizarse fuera del edificio de O&M, con suficiente espacio para que pueda acceder un camión. Tendrá vallado todo su perímetro y estará dividido en compartimentos para separar los desperdicios domésticos, los desperdicios no peligrosos y los desperdicios peligrosos. Estas tres sub-áreas podrán ser cerradas. La superficie de esta área será de al menos 100 m².
- Almacén. Será diseñado siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Será un edificio modular con forma rectangular y altura de 6 metros. Tendrá una entrada para vehículos con dimensiones de 4x5 m y una entrada para personal de 1x2 m. Por último, tendrá una superficie de 100 m² y estará equipado con estanterías de pallet y con una máquina elevadora para transportar éstos.

También se incluirá un espacio cerrado dentro del almacén para guardar los repuestos electrónicos que precisen una temperatura controlada.

- Sala de control y oficina. Se instalarán dos oficinas independientes, una para el personal del propietario y otra para el proveedor de servicio; cada una con capacidad para dos puestos de trabajo. Éstas salas tendrán iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local.
- Sala de control del SCADA y sala de control de BT. En esta sala irán ubicados tanto los servidores del SCADA, como el SCADA del propio O&M y todo lo relacionado con el SCADA del proyecto. Además, existirá otra sala donde irá todo el equipamiento de BT.
- Aparcamiento. Existirá un aparcamiento de coches con capacidad de 3 vehículos.

9.2 Descripción de calidades materiales

9.2.1 Componentes de construcción

Se utilizarán módulos prefabricados para el edificio O&M. Las configuraciones estándar para los módulos son:

Los módulos deberán cumplir con las especificaciones establecidas en las normas locales, particularmente los relativos a los coeficientes de aislamiento térmico y acústico. En general, los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc; deberán cumplir con las condiciones ambientales y regulaciones locales para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

Los requisitos mínimos para los módulos que formarán el edificio de O&M son:

- Aislamiento: espuma de lana mineral o poliuretano según el grosor indicado para los diferentes componentes.
- Suelo: 100 mm de espesor.
- Paredes externas: mínimo 110 mm de espesor incluyendo:
 - Panel completo
 - Puerta

- Ventana
- Aire acondicionado
- Ventana sanitaria
- Medio panel
- Panel doble (con puertas y ventanas)
- Acristalamiento fijo
- El revestimiento externo debe ser de chapa de acero corrugada, galvanizada y recubierta con un grosor mínimo de 0,6 mm (este valor podría variar de acuerdo con el entorno del sitio)
- El revestimiento interno debe ser de tablero aglomerado revestido con un espesor de 10 mm, liviano, de color y de acuerdo con las regulaciones locales sobre propagación de fuego.
- Paredes de partición: grosor mínimo de 60 mm incluyendo:
 - Panel completo
 - Panel de la puerta
 - Panel de ventana
 - Medio panel
 - El revestimiento debe ser de tablero de madera con revestimiento de doble cara con un espesor de 10 mm, color claro y de acuerdo con las regulaciones locales sobre propagación de incendios.
- Techo: 140 mm de espesor.
- Oficinas y baños:
 - Carga de la planta baja: 2.0 kN / m²
 - Mínima carga para el techo: 1.5 kN / m²
 - Carga de nieve: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
 - Fuerza del viento: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
- Pasillos

- Carga en la planta baja: 5.0 kN / m²
- Mínima carga para el techo: 1.5 kN / m²
- Carga de nieve: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
- Fuerza del viento: se calculará siguiendo las normas locales a considerar.
- Puertas:
 - Diseñadas de acuerdo con las dimensiones estándar y en cumplimiento de las normas locales y regulaciones DIN.
 - Derecha o izquierda articulada.
 - Apertura hacia adentro o hacia afuera.
 - Marco de acero con sellado envolvente triangular.
 - Hoja de la puerta con hojas de acero galvanizado en ambos lados.
 - Barra de empuje anti-pánico para las puertas de salida y las puertas en la ruta de evacuación.
 - Rejilla de puerta con accesorios de seguridad para las puertas de salida.
 - Resistencia al fuego de acuerdo con las regulaciones locales.
 - Señalizado de acuerdo con las normas de seguridad locales y la seguridad de EGP.
- Ventanas:
 - Vidrio de seguridad templado para todas las ventanas.
 - Ventanas de doble acristalamiento diseñadas de acuerdo con las dimensiones estándar y en cumplimiento de las regulaciones locales.
 - Control deslizante de ventilación dentro de la carcasa del obturador.
 - Parrilla de ventana para oficinas y ventanas sanitarias.
 - Equipado con rotura de puente térmico.

- Protegidas por barras con perfiles sólidos y hechas de acero laminado en caliente.
- Aislamiento acústico: al menos 33-44 dB

9.2.2 Almacén

A la hora de elegir los recintos, techos, revestimientos, puertas, ventanas, etc. Se deberá seguir las condiciones y regulaciones del medio ambiente local para garantizar la durabilidad de los materiales durante el ciclo de vida de la planta.

Para ello, los requisitos mínimos de éstos son:

- Marcos:
 - Marco hecho de perfiles de acero (o, como alternativa, perfiles de aluminio extruido).
 - Deben ser montados en placas base.
 - Estarán ancladas con placas base y tacos.
 - Tendrán conectores de esquina y esquina hechos de acero galvanizado.
 - Techo con estructura en A con tejado de 18°.
 - Arriostramiento de viento en el techo y en los costados.
 - Puntales de alero.
- Techo:
 - Hecho de paneles sándwich.
 - Aislamiento: lana mineral o espuma de poliuretano.
- Paredes:
 - Hecho de paneles sándwich.
 - Aislamiento: lana mineral o espuma de poliuretano.
 - Paredes laterales no divididas.
 - Paredes de aguilón no divididas.
 - Barras tensoras hechas de acero.
- Puertas:
 - Existirán:
 - 1 puerta de persiana enrollable para vehículos 4x5 m
 - Hecho de perfil aislado.
 - Manejo a través de un electro motor.

- Con manivela de emergencia.
- Con botón de presión de seguridad.
- Seguridad contra desenrollamiento y anticaídas en el engranaje electrónico de acuerdo a las normas de seguridad.
- Perfil de bloqueo especial hecho de neopreno para compensar irregularidades del suelo.
- 1 puerta de personal 1x2 m.
 - Hoja de puerta y marco galvanizado.
 - Con perfil de bloqueo EPDM.
 - Con manilla en el interior y el exterior.
 - Con barra de empuje anti-pánico para las puertas de salida y las puertas en el ruta de evacuación.

9.3 Instalaciones

9.3.1 Fontanería y Saneamiento

Las tuberías del edificio estarán hechas de polietileno reticulado. Los accesorios de saneamiento estarán hechos de porcelana esmaltada.

9.3.2 Distribución

Si no hay conexión de agua desde la red pública, se debe instalar un dispositivo externo, con una conexión enterrada, con capacidad adecuada para el uso de la instalación. Este dispositivo incluirá un grupo de presión, que también tendrá su conexión enterrada. Se instalará una caja con una válvula de cierre en la conexión del edificio.

La instalación de la tubería se ejecutará a lo largo del techo de las habitaciones para derivaciones. Se incluirán diferentes instalaciones y una llave de paso para todos los cuartos húmedos y para cada pieza de equipos, contando con la instalación preparada para agua caliente sanitaria por un calentador eléctrico con capacidad suficiente para los usos establecidos.

9.3.3 Saneamiento

En caso de que no haya una red residencial externa, se diseñará una red separada para recoger el agua residual en un pozo o sumidero y el agua de lluvia se descargará en zanjas o drenaje lineal de la instalación solar.

La red de evacuación general horizontal será a través de un sistema separado enterrado en cada piso, evacuando toda la agua utilizada en el edificio por gravedad.

El agua residual del equipo se tratará con una trampa de sifón y una tubería de PVC.

Se instalará un tanque de almacenamiento de agua fecal con la capacidad adecuada para los usos establecidos y estará equipado con una alarma acústica de sedimentación.

9.3.4 Aire acondicionado y ventilación

El edificio estará equipado con un sistema de calefacción controlado por termostato en los baños, oficinas, salas de reuniones, sala de BT, cocina y almacén (área cerrada para almacenaje de repuestos electrónicos), que comprende una cantidad suficiente de electricidad para mantener una temperatura adecuada que permita a los operadores trabajar de acuerdo con las características de la sala a ser climatizada y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Además, se debe proporcionar aire acondicionado con control por termostato en las oficinas, salas de reuniones, sala de BT, sala de control, sala SCADA, cocina y almacén (área cerrada para almacenaje de repuestos electrónicos), cuya potencia y características dependerá de las características de la sala a climatizar y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Las salas de baja tensión y de generador deben tener una ventilación natural adecuada y, en el caso de este último, eliminación directa de gases de combustión. Las salidas de ventilación serán protegidas para que el paso de animales pequeños y la entrada de agua sea imposible.

9.3.5 Sistema de seguridad anti-intrusos

El edificio y el almacén deberán tener un sistema anti-intrusos compuesto de tres zonas anti-intrusión, que puede ser compartidas con el sistema anti-incendio, compuestas por contactos magnéticos en las puertas exteriores del edificio, detectores volumétricos dentro y una alarma externa.

9.3.6 Sistema de protección contra incendios

Existirá un sistema de protección contra incendios que tendrá los siguientes elementos:

9.3.7 Señalización de evacuación y métodos de protección

Todos los edificios diferentes tendrán señales de evacuación, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Las salidas de los recintos, pisos o edificios de uso común llevarán un letrero con la palabra "SALIDA".
- Éstas se ubicarán, siempre que sea posible, en los dinteles de la salida indicados o, si esto no es posible, lo más cerca posible, para que no haya confusión en la ubicación de la misma.
- La altura del borde inferior de los letreros deberá estar preferiblemente entre 2m y 2.50m de altura, pudiendo ésta ser alterada por razones justificadas.
- Los carteles se instalarán coherentemente con el número de ocupantes que se espera que estén en cada habitación.

Lo mismo se aplicará a los métodos de marcado de medidas de protección contra incendios manuales. Los letreros deben estar visibles, incluso en caso de fallo del suministro de iluminación normal, para un período de tiempo que cumpla con lo establecido en la normativa vigente en esta materia.

9.3.8 Extintores

Deben instalarse extintores de polvo ABC, con una eficiencia mínima de 21A-113B distribuidos a través de las áreas utilizables en el edificio y el almacén, cumpliendo con que la distancia desde cualquier punto del mismo al extintor más cercano debe ser inferior a 15 m.

En áreas de riesgo eléctrico, se instalarán extintores de CO₂ de 5 kg con una eficiencia mínima de 89-B.

Los extintores deberán estar ubicados de manera que sean fácilmente visibles y accesibles, estén ubicados cerca de los puntos donde existe la mayor posibilidad de que se inicie un incendio, cerca de salidas de emergencia y preferiblemente en montajes unidos a particiones verticales, de modo que la parte superior del extintor permanezca a un máximo de 1.70 metros sobre el suelo.

9.3.9 Detección del fuego y sistema de alarma

Se instalará un sistema de detección de incendios en todo el edificio y el almacén, que requerirá conectar el panel de detección a una centralita de alarmas de incendio.

El sistema debe incluir al menos los siguientes elementos:

- Centro de detección
- Detectores de humo ópticos.
- Detectores térmicos.
- Botones de alarma, interruptores de vidrio.
- Alarmas.
- Módulos de aislamiento, módulos de salida.
- Fuentes de energía auxiliares.

La cantidad de detectores dependerá del tipo de detector utilizado y de la geometría del local. Los detectores de humo ópticos se instalarán en todo el edificio y en el almacén. Los botones de alarma contra incendios estarán separados por no más de 25 metros a lo largo de un recorrido de evacuación. Se instalarán a una distancia de entre 1.2 y 1.5 metros del suelo, ubicándolos preferiblemente en el recinto y las salidas del edificio. Además, se usarán dispositivos de alarma acústica.

9.3.10 Instalación eléctrica

9.3.10.1 Baja Tensión

Para permitir el funcionamiento del edificio de O&M y del almacén, la energía se recogerá directamente desde el panel de media tensión a través de la celda de Servicios Auxiliares.

Se proporcionará un generador con un sistema de conmutación automática como sistema de energía auxiliar.

9.3.10.2 Panel de servicios auxiliares

El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala de baja tensión y protección. Tendrá dos paneles de red y generación con un sistema de conmutación automática.

Con el primero, se proporcionará energía a las siguientes instalaciones:

- Calefacción del transformador de alta tensión.
- Ventilación del transformador de alta tensión.
- Aire acondicionado del edificio y del almacén.
- Iluminación exterior y de fachada.
- Entradas de potencia y servicios no prioritarios.
- Sistema anti roedores.

Con el segundo, se proporcionará energía a las siguientes instalaciones:

- Rectificador de batería CC 125V.
- Regulador de transformador de alta tensión.
- Alimentación a todos los equipos de control.
- Energía a los paneles de comunicación.
- Alimentación a los sistemas de seguridad (Incendio e intrusos).
- Alimentación a los sistemas SCADA.
- Alimentación a la UPS.
- Luz interior.
- Consumo de energía y servicios prioritarios.

9.3.11 Ejecución de la instalación eléctrica

La instalación eléctrica se realizará dentro de conductos externos utilizando tubos de plástico. Se usarán cajas de derivación para albergar las conexiones entre los conductores y se ubicarán a 20 cm del techo.

Las salas técnicas deberán utilizar tuberías de PVC rígidas con montaje en superficie y las salidas y los mecanismos deben ser impermeables.

Los cuadros estarán equipados con un interruptor de circuito omnipolar automático, con uno para cada circuito. Cada interruptor debe tener un letrero

que indique el circuito que está protegiendo. Estos se ubicarán en la sala de BT y debe incluir un armario de metal plastificado con una puerta.

Las salidas requeridas se instalarán, dependiendo de las necesidades del equipo en cada habitación. Los tomacorrientes deben ser del tipo "P + T". También habrá celdas 3P + T en el almacén y en el parque al aire libre.

9.3.12 Puesta a tierra

La conexión a tierra del edificio y el almacén se realizará a través de un circuito interno conectado a la red de puesta a tierra de la subestación, que emergerá al exterior a través de una caja resistiva.

Todos los equipos del edificio y el almacén y las masas de metal serán conectados a tierra a través de terminales de soldadura, abrazaderas y conexiones a tierra de aluminio-aluminio. Esto será una sección de cobre que medirá un mínimo de 50 mm² o equivalente de acuerdo con las regulaciones.

Los siguientes componentes deberán estar conectados a tierra:

- El chasis y los bastidores para los dispositivos de conmutación.
- El entorno de los armarios metálicos.
- Las puertas de metal a las habitaciones.
- Las estructuras metálicas y las barras de refuerzo en los edificios y almacenes.
- El metal ciego en los cables.
- Las tuberías de metal.

Una vez completado, el edificio será un área equipotencial; esto se logrará uniendo todo las barras de refuerzo incrustadas en el hormigón mediante soldadura eléctrica. Las puertas, las rejas y las ventanas deben estar en contacto con la superficie equipotencial.

9.3.13 Iluminación

Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos y deben ser ajustados de acuerdo con los estándares locales:

- Rutas de circulación de uso común, 100 lux.
- Áreas de trabajo con requisitos visuales bajos, 200 lux.
- Áreas de trabajo con altos requisitos visuales, 500 lux.

Toda la iluminación en las áreas de trabajo debe ser provista por equipos de alta eficiencia, equipos fluorescentes en las habitaciones, oficinas, baños, almacenes y vapor de sodio en el exterior.

- Control de iluminación:

Las luces se controlarán utilizando interruptores de temporizador en zonas comunes, ya que esto evita las luces se dejan encendidas por largos periodos de tiempo cuando las habitaciones no están en uso.

Para la iluminación exterior, se usarán los relojes astronómicos o las células fotoeléctricas y la programación de luces.

- Eficiencia

Todas las bombillas serán de alta eficiencia, incorporando reflectores de plata, o similares de alta reflectividad

9.3.14 Luces de emergencia

La iluminación de emergencia se debe configurar para que se encienda automáticamente cuando se produzca un fallo con la iluminación general y cuando la tensión de esta última cae al menos un 70% de su valor nominal.

La instalación de esta iluminación será fija y tendrá sus propias fuentes de energía. El suministro externo se utilizará para recargar las baterías de acumuladores o sistemas automáticos independientes.

Los niveles de iluminación establecidos se obtendrán considerando el factor de reflexión en las paredes y techos como nulos y sin valor.

En general, los requisitos indicados se verificarán dos veces para asegurar el cumplimiento total de las regulaciones locales e internacionales sobre el asunto.

- Iluminación de evacuación

Esta es la iluminación de emergencia proporcionada para garantizar el reconocimiento y el uso de las rutas de evacuación en caso de emergencia.

A lo largo de las rutas de evacuación, la iluminación de evacuación deberá proporcionar, en el centro de los pasillos, una iluminación mínima de 1 lux.

En los puntos donde se encuentra el equipo de prevención de incendios, estas luces deben ser accionadas manualmente, y en los paneles de distribución de iluminación la iluminación mínima será de 5 lux.

La relación entre la iluminación máxima y mínima en el centro de los pasillos principales estará por debajo de 40.

La iluminación de evacuación debe funcionar, cuando hay una falla con el suministro normal, al menos durante una hora proporcionando la iluminación descrita.

Los requisitos mínimos se verificarán dos veces de acuerdo con los requisitos locales y regulaciones internacionales sobre este asunto.

- Iluminación anti-pánico

Esta es la parte de la iluminación de seguridad provista para evitar cualquier riesgo de pánico y proporcionar una iluminación ambiental adecuada que permita a los ocupantes identificar y acceder a las rutas de evacuación y detectar obstáculos.

La iluminación ambiental o anti-pánico debe proporcionar una iluminación horizontal con un mínimo de 0,5 lux a través del área en cuestión, desde el suelo hasta una altura de 1 m.

La relación entre esta iluminación máxima y mínima en toda el área deberá estar por debajo de 40.

La iluminación ambiental o anti-pánico debe funcionar, cuando hay un fallo con el suministro normal, durante al menos una hora para proporcionar la iluminación descrita.

- Iluminación en zonas de alto riesgo

Esta es la iluminación de evacuación provista para garantizar la seguridad de las personas involucradas en actividades potencialmente peligrosas o en puestos de trabajo con un ambiente peligroso. Esto facilita el cese de trabajo seguro para el operador y los otros ocupantes de la sala.

La iluminación en las zonas de alto riesgo debe proporcionar una iluminación mínima de 15 lux o 10% de la iluminación normal.

La relación entre esta iluminación máxima y mínima en toda el área deberá estar por debajo de 10.

10. LÍNEA DE EVACUACIÓN 30 kV C.S. ESTERA SOLAR - SET 1 VILLANUEVA RENOVALES

10.1 Características generales

El trazado de la línea puede verse en el plano PRO019-06-005_35. A continuación se describen las características generales en la siguiente tabla.

A continuación se describen las características generales de la línea subterránea del primer tramo de línea subterránea .

Tabla 4.- Características generales línea Subterránea de Alta Tensión

Parámetros	Descripción
Origen	C.S. ESTERA SOLAR
Fin	SET 1 VILLANUEVA RENOVALES
Frecuencia (Hz)	50
Tensión de servicio (kV)	30
Factor de potencia (cos ϕ)	0,8
Potencia Aparente (MVA)	31,775
Tipo	Subterránea
Conductor	RHZ1 18/30 kV
Conductor de Fase (mm ²)	2x400
Longitud (m)	200
Zona por donde discurre	zona agrícola
diámetro de aislamiento	38,5
Diámetro exterior	47
Peso	2365
Radio de curvatura (mm)	710
Intensidad admisible al aire (A)	610
Intensidades admisibles enterrados (A)	445
R c.c. a 20 °C (ohm/km)	0,0778
R a.c. a 90 °C 50Hz (ohm/km)	0,102
Inductancia (mh/km)	0,334
Reactancia a 50Hz (Ohm(Km)	0,103
capacidad (uF/km)	0,276



Figura 36.- Afecciones

10.2 Aislamiento de materiales

Los materiales a emplear en la instalación, tendrán un aislamiento, que estará dimensionado, como mínimo para una tensión más elevada de 36 kV.

10.2.1 Instalación subterránea

La línea subterránea de media tensión tendrá su origen en el centro de seccionamiento del planta solar FV ESTERA, discurrirá por canalización o cama de arena, y finaliza en el centro de seccionamiento de la SET 1 VILLANUEVA RENOVALES.

El conductor a emplear será unipolar de aluminio, con aislamiento de polietileno reticulado con pantalla semiconductor sobre el conductor y con pantalla metálica asociada.

El tramo de línea subterránea de media tensión será conductor RHZ1-OL 18/30 kV que discurrirá por canalización existente de tubos en zanja o cama de arena en dirección a la SET 1 VILLANUEVA RENOVALES 30/220 kV, de un circuito trifásico, de tensión compuesta de 30 kV y frecuencia 50 Hz.

La previsión de tendido del nuevo tramo de línea subterránea de media tensión proyectado será de 250 metros.

Características del cable y su instalación.

Los circuitos se compondrán de 2 conductores unipolares por fase de aluminio homogéneo unipolar de tensión nominal de 30 kV, cuya denominación es:

RHZ1-OL 18/30 kV 2x3x400mm²Al + H32

Restantes características:

Tipo: unipolar

Sección: 400 mm²

Naturaleza: Aluminio

Diámetro total del conductor: 49,9 mm

Diámetro máximo de la cuerda: 19,2 mm

Resistencia máxima del conductor a 20 C: 0,125 Ω /Km.

Aislamiento: XLPE

Temperatura máxima asignada al conductor:

Servicio normal: 90 ° C

Cortocircuito 5 seg: 250 ° C

Espesor pantalla semiconductora sobre conductor: 0,5 mm

Espesor pantalla semiconductora sobre aislamiento: 5,5 mm

Espesor nominal de la cubierta: 2 mm

Proceso de fabricación: Triple extrusión simultanea

Tensión de aislamiento: 18/30 KV

Intensidad máxima admisible en servicio permanente en instalación enterrada a una temperatura de 25 ° C: 445 A

Intensidad máxima de cortocircuito admisible:

1 seg: 20 kA

Radio mínimo de curvatura: 750 mm

Capacidad por Km.: 0,25 μ F/Km

Reactancia por Km.: 0,103 Ω /Km

10.2.1.1 Aislamiento.

Está constituido por un dieléctrico seco extruido, de polietileno reticulado químicamente (XLPE), de espesor radial 5,5 mm, adecuado a la tensión nominal del cable, de excelentes características dieléctricas, térmicas, y de gran resistencia a la humedad.

Las características térmicas del polietileno reticulado permiten que el conductor trabaje permanentemente a 90° C, temperatura máxima admisible para este conductor y este tipo de aislamiento.

10.2.1.2 Pantalla eléctricas

Las pantallas envolventes, conductoras o semiconductoras, que componen estos cables con función de protección eléctrica, son:

PANTALLA SOBRE EL CONDUCTOR.

Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal fin, se dispone sobre el conductor, una capa semiconductora, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 0,5 mm, y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.

PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO.

Constituida por una parte semiconductora no metálica, asociada a una parte metálica.

La parte semiconductora tiene misión análoga a la pantalla sobre el conductor.

La parte metálica tiene por misión conducir a tierra las corrientes de capacidad, que puedan producirse en los cortocircuitos.

Está constituida por flejes de cobre recocado, de espesor 0,1 mm, aplicados en hélice.

Como protección eléctrica se emplea la puesta a tierra por ambos extremos de esta pantalla metálica.

CUBIERTA EXTERIOR NO METÁLICA.

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico de PVC del tipo ST (2), según UNE 21.123 (1).

El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección del mismo, siendo en este caso de 2 mm.

10.2.2 Sistemas de puesta a tierra

La puesta a tierra se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la ITC-07 del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), considerando que la línea dispone de un sistema

de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 0.5 segundos.

El diseño del sistema de Puesta a Tierra deberá cumplir:

- Que resista los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Que resista la T provocada por la I de falta más elevada.
- Que garantice la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Que proteja las propiedades y equipos y garantice la fiabilidad de la línea.

10.2.2.1 Características del sistema de puesta a tierra

El tiempo de desconexión automática en la línea es inferior a 0.5s, según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ITC- 07 del R.D. 223/2008.

11. AFECCIÓN A AYUNTAMIENTO DE VILLANUEVA DE GÁLLEGO

Las parcelas que albergan la planta fotovoltaica Estera son propiedad del ayuntamiento de Villanueva de Gállego. De la misma manera, entre estas parcelas, existen caminos públicos donde se producen cruces puntuales de líneas enterradas de Media Tensión para interconectar los recintos de la planta fotovoltaica. Dichas parcelas afectadas se muestran a continuación en la siguiente tabla.

PROYECTO "PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA ESTERA"								
DATOS PARCELA						PLANTA FOTOVOLTAICA	TRAMO SUBTERRÁNEO LÍNEA MT	
ID	Ref. Catastral	Polígono	Parcela	Sup. Parcela (m2)	Término Municipal	Sup. Afectada (m2)	Afección Lineal (m)	Sup. Afectada (m2)
1	50293A020000010000 WS	20	1	514,366	Villanueva de Gállego	514,366	-	-
2	50293A019000010000 WL	19	1	431,311	Villanueva de Gállego	199,463	-	-
3	50293A020090020000 WB	20	9002	6,089	Villanueva de Gállego	-	3.5	3.5
4	50293A019090010000 WK	19	9001	6,541	Villanueva de Gállego	-	3.8	3.8

La afección de la planta fotovoltaica a dichas parcelas puede apreciarse con más detalle en los planos adjuntos.

Valencia, octubre de 2021

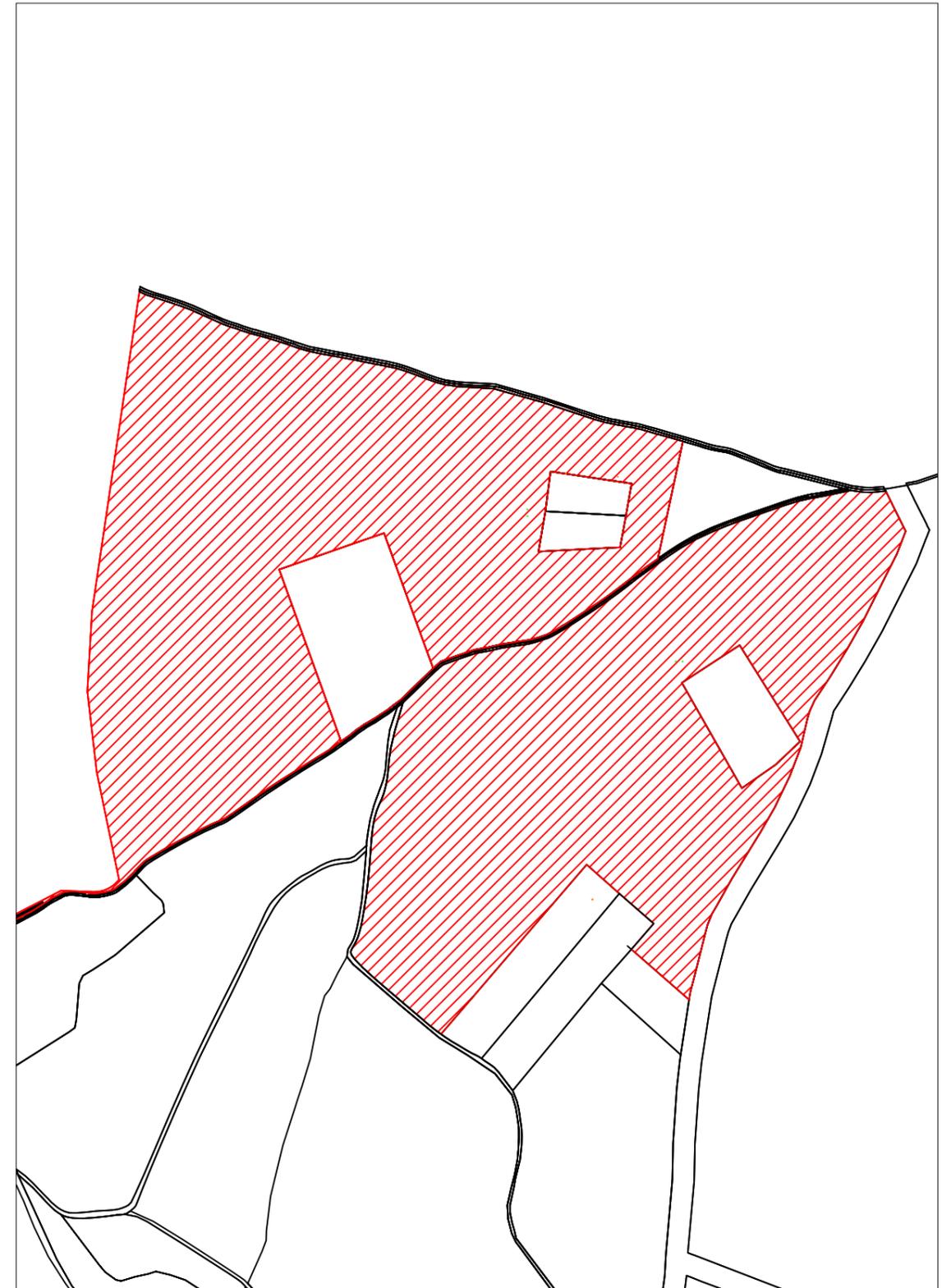
el Ingeniero Técnico Industrial
José Miguel Cejalvo Toledo
Nº de colegiado 8373 - COGITI Valencia

ANEXO. PLANOS

PRO19-06-005_Ubicación
PRO19-06-005_Parcels_Ocupadas
PRO19-06-005_Plano_de_Afecciones

Valencia, Octubre de 2021

el Ingeniero Técnico Industrial
José Miguel Cejalvo Toledo
Nº de colegiado 8373 - Valencia



SUPERFICIE TOTAL PROYECTO:

ESTERA

Perímetro: 7804,34 m.

Área: 94,53 ha.

REV	DATE/ FECHA	ISSUE/DESCRIPCIÓN DE LOS CAMBIOS	PROJECTED/ PROYECTO	DRAWN/ DIBUJO	REVIEWED/ REVISO	VERIFIED/ VERIFICÓ
0	13/05/2021	Emisión Inicial	DF	DF	MF	JMC

PARQUE FOTOVOLTAICO ESTERA

PRO19-06-005

UBICACIÓN

CAD: PRO19-06-005_Ubicación_rev4

PAGE/PÁGINA: 1/3

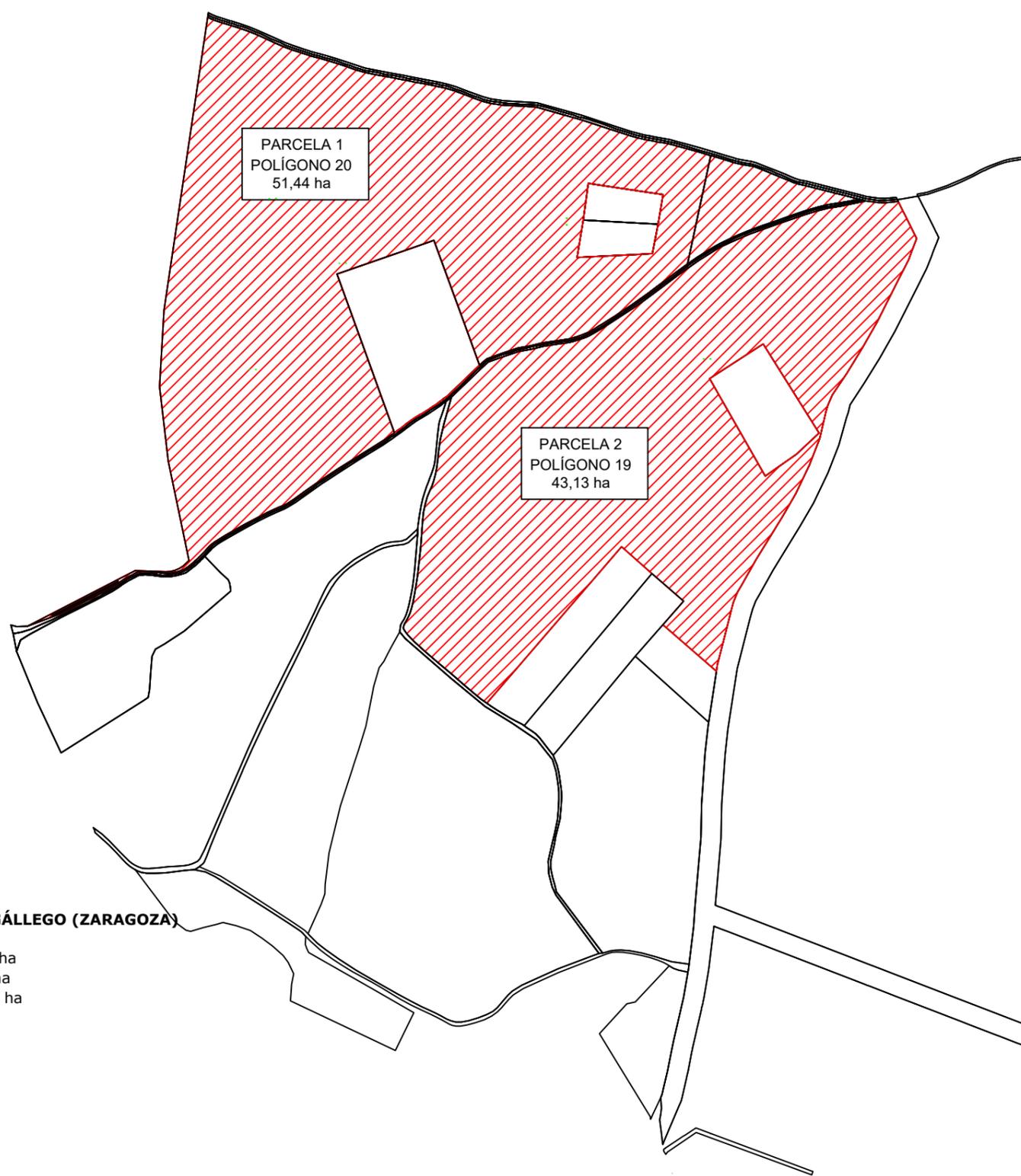
SCALE/ESCALA: 1:10.000

FORMAT/FORMATO: A3



el Ingeniero Técnico Industrial
José Miguel Cejalvo Toledo
Nº de colegiado 8373 - Valencia

F102 - Rev.1



T.M. VILLANUEVA DE GÁLLEGO (ZARAGOZA)

Superficie catastral: 94,53 ha
 Superficie vallado: 70,28 ha
 Superficie ocupación: 20,6 ha

DIMENSIONES DE EDIFICIOS

DIMENSIONES SKID: 19,74 x 2,09 x 2,68 (largo x ancho x alto) (m.)
 DIMENSIONES CENTRO DE SECCIONAMIENTO: 4,46 x 2,38 x 2,58 (largo x ancho x alto) (m.)

SUPERFICIES

SUPERFICIE CONSTRUIDA:

ÁREAS DE EDIFICIOS SKID + ÁREA DE EDIFICIO CENTRO DE SECCIONAMIENTO + ÁREA DE EDIFICIOS DE O&M

SUPERFICIE DE OCUPACIÓN:

SUPERFICIE DE CAPTACIÓN PARQUE + SUPERFICIE CONSTRUIDA

DIMENSIONES DE EDIFICIOS

DIMENSIONES SKID: 19,74 x 2,09 x 2,68 (largo x ancho x alto) (m.)
 DIMENSIONES CENTRO DE SECCIONAMIENTO: 4,46 x 2,38 x 2,58 (largo x ancho x alto) (m.)

REV	DATE/ FECHA	ISSUE/DESCRIPCIÓN DE LOS CAMBIOS	PROJECTED/ PROYECTO	DRAWN/ DIBUJO	REVIEWED/ REVISADO	VERIFIED/ VERIFICADO	PARQUE FOTOVOLTAICO ESTERA	
0	13/05/21	Emisión Inicial	DF	DF	MF	JMC	PRO19-06-005	
							PARCELAS OCUPADAS	
							CAD: PRO19-06-005_Parcels_rev4	PAGE/PÁGINA: 2/3
							SCALE/ESCALA: 1:10.000	FORMAT/FORMATO: A3



el Ingeniero Técnico Industrial José

Miguel Cejalvo Toledo

Nº de colegiado 8373 - Valencia



- LEYENDA:**
- Tracker
 - Vallado
 - Camino Público
 - Canalización MT
 - Centro de Transformación
 - Límite Parcela Catastral

Modelo del módulo: LR5-72 HIBD 520 M
 Dimensiones del módulo: 2,256 x 1,133 m.
 Uds. módulo: 80.880

Modelo del inversor: FS 3300K 660 V
 Uds. Inversores: 10

Módulo: 520 Wp
 Estructura: 2Vx30

Anchura de caminos internos: 5 m.
 Distancia valla - tracker: 8 m.

Nota:
 Layout basado en información pública; el diseño final del sistema puede variar.

Afección :
Cruzamiento de línea de MT
sobre camino público
 Polígono 20 - Parcela 9002
 Polígono 20 - Parcela 9001
 X: 678591 m.
 Y: 4625953 m.
 Longitud del tramo: 13 m.

REV	DATE/ FECHA	ISSUE/DESCRIPCIÓN DE LOS CAMBIOS	PROJECTED/ PROYECTO	DRAWN/ DIBUJO	REVIEWED/ REVISÓ	VERIFIED/ VERIFICÓ
0	13/05/2021	Emisión Inicial	DF	DF	MF	JMC

PSF ESTERA SOLAR

PRO19-06-005

PLANO DE AFECCIONES

CAD: Adenda_Estera.dwg PAGE/PÁGINA: 3/3

SCALE/ESCALA: 1:10.000 FORMAT/FORMATO: A3

el Ingeniero Técnico Industrial José Miguel Cejalvo Toledo
 Nº de colegiado 8373 - Valencia

F102 - Rev. 1