



Executing your renewable vision

PARQUE FOTOVOLTAICO PRÍMULA

SP.IN008.2.M.GN.101-1A

MEMORIA DESCRIPTIVA

**GARROVILLAS DE ALCONÉTAR,
CÁCERES, ESPAÑA**



Tabla 1.- Control de versiones del documento

Versión	Fecha	Motivo de la actualización	Elaborado	Verificado	Aprobado
00	02/11/2022	Emisión Inicial	AMF	JMJ	JBM
01	16/11/2022	Se termina el documento borrador de la revisión 0A	AMF	JMJ	JBM

Sevilla, noviembre de 2022

El Graduado en Ingeniería Eléctrica: Juan Luis Barandiarán Muriel
Cil. Num. 931-COGITI Cáceres

BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q
c=ES,
serialNumber=IDCES-7602
6631Q, givenName=JUAN
LUIS, sn=BARANDIARAN
MURIEL,
cn=BARANDIARAN MURIEL
JUAN LUIS - 76026631Q

el Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial)

Juan Luis Barandiarán Muriel

Nº de colegiado 931 -COGITI Cáceres



Contenido

0	ACRÓNIMOS	7
1	INTRODUCCIÓN	8
1.1	Datos generales	8
1.2	Promotor e ingeniería	8
1.3	Localización	9
1.4	Accesos	11
2	GENERALIDADES	13
2.1	Objeto	13
2.2	Reglamentos, leyes y normas	13
2.2.1	Producción eléctrica	13
2.2.2	Instalaciones fotovoltaicas	14
2.2.3	Obra civil	14
2.2.4	Instalaciones de BT. Generadores de BT	15
2.2.5	Instalaciones de BT. Instalación interior de SSAA	15
2.2.6	Instalaciones de MT	15
2.2.7	Seguridad industrial	15
2.2.8	Otras normas	17
3	DESCRIPCIÓN TÉCNICA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	18
3.1	Ocupación	18
3.2	Superficie construida	18
3.3	Superficie ocupada	19
3.4	Disponibilidad de parcela	19
3.4.1	Tabla de superficies	19
3.5	Afecciones	20
3.5.1	Listado de parcelas afectadas	20
3.5.2	Edificaciones existentes	22
3.5.3	Línea eléctrica existente	23
3.6	Ficha general del proyecto	24
3.7	Tabla de potencias	25
3.8	Descripciones generales	25
4	EQUIPOS PRINCIPALES	28



4.1	Panel	28
4.2	Estructura del seguidor	29
4.3	Skid.....	32
4.4	Inversor	33
4.5	Transformador de potencia	37
4.6	Celdas de media tensión.....	38
4.7	Integración	39
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	39
5.1	Instalación de BT en CC	39
5.1.1	Formación de los strings.....	39
5.1.2	Conductor BT CC	40
5.1.3	Cajas de strings o de agrupación de nivel 1	42
5.2	Instalación de BT en CA de generación	45
5.2.1	Conductor BT CA	45
5.2.2	Dispositivo de maniobra y protección AC inversor	45
5.3	Instalación de BT para SSAA.....	45
5.3.1	SSAA en CA	46
5.3.2	SSAA en CC	46
5.3.3	C.G.B.T Cuadro general de baja tensión	47
5.4	Instalación de puesta a tierra.....	48
5.5	Instalación de MT	49
5.5.1	Conductor de interconexión MT.....	49
5.5.2	Cabinas MT.....	50
5.5.3	Protección y medida	51
5.5.4	Circuito de evacuación.....	51
5.5.5	Medida para facturación.....	51
5.5.6	Punto de conexión en MT	52
5.5.7	Sistema de telecomunicaciones	52
6	MONITORIZACIÓN	53
6.1	Instalación en el skid.....	53
6.2	Nivel de la sala de control del edificio de operación y mantenimiento ...	53
6.2.1	Sistema SCADA	54
7	SEGURIDAD	55



7.1	Control de acceso.....	55
7.2	Software de control de acceso.....	55
7.3	Sistema de CCTV	55
7.4	Detectores de intrusión.....	56
7.5	Sistema de seguridad.....	56
8	OBRA CIVIL	59
8.1	Preparación del terreno.....	59
8.2	Drenaje.....	59
8.3	Zanjas	60
8.3.1	Excavación de zanjas	61
8.4	Arquetas	61
8.5	Vallado	62
8.6	Caminos.....	63
8.6.1	Caminos interiores	63
8.7	Skid.....	64
8.8	Cimentaciones de estructura	65
9	EDIFICIOS ÁREA O&M.....	66
9.1	Características generales	66
9.2	Instalaciones.....	67
9.2.1	Fontanería y saneamiento	68
9.2.2	Distribución	69
9.2.3	Saneamiento	69
9.2.4	Aire acondicionado y ventilación	69
9.2.5	Sistema de seguridad anti intrusos.....	69
9.2.6	Sistema de protección contra incendios.....	69
9.2.7	Señalización de evacuación y métodos de protección.....	70
9.2.8	Extintores	70
9.2.9	Detección del fuego y sistema de alarma.....	70
9.2.10	Instalación eléctrica	71
9.2.10.1	Baja tensión	71
9.2.10.2	Panel de servicios auxiliares.....	71
9.2.10.3	Ejecución de la instalación eléctrica	72
9.2.10.4	Puesta a tierra	72



9.2.10.5	Iluminación	72
9.2.10.6	Luces de emergencia.....	73



0 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 television _ 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. _ Supervisory 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
- BESS. _ Battery Energy Storage System
- PCS. _ Power Conversion System. Sistema de conversión de potencia
- BMS. _ Batery Management System. Sistema de control de batería
- ESSU. _ Energy Storage System unit. Unidad de almacenamiento de energía
- BMM. _ Batery Management Module. Control módulo batería
- MBMM. _ Master Batery Management Module. Módulo de administración de batería maestro



1 INTRODUCCIÓN

1.1 DATOS GENERALES

El presente proyecto denominado Parque Fotovoltaico Prímula, consiste en una planta de generación con tecnología fotovoltaica de 2,54 MWn y 3,276 MWP conectados a red de distribución propiedad de Eléctricas Pitarch Distribución (EPD).

La energía generada en el parque fotovoltaico se conducirá hasta la sala eléctrica en el edificio de operación y mantenimiento del parque fotovoltaico. Desde aquí, la energía eléctrica se evacuará a través de la línea FV Prímula – STR Garrovillas 13,2 kV, hasta la posición de 13,2 kV de la STR Garrovillas, propiedad de Eléctricas Pitarch Distribución (EPD).

La línea FV Prímula – STR Garrovillas 13,2 kV queda fuera del alcance de este documento.

1.2 PROMOTOR E INGENIERÍA

Se redacta por encargo de la sociedad Turgallium Solar 1, S.L. con domicilio a efectos de notificación en Avenida de la Constitución, 34, 1ºI, CP: 41001, Sevilla, como promotora de las instalaciones.

- **DENOMINACIÓN SOCIAL:** Turgallium Solar 1, S.L.
- **CIF:** B-06773733
- **DIRECCIÓN SOCIAL:** Avenida de la Constitución, 34, 1ºI, CP: 41001, Sevilla.
- **PERSONA DE CONTACTO:** José Manuel Jiménez Vázquez

Redacta el presente proyecto INGENOSTRUM S.L. mediante el técnico que suscribe Juan Luis Barandiarán Muriel, Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), colegiado en el COGITI de Cáceres con el número 931, con domicilio en Avd. de la Constitución nº34, 1ºI, 41001, SEVILLA.

- **INGENIERÍA:** Ingenostrum S.L.
- **CIF:** B-91.832.873
- **TÉCNICO REDACTOR:** Juan Luis Barandiarán Muriel
- **TITULACIÓN:** Graduado en Ingeniería Eléctrica (Rama Industrial), 931- COGITI- Cáceres



1.3 LOCALIZACIÓN

El emplazamiento se caracteriza por las siguientes condiciones:

- Altitud: 339 msnm
- Temperatura media Anual: 16,00 °C
- Instalación: Intemperie

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Garrovillas de Alconétar, Cáceres, Extremadura, España, delimitado por las siguientes coordenadas:

- Latitud: 37,6665 ° N
- Longitud: 06,4824 ° O

En las siguientes imágenes, se muestra la ubicación del proyecto:

Figura 1.- Ubicación de la planta fotovoltaica en España





Figura 2.- Localización respecto a municipios cercanos





Figura 3.- Localización planta Primula



1.4 ACCESOS

El acceso se hará desde la carretera existente autonómica local EX-302, de titularidad de la junta de Extremadura, a la altura del P.K 0 + 510 m (Punto de acceso 1), que da acceso a una subestación existente.

Desde este punto de acceso, se continuará a través de la antigua carretera nacional N-630 hasta aproximadamente la altura de la entrada a la SET existente donde se realizará la entrada al parque fotovoltaico en el margen opuesto (Punto de acceso 2). El acceso desde este punto requiere el cruce de la vía pecuaria "Cañada real de Cáceres".

Los puntos de acceso que se van a establecer son:



Tabla 2.- Puntos de acceso a la instalación fotovoltaica Primula

Acceso	Tipo de vía	Localidad	Parcela catastral	Referencia catastral	Coordenadas acceso
1	EX-302	Garrovillas de Alconétar	Polígono 4 Parcela 9016	10083A004090160000DG	X: 715809.9000
					Y: 4394009.6000
2	Antigua N-630	Garrovillas de Alconétar	Polígono 4 Parcela 9024	10083A004090240000DF	X: 715799.2000
					Y: 4393872.6946

*Sistema de coordenadas UTM HUSO 29 / DATUM ETRS89

Figura 4.- Puntos de acceso a la instalación





2 GENERALIDADES

2.1 OBJETO

El objeto del proyecto es la implantación de la planta solar de 3,276 MWp, así como todos los subsistemas que conllevan las instalaciones:

- Actuaciones sobre el terreno, limpieza 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
- Obra civil de ejecución de Skid
- Obra civil de zanjas para canalización de instalaciones
- Instalación eléctrica de BT en corriente continua de las unidades de producción
- Instalación eléctrica de MT, Skid y ejecución de circuitos 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, gestión inteligente de la planta, sistema de seguridad y vigilancia mediante CCTV

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
- R.D. 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial
- 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
- Ley 21/2013, 9 de diciembre, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente
- Ley 24/2013, 26 de diciembre que establece la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica
- 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
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

2.2.2 INSTALACIONES FOTOVOLTAICAS

- R.D. 2224/1998, de 16 de octubre, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia
- 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. 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras
- PG-3. Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carretera
- 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
- Recomendaciones UNESA
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09

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
- Reglamento (UE) 2016/425 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2016, relativo a los equipos de protección individual



- 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 NORMAS

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.



3 DESCRIPCIÓN TÉCNICA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1 OCUPACIÓN

Se diferencian los siguientes valores de superficies:

- **Superficie Catastral:** Valor de la superficie de las parcelas catastrales 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 por los edificios, equipos y contenedores en el interior del parque y la subestación.
- **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 este valor se obtiene la ratio de ocupación, en ha/MW, con el que se pueden comparar terrenos. Por ejemplo, si existen accidentes geográficos, la ratio de ocupación crecerá y será necesario más terreno para la instalación fotovoltaica.

3.2 SUPERFICIE CONSTRUIDA

La superficie construida, teniendo en cuenta la definición del apartado anterior, se obtiene a partir de los siguientes valores:

- Edificios Área de Operación y mantenimiento:
 - Edificio de O&M: 80,11 m²
 - Edificio de contadores: 4,00 m²
- Total Edificios Parque: 84,11 m²
- Skid:
 - 1 unidad de 1 INV + 1 TRAFO (7,4 x 2,25): 16,65 m²
- **En total, la superficie construida es: 100,76 m²**



3.3 SUPERFICIE OCUPADA

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

- La superficie de captación del parque es 1,5656 ha
- La superficie construida del parque es 0,0101 ha

Por lo tanto, la superficie de ocupación total del proyecto es **1,5757 ha**.

3.4 DISPONIBILIDAD DE PARCELA

3.4.1 TABLA DE SUPERFICIES

Tabla 3.- Parcelas ocupadas por Prímula

PARQUE FOTOVOLTAICO PRÍMULA						
Parcelas					Superficie catastral (ha)	Superficie vallada (ha)
Polígono	Parcela	T.M	Provincia	Ref. Catastral		
4	3009	Garrovillas de Alconétar	Cáceres	10083A004030090000DK	7,1348	6,8903
Total					7,1348	6,8903



Figura 5.- Parcelas ocupadas por Garrovillas



3.5 AFECCIONES

3.5.1 LISTADO DE PARCELAS AFECTADAS

- Parcelas con afección de implantación de módulos:

Tabla 4.- Parcelas afectadas por implantación de módulos

Parcelas afectadas por implantación de módulos del parque Prímula				
Polígono	Parcela	T.M	Provincia	Ref. Catastral
4	3009	Garrovillas de Alconétar	Cáceres	10083A004030090000DK



- Carreteras afectadas, colindantes a la parcela:

Tabla 5.- Carreteras afectadas colindantes a las parcelas

Carreteras afectadas colindantes al parque Prímula					
Carretera	Polígono	Parcela	T.M	Provincia	Ref. Catastral
Carretera EX-302	4	9016	Garrovillas de Alconétar	Cáceres	10083A004090160000DG
Carretera N-630	4	9001	Garrovillas de Alconétar	Cáceres	10083A004090010000DX

- Vías pecuarias afectadas, colindantes a la parcela:

Tabla 6.- Vías pecuarias afectadas colindantes a las parcelas

Carreteras afectadas colindantes al parque Prímula					
Carretera	Polígono	Parcela	T.M	Provincia	Ref. Catastral
Cañada Real de Cáceres	4	9004	Garrovillas de Alconétar	Cáceres	10083A004090040000DE



3.5.2 EDIFICACIONES EXISTENTES

Dentro de la parcela de implantación se identifica una edificación existente que será conservada. Ver región coloreada en amarillo en la Figura 6.

Figura 6.- Edificaciones existentes



 Edificación existente y buffer de 25 metros



3.5.3 LÍNEA ELÉCTRICA EXISTENTE

En el entorno de la instalación fotovoltaica hay una serie de líneas eléctricas. Se mantiene una distancia de separación suficiente de los seguidores al trazado de la línea para que no genere obstáculos y permita la operación y mantenimiento de la línea eléctrica.

Figura 7.- Líneas eléctricas existentes





3.6 FICHA GENERAL DEL PROYECTO

La siguiente tabla presenta de forma resumida los datos generales de la planta fotovoltaica Prímula:

Tabla 7.- Ficha general del proyecto

PROYECTO		IFV Prímula	
CONFIGURACIÓN GENERAL			
	Total Potencia Nominal	2,540 MWn	
	Total Potencia Pico	3,276 MWp	
	Ratio Wp/Wn	1,290	
	Total Módulos	5,040 Ud	
	Total Seguidores	180 Ud	
	Total Inversores	1 Ud	
	Total Centros Transformación SKID	1 Ud	
CARACTERÍSTICAS DE LA LOCALIZACIÓN			
LOCALIZACIÓN		CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO	
	Localización	Garrovillas de Alconétar, Cáceres, Extremadura	
	País	España	
	Lat / Long	37,6665°N / 06,4824°W	
	Altitud	339 msnm	
	Superficie catastral	7,13 ha	
	Superficie vallada	6,89 ha	
	Superficie ocupada	1,58 ha	
	Ratio	2,10 ha/MWp	
DATOS METEOROLÓGICOS		PRODUCCIÓN	
	GHI	1.771 kWh/m ²	
	Temp	16,00 °C	
	Temp Max/Min	27,8°C / 11,1°C	
	Fuente	PVGis	
	YIELD	1.921 kWh/kWp	
	Factor de Planta	21,91%	
	Energía Bruta	6,295 GWh/año	
	Energía Neta	6,232 GWh/año	
CONFIGURACIÓN DE EQUIPOS			
MÓDULO FV		Seguidor	
	Fabricante	Canadian Solar	
	Modelo	CS7N-650MB-AG	
	Tecnología	Mono-c Si, Bifacial	
	Potencia pico	650 Wp	
	Voltaje Max	1.500 V	
	Fabricante	Soltec	
	Modelo	SF7	
	Tipo	Horizontal 1 Eje	
	Pitch	10,0 m	
	Módulos/Estructura	28 módulos	
CAJA DE STRING		INVERSOR	
	Entradas	20	
	Voltaje Max	1.500 V	
	Fusibles	20 A	
	Aislamiento	IP65	
	Intensidad Max	350 A	
	Fabricante	Santerno	
	Modelo	Sunway TG 2700 1500V TE	
	Potencia nominal	1 x 2.993 kVA @25°C	
	Rango MPPT	904 - 1.500 V	
	Voltaje Max	1.500 V	
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		CABLEADO ELÉCTRICO	
	Potencia AC	Trafo: 1 X 3.000 kVA	
	Num. inversores	1 Ud	
	Num. transform.	1 Ud	
	Ratio Transf.	0,64 kV / 13,2 kV	
	Servicio	SKID	
	Cable de String	6 mm ² , Cu	
	Cable DC	XLPE, Al	
	Secciones	630 mm ²	
	Cable MT	XLPE, Al	
	Secciones	95 mm ²	

* Los fabricantes mencionados en la tabla son los que se han considerado en la fase de desarrollo del proyecto, pudiéndose modificar en fase posterior de construcción.



3.7 TABLA DE POTENCIAS

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

Tabla 8.- Distribución de inversores

Skid	Inversor	Seguidores	String	Total Seg/grupo	Módulos	Potencia pico (kWp)	Potencia nominal (kWn)
1	1	180	180	180	5.040	3.276,00	2.993,00

El inversor tiene una potencia aparente máxima de 2.993 kVA, pero será controlado por sistema de control de potencia del parque fotovoltaico o Power Plant Controller (PPC) para que, su potencia nominal nunca exceda los 2,54 MWn en el punto de conexión.

3.8 DESCRIPCIONES GENERALES

El proyecto fotovoltaico Prímula consistirá en la construcción, instalación, operación y mantenimiento de una Planta Solar Fotovoltaica con módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina bifacial y seguimiento solar a un eje horizontal.

La planta contará con una potencia de módulos total de 3,276 MWp, y una potencia nominal de 2,54 MWn.

Las principales características de este proyecto son:

- Potencia pico: 3,276 MWp
- Potencia instalada conectada a red: 2,54 MWn
- N° de módulos fotovoltaicos: 5.040 Ud
 - Monocristalinos bifaciales
 - Potencia módulo fotovoltaico: 650 Wp
- Seguidores a un eje horizontal
 - Accionados por un único motor
 - Contienen 28 módulos fotovoltaicos
- Skid: 1 Ud
 - Potencia de los inversores instalados: 1 x 2.993 kVA a 25°C (1 uds)
 - Potencia de los transformadores instalados: 1 x 3.000 kVA (1 uds)
- Skid con capacidad para 1 inversor + 1 transformador: 1



El punto de conexión final de la instalación generadora fotovoltaica se realizará en una posición de 13,2 kV de la subestación "STR Garrovillas". La evacuación será mediante línea enterrada de 13,2 kV, pasando a aérea en las inmediaciones de la subestación "STR Garrovillas" para entrar de esta manera en la posición habilitada para su conexión.

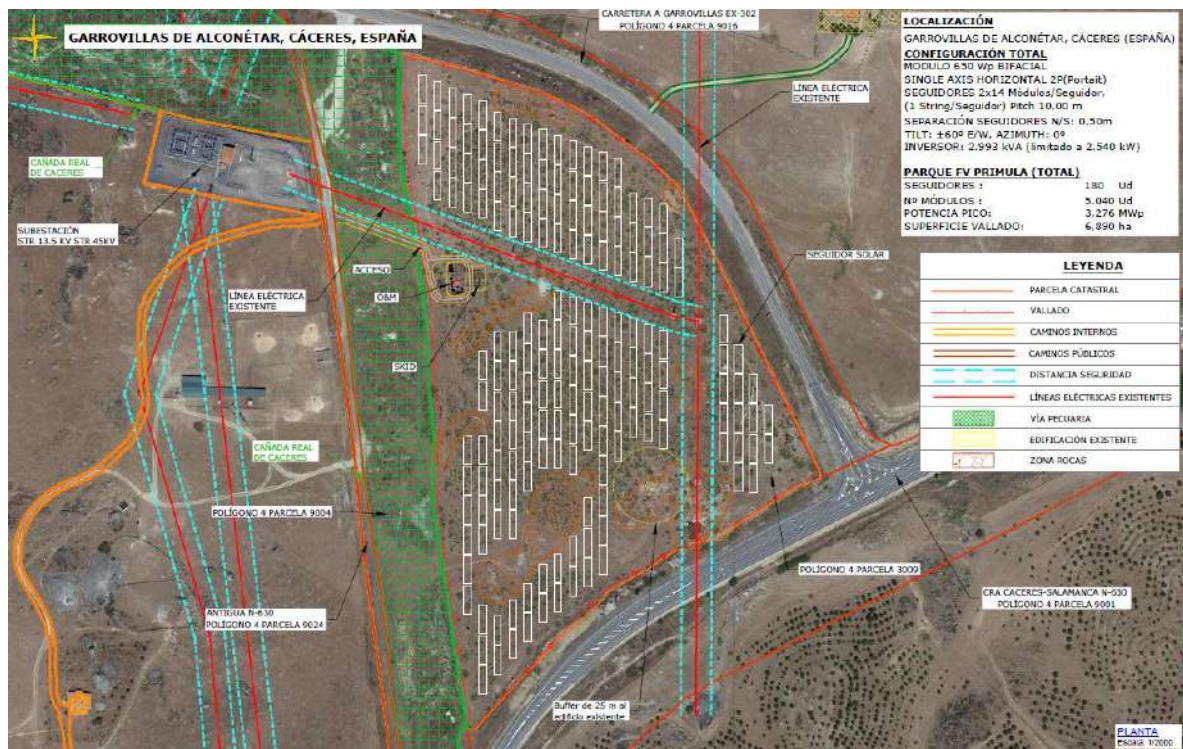
En el proyecto Prímula, los módulos fotovoltaicos se asocian en serie, formando "strings" de 28 paneles fotovoltaicos hasta alcanzar la tensión de generación deseada y en paralelo para conseguir las corrientes de operación de fácil manejo.

Los strings 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 skid 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 inverter.

Figura 8.- Layout general Prímula



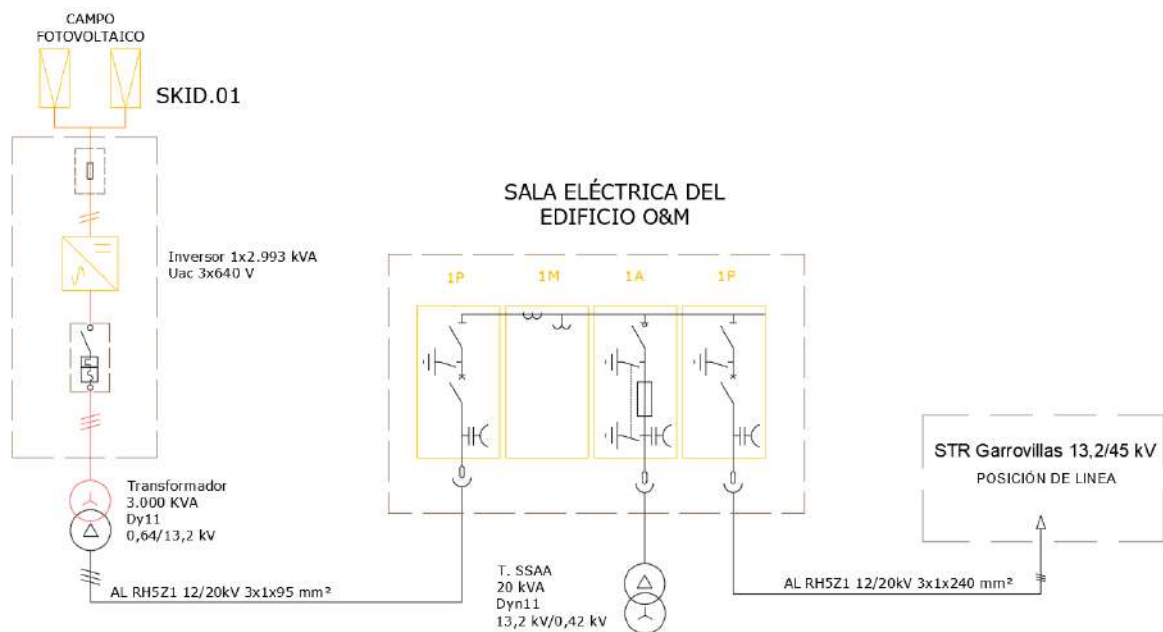


Mediante el empleo de un inversor fotovoltaico, se acondiciona la potencia eléctrica obtenida del campo de módulos fotovoltaicos en un sistema trifásico alterno. Las características del sistema trifásico empleado son:

- Sistema trifásico equilibrado
- Frecuencia de trabajo de 50 Hz \pm % marcado por normativa
- Un disminuido factor de distorsión armónica THD%, < 1 %
- Tensión de salida VAC: 640 V

Se saldrá del skid en MT con un circuito subterráneo que conectará en las celdas de media tensión de la sala eléctrica situada en el edificio de operación y mantenimiento del parque. Desde la sala eléctrica partirá hacia la subestación STR Garrovillas donde conectará en una posición de 13,2 kV, siendo un total de un Skid conectado a la entrada de la subestación "STR Garrovillas", propiedad de Eléctricas Pitarch Distribución (EPD).

Figura 9.- Ejemplo unifilar 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, estará 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:

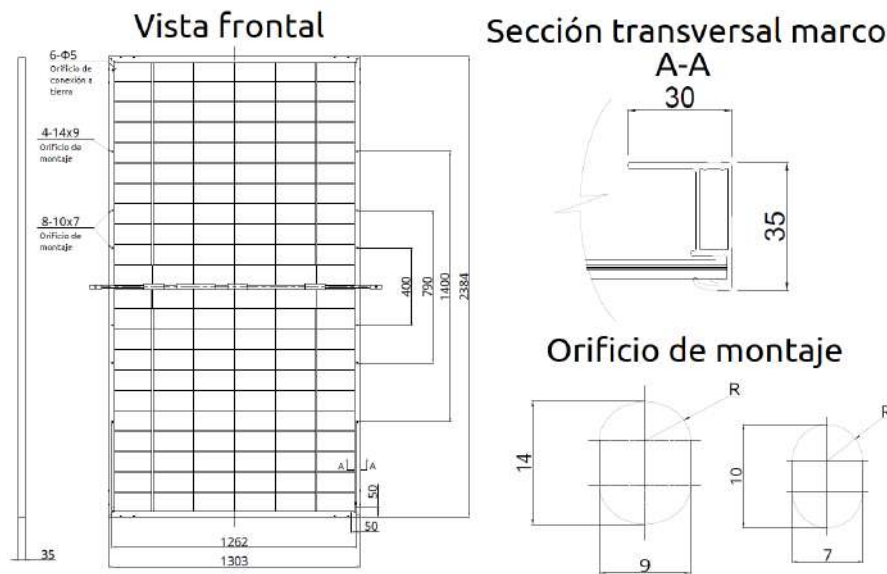
- Corriente de cortocircuito: es la máxima corriente que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones determinadas de radiación y temperatura, correspondiendo a tensión nula y por lo tanto a potencia nula
- Tensión a circuito abierto: máxima tensión que puede entregar un dispositivo, bajo condiciones 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 utilizado para la elaboración de los estudios del presente proyecto básico es el modelo Canadian Solar BiHiKu7 CS7N-650MB-AG de 132 células [2 x (11 x 6)] o similar.



- Potencia: 650 Wp
- Tensión en el punto PMax (VMPP): 37,90 V
- Corriente en punto PMax (IMPP): 17,16 A
- Tensión en circuito abierto (VOC): 45,00 V
- Corriente de cortocircuito (ISC): 18,39 A
- Tensión máxima del sistema (VDC): 1.500 V
- Eficiencia del módulo (η): 20,92 %

Figura 10.- Módulo fotovoltaico



4.2 ESTRUCTURA DEL SEGUIDOR

El panel fotovoltaico será instalado sobre estructuras metálicas, principalmente de acero galvanizado. Los Seguidores solares son estructuras 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 de seguimiento solar a un eje horizontal con implementación de backtracking.

La configuración de cada seguidor consta de un motor que une y mueve solidariamente los 28 módulos. La separación entre los seguidores (pitch) en la instalación será de 10 m.



Para el presente proyecto, se ha considerado el modelo SF7 2V 28M Bifacial de Soltec, que dispone de 28 módulos en disposición 2V (2 vertical) o similar.

Figura 11.- Configuración del seguidor horizontal SF7 2V 28M de Soltec tipo

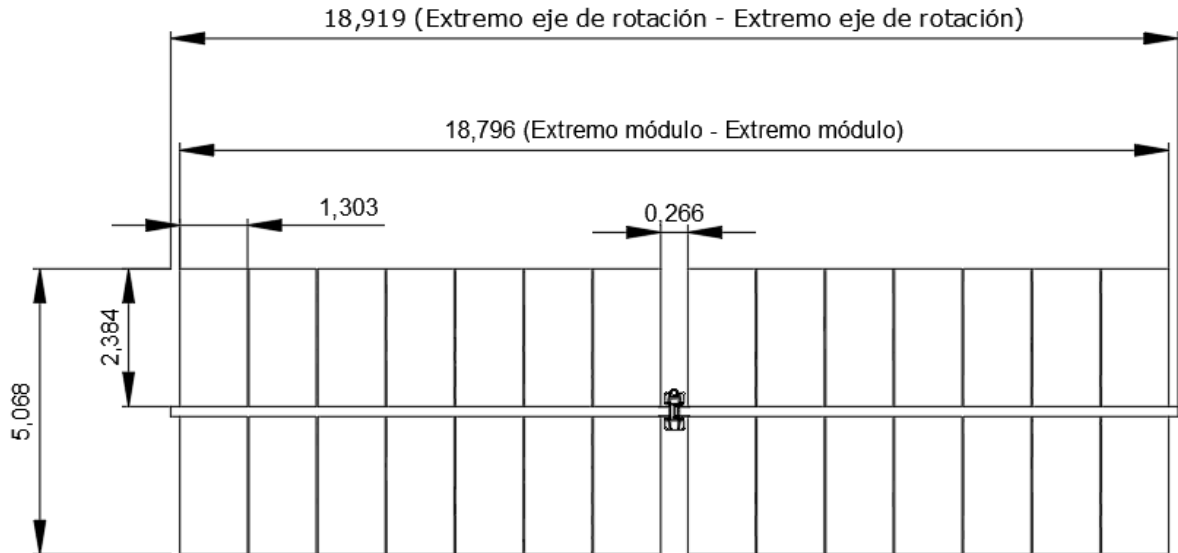


Figura 12.- Perfil seguidor Soltec tipo

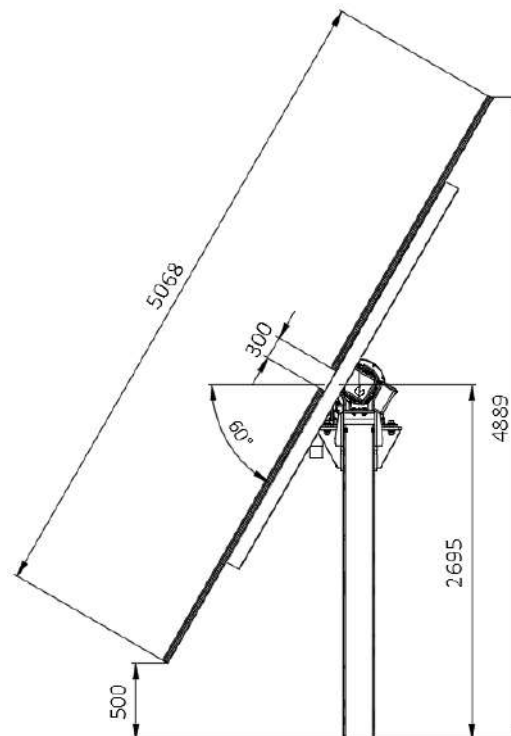
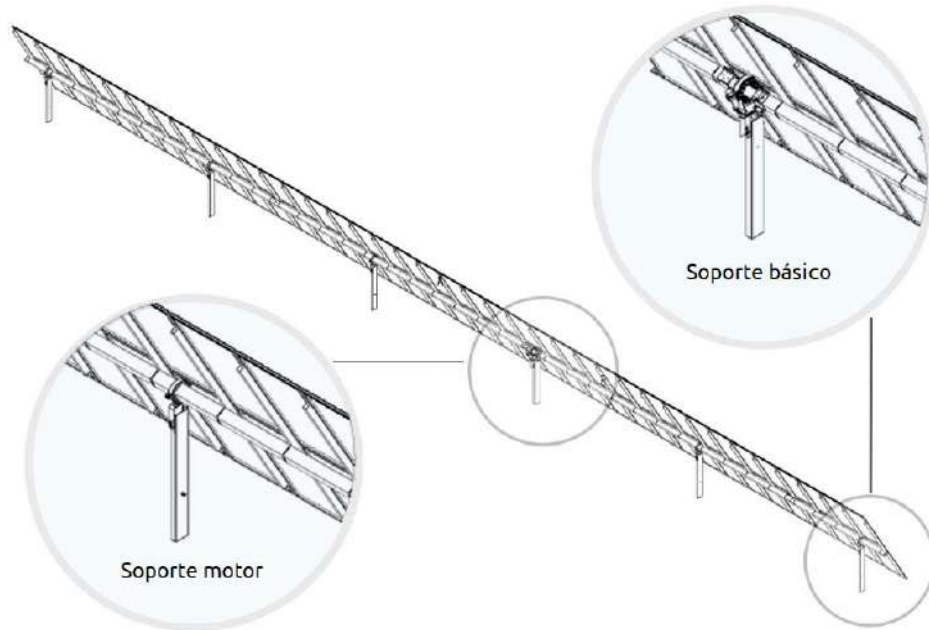




Figura 13.- Perfiles de cimentación estructura seguidor tipo



Mecánicamente los seguidores son idénticos, cada uno de ellos están formados por un eje central solidario a los módulos fotovoltaicos movido por una biela accionada por un motor reductor, las principales características del seguidor son:

- 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
- En cada obra se aporta un estudio energético con la ganancia del seguidor según la ubicación geográfica del mismo. Esta ganancia oscila para este tipo de seguidores entre un 28% y un 38%.
- Debido a la sencillez de sus elementos, se necesitan medios básicos a auxiliares para su montaje, facilitando así su manejo
- El mantenimiento se reduce a la conservación de los rodamientos y revisión del conjunto motor-actuador lineal, ambos sistemas son extremadamente simples lo que reduce considerablemente las labores de mantenimiento
- En el supuesto que se averíe el conjunto motor-actuador lineal, responsable del movimiento del seguidor, el sistema puede continuar produciendo electricidad como si fuese un sistema de estructura fijo
- 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



El sistema de backtracking evita la proyección de sombras de una fila del seguidor sobre otra, calculando el ángulo óptimo de giro en cada momento para evitar este fenómeno.

Figura 14.- Seguidor sin backtracking, se produce sombreado

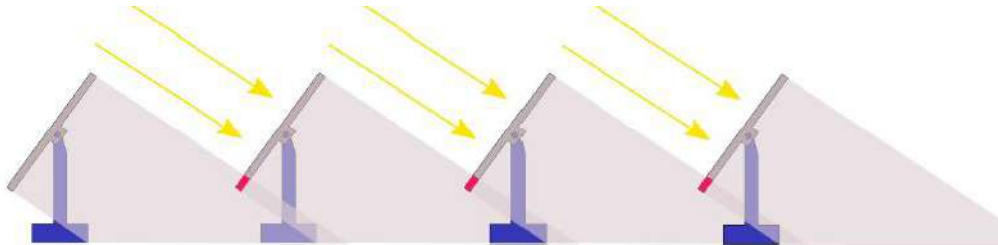
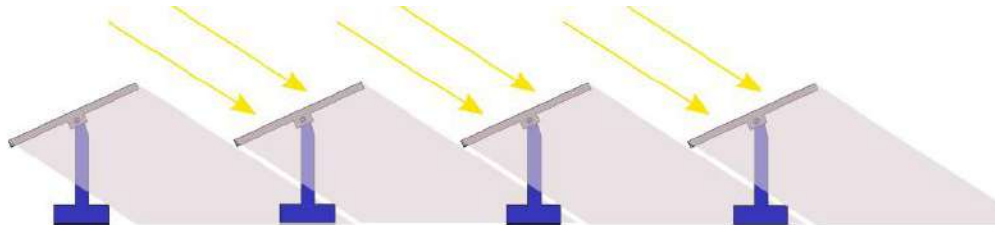


Figura 15.- Seguidor con backtracking, no se produce sombreado



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

4.3 SKID

El conjunto transformador - inversor considerado para el proyecto FV Prímula será tipo skid, de instalación exterior. Existirá 1 CT que incluirá:

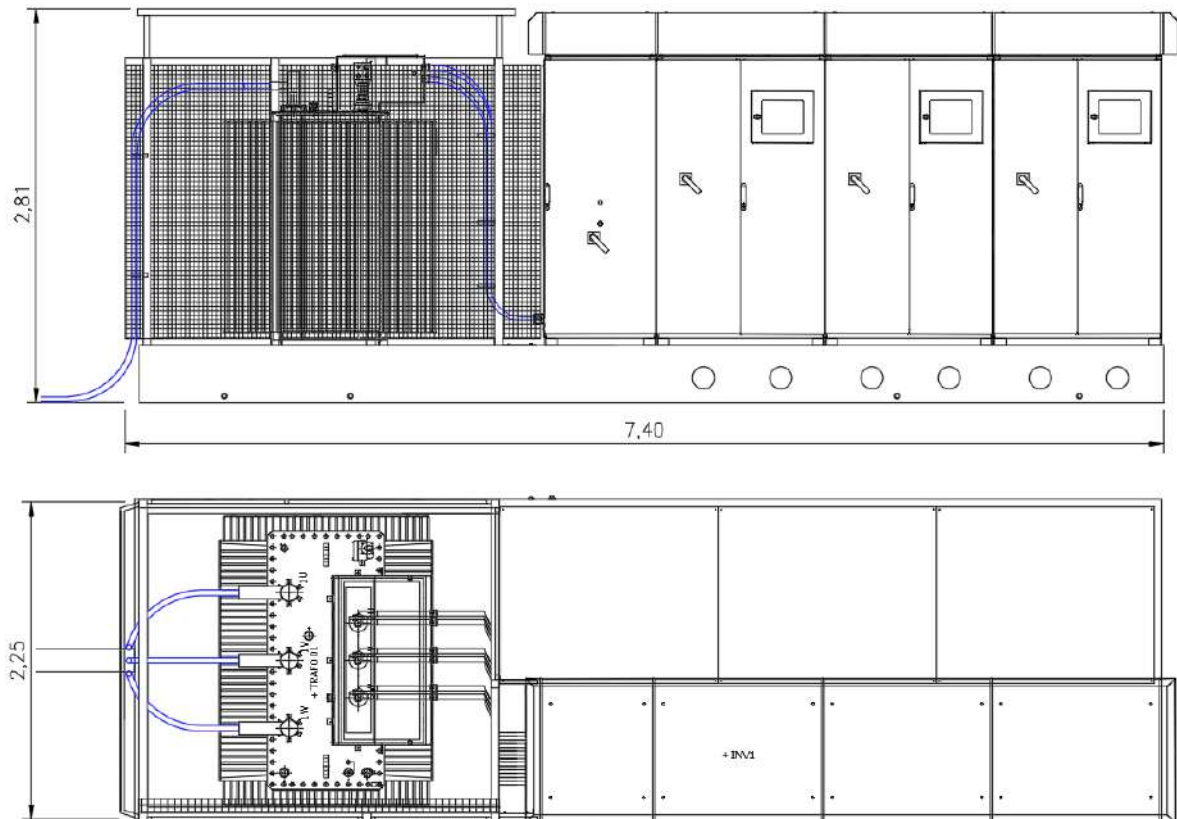
- Envoltente
- Equipo inverter:
 - (1x) 1 ud x 2.993 kVA = 2.993 kVA
- Transformador de Potencia:
 - (1x) 3.000 kVA a 40°C (0,64/13,2 kV)
- Cuadros de agrupación CC

Toda la instalación del skid se realizará cumpliendo las indicaciones marcadas por el fabricante del skid, se contará con Santerno o similar. Se denomina Skid debido a que son equipos de intemperie sobre una plataforma de cimentación que eleva los equipos instalados.



El fabricante del skid 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 16.- Skid tipo Santerno 1 Inversor



4.4 INVERSOR

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

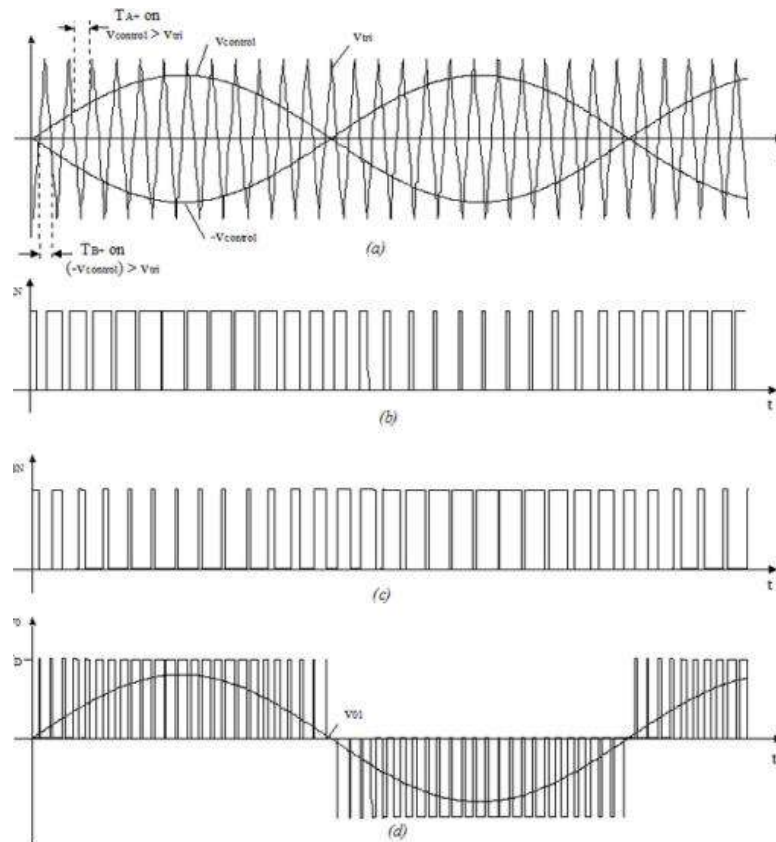
Es el corazón del sistema de generación siendo además el equipo que marca la potencia instalada de la planta, es por lo tanto un valor muy importante su potencia nominal o potencia a plena carga.

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 deseamos a la salida. Esta señal se filtrará para eliminar las componentes armónicas de frecuencia superiores a la red.



Figura 17.- 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 tolerancia. 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 Santerno o similar.

Datos del inversor

DC Inputs:

- Rango de Tensión MPPT: 904-1.500 V
- Tensión máxima entrada: 1.500 V
- Corriente entrada máxima: 4.500 A

AC Outputs:



- Potencia nominal de CA: 2.993 kVA, a 25°C
- Corriente salida máxima: 2.700 A
- Factor de distorsión máxima (THD): <3%
- Tensión de salida VAC: 640 V ± 10%
- N° de fases: 3 (L1, L2, L3, PE)
- Frecuencia de red de CA/rango: 50 Hz - 60 Hz

Datos Generales:

- Rendimiento máximo: 98,7%
- Dimensiones: 4.624 mm x 2.470 mm x 1025 mm (W x H x D)
- Peso: <4.400 kg
- Grado de Protección: IP54
- Sistema de refrigeración: Ventilación forzada con control de ventilador
- Flujo de aire: 8.475 m³/h
- Nivel de ruido: < 78 dBA
- Temperatura de operación: -25°C + 62°C
- Humedad sin condensación: 0/ 95%
- Altura máxima sobre el nivel del mar: 4.000 m

Figura 18.- Inversor solar Sunway TG 2700 TE 640 OD





4.5 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 3x640 Vac
- **Tensión secundario:** La tensión de conexión a la red. Este valor será de 3x13.200 V.
- **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 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 3.000 kVA y relación de transformación 13,2/0,64 kV.

Por requisito de Eléctricas Pitarch Distribución se ajustará a la norma UNESA RU-5201D y será bitensión 22/13,2 kV, conectado a 13,2 kV.

Sus principales características son:



- Potencia Nominal: 3.000 kVA
- Aislamiento: Encapsulado en aceite
- Grupo de Conexión: Dy11
- Tensión de primario: 640 V
- Tensión secundario: 22.000/13.200 V \pm 2,5%

4.6 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

Las celdas de Media Tensión empleadas en el proyecto serán del tipo modulares aisladas en SF6 y se ubicarán todas en el edificio de operación y mantenimiento del parque. Habrá dos (2) celdas de protección con interruptor automático, una (1) celda de medida y una celda (1) para los servicios auxiliares.

El conjunto compacto empleado tendrá las siguientes características principales o similar:

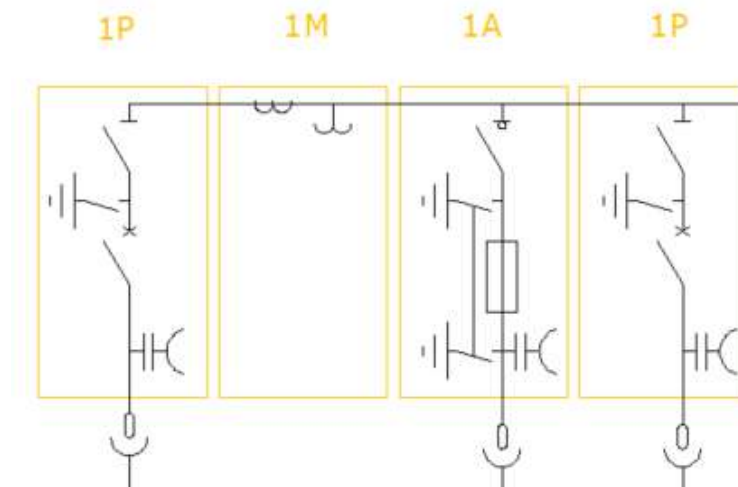
- Tensión asignada Ur: 24 kV
- Frecuencia asignada fr: 50 Hz
- Tensión de impulso tipo rayo (fase – tierra): 125 kV
- Tensión ensayo a frecuencia industrial (fase – tierra): 50 kV
- Corriente nominal: 630 A
- Corriente admisible corta duración 1 seg: 16 kA
- Corriente admisible valor de cresta: 40 kA

Figura 19.- Ejemplo celdas modulares de MT Schneider





Figura 20.- Ejemplo esquema unifilar celda MT



4.7 INTEGRACIÓN

El skid estará completamente integrado e interconectado interiormente para el correcto funcionamiento de todos los equipos instalados.

Dispondrá de:

- Sistema protección por temperatura de transformador
- Ventilación forzada para los distintos habitáculos (BT, MT)
- Cuadro General de Protección de Baja Tensión entre inversor y transformador
- Herrajes
- Tierras interiores

5 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

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

5.1 INSTALACIÓN DE BT EN CC

Instalación en Corriente Continua y Baja Tensión que conecta desde la formación de los strings e interconexión de paneles hasta la entrada al equipo inversor.

5.1.1 FORMACIÓN DE LOS STRINGS

Se agruparán 28 paneles fotovoltaicos en serie para formar los strings. 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 strings así formado serán:

- Potencia, Pmax: 18.200 Wp
- Intensidad a potencia máxima, Imp: 17,16 A
- Tensión a potencia máxima, Vmp: 1.061,2 V
- Intensidad de cortocircuito, Icc: 18,39 A
- Tensión a circuito abierto, Voc: 1.260 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 la entrada del CT < 1,5%
- Intensidades Máximas de Cálculos maximizada un 25%

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

- Denominación: H1Z2Z2-K
- Sección: 6 mm²
- Conductor: Cobre Estañado
- Aislamiento: Compuesto reticulado libre de halógenos
- Cubierta exterior: Compuesto reticulado libre de halógenos
- Intensidad máxima: 59 A (Al aire a 40°C)
- Diámetro exterior: 7,4 mm
- Radio de curvatura dinámico min. 30 mm
- Radio de curvatura estático min. 22 mm
- Resistencia a la intemperie
- Temperatura ambiente de trabajo: desde -40°C hasta +90°C
- Temperatura máxima del conductor: 120°C durante 20.000 horas



La conexión de los módulos para formar los 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 21.- Conectores Multi-Contact MC4 tipo



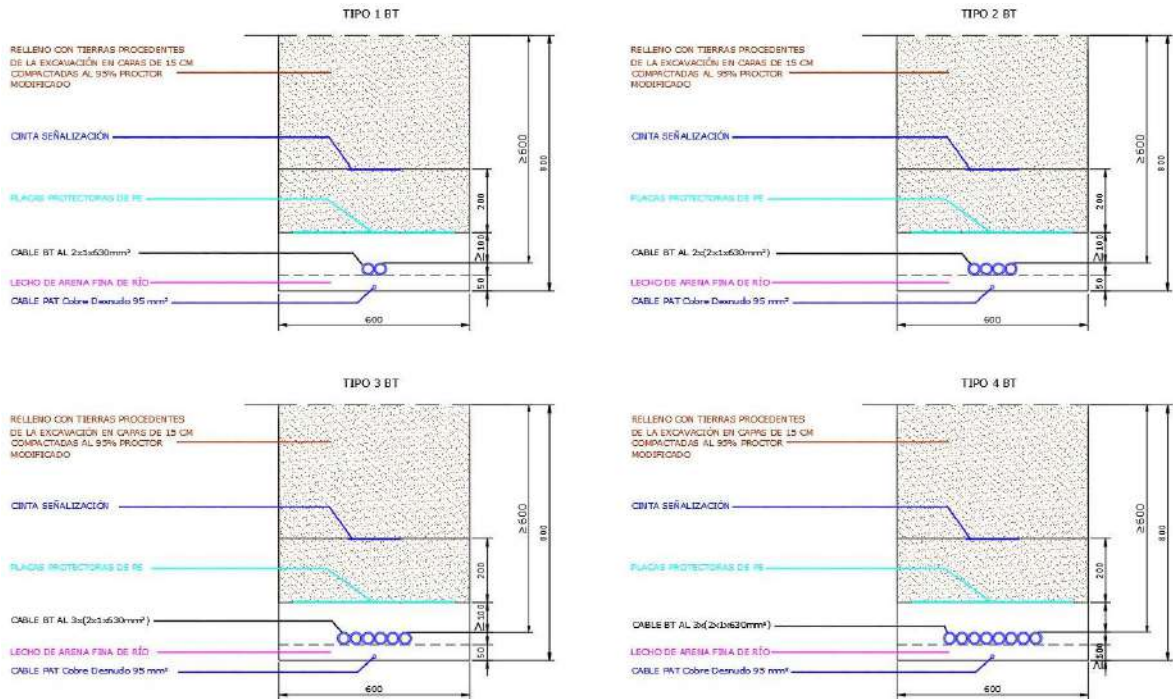
El conductor tipo que se utilizará desde las cajas de strings hasta la caja de agrupación del inversor y su posterior conexión a las entradas de CC del inverter, tendrá las siguientes características:

- Denominación: AL XZ1
- Sección: 630 mm²
- Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2
- Aislamiento: Polietileno reticulado (XLPE)
- Cubierta exterior: Mezcla LSOH tipo DMO 1
- Tensión: 1,5/1,5 kV CC - 0,6 / 1 kV CA
- Tensión máxima: 1,8/1,8 kV CC - 1,2/1,2 kV CA

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



Figura 22.- Secciones zanjas BT tipo



5.1.3 CAJAS DE STRINGS O DE AGRUPACIÓN DE NIVEL 1

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 22 x 58 como sean necesarias para la conexión de strings, según el caso. Se ha diseñado la configuración de cajas de String de 20.

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 un tipo de agrupación de string en cajas de segundo nivel.

Tabla 9.- Distribución de cajas de string

Skid	Inversor	Seguidores	Strings	Total Seg/grupo	Cuadros 20	Cuadros totales
1	Inversor 1	180	180	180	9	9

Siendo un total de:

- 9 cajas de 20 Strings



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

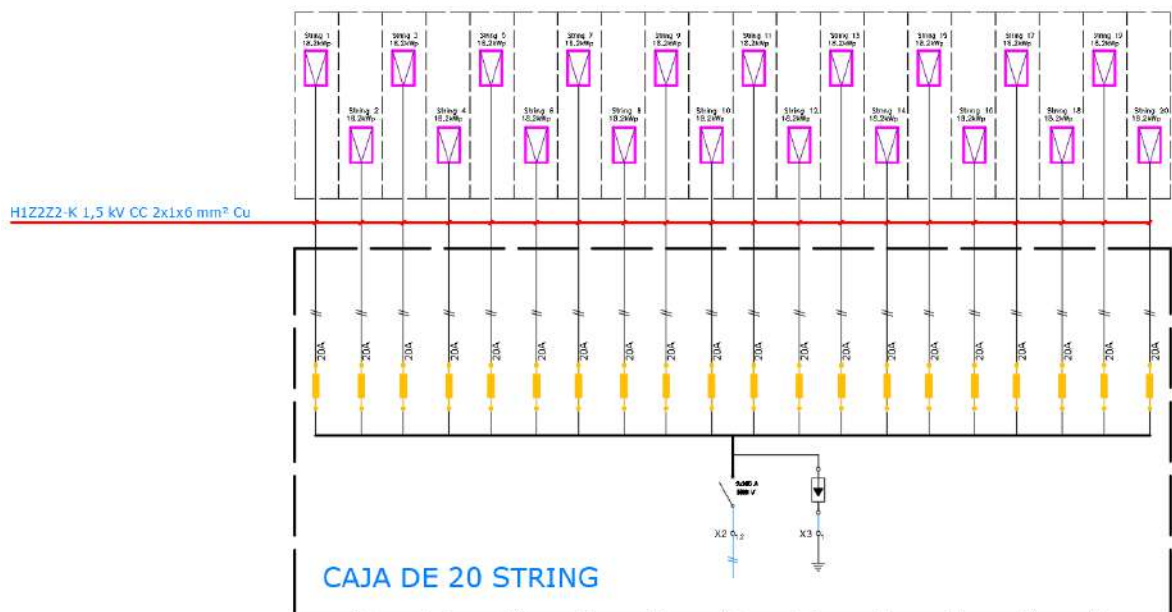
Se emplearán los terminales de conexión o punteras, no admitiéndose el hilo retorcido para su inserción en el bornero.

Las principales características de las cajas de string son:

- Aislamiento: IP 65
- Tensión de aislamiento: 1.500 V
- Entradas: 20
- Fusibles: 20 A gPV 1.500 V
- Maniobra: Interruptor-Seccionador 350 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 23.- Caja de strings tipo 20 ud





Una vez agrupados los strings 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.

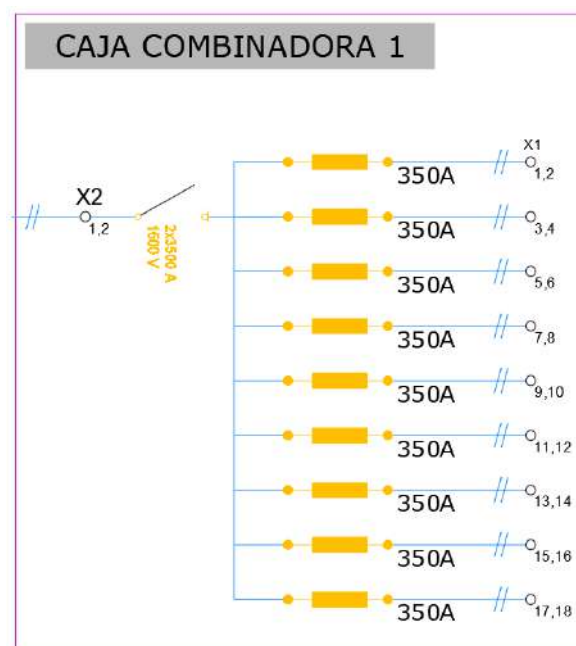
Se ejecutará arqueta de pasos y/o derivación como máximo cada 40 m de recorrido. Se sellarán todas las bocas de los tubos con espuma de poliuretano.

Cada inversor posee un Cuadro de Agrupación en Baja Tensión internamente, donde se agruparán los 9 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 circuitos entrantes
- Seccionadores-fusibles: 350 A
- 9 entradas para circuitos de CC
- Tablero de material auto extinguido y libre de halógenos

Figura 24.- Cuadro tipo de agrupación CC inversor de 9 circuitos





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 skid.

Este sistema es trifásico a 640 V y 50 Hz.

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
- Tensión: 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 skid.

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: 640 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

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 prensas topas. 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 y subtensiones, sobreintensidad, contactos directos e indirectos según RD842/2002 y normas UNE de aplicación.

Los servicios auxiliares de la instalación se componen de SSAA de Corriente Alterna (CA), con tensión nominal 13,2/0,4 kV, 50 Hz y SSAA de Corriente Continua (CC), de 125 V y 48 V de tensión.

- Equipos de Corriente Alterna
 - Un (1) Transformador de servicios auxiliares, 13,2/0,4 kV y 20 kVA
 - Un (1) Cuadro general de corriente alterna
- Equipos de Corriente Continua
 - Un (1) Rectificador-batería de 125 Vcc
 - Un (1) Convertidor 125 - 48 Vcc
 - Un (1) Cuadro general de corriente continua

5.3.1 SSAA EN CA

En el interior de la sala eléctrica se instalará un transformador de SSAA para abastecer los SSAA necesarios para los servicios generales:

- Potencia Nominal: 20 kVA
- Aislamiento: Encapsulado seco
- Tensión de cortocircuito: 3%
- Grupo de Conexión: Dyn11
- Tensión de primario: 13,2 kV
- Tensión secundario: 0,4 kV

5.3.2 SSAA EN CC

Los rectificadores desde el sistema de 400 V a 125 Vcc serán capaces de suministrar toda la carga del sistema de SSAA de CC a 125 V más la carga del banco de baterías de acumuladores de 125 Vcc. Los rectificadores tendrán una potencia nominal mínima de 10 kW.

Los convertidores desde el sistema de 125 Vcc a 48 Vcc, serán capaces de suministrar toda la carga del sistema de SSAA de CC a 48 V más la carga del banco



de baterías de acumuladores de 48 Vcc. Los convertidores tendrán una potencia nominal de 1,5 kW.

El sistema de baterías se dimensionará para el funcionamiento autónomo de los servicios esenciales de la instalación durante un período no inferior a 8 h.

Con el fin de garantizar la fiabilidad de la tensión de alimentación del sistema de protecciones, se instalará un dispositivo que garantice la energía de reserva para la actuación de las protecciones y disparo de interruptor en el caso de fallo de la alimentación principal (una bobina de vigilancia de la tensión auxiliar de continua que provocará el disparo del interruptor de interconexión por fallo de la alimentación de Vcc).

5.3.3 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. El Cuadro de Baja Tensión para protección y mando de la instalación se ubicará en sala eléctrica del edificio O&M, centralizando los circuitos de la zona 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 del Transformador alimentará y protegerá los siguientes circuitos:

- Ventilación forzada skid
- Servicios propios skid
- Alumbrado skid
- 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 varias 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 300 mA / 30 mA de sensibilidad, todas con poder de corte de 6 kA.



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 RD-838/2002.

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 dotará 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 60 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.

De acuerdo con la normativa particular de la compañía suministradora, se procederá a una instalación del tipo TT, realizando una puesta a tierra independiente para el neutro del transformador y otra para la puesta a tierra de la planta fotovoltaica. Se usará un sistema de picas de acero galvanizado con superficie de cobre electrolítico de 14 mm de diámetro y 2 metros de longitud hincadas.

Para la puesta a tierra de la planta fotovoltaica, se aprovechará la apertura de las canalizaciones subterráneas para tender un anillo de cobre desnudo de $1 \times 95 \text{ mm}^2$, donde conectarán todas las picas de tierra. El sistema de tierras de BT se ejecutará así a profundidades más elevadas.

Desde este anillo se dará tierra a todas las partes metálicas de la instalación que sean susceptibles a estar en tensión (de Baja Tensión). Asimismo, se dará tierra a las estructuras portantes.

Para la puesta a tierra del neutro de los skid, éstas picas se conectarán a una toma de tierra en la caja de registro de tierras para medición y mantenimiento mediante conductor 0,6/1 kV RV-K de 16 mm^2 de sección bajo tubo de 32 mm de diámetro.

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 0,6/1 kV $1 \times 16 \text{ mm}^2$ Cu para dar tierra al cuadro. 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 skid hasta la sala eléctrica del edificio O&M. Por lo tanto, este circuito transporta toda la energía del parque en nivel de Media Tensión de 13,2 kV.

El circuito de media tensión procedente del skid discurrirá por canalización subterránea enterrado directamente hasta la sala eléctrica situado en el edificio de operación y mantenimiento.

5.5.1 CONDUCTOR DE INTERCONEXIÓN MT

La evacuación de la energía generada por la instalación fotovoltaica se realizará a través de una línea subterránea en MT a 13,2 kV.

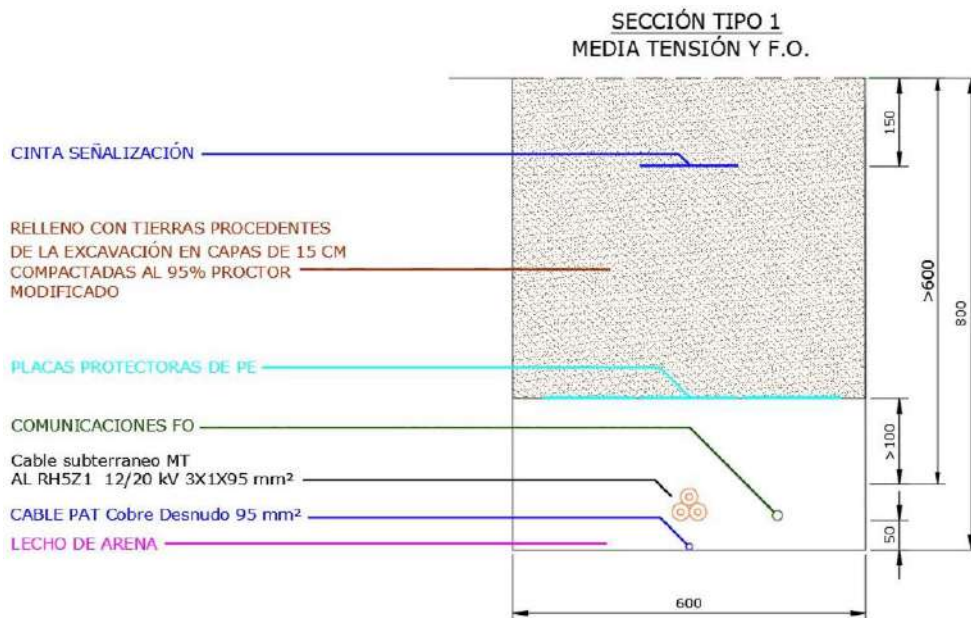
El conductor tipo empleado en el circuito de MT tendrá las siguientes características:



- Denominación: AL RH5Z1
- Conductor: Aluminio semirrígido, clase 2
- Aislamiento: Propileno reticulado (XLPE)
- Pantalla: Cinta longitudinal de aluminio termo soldada
- Cubierta exterior: Poliolefina termoplástica DMZ1
- Tensión: 12/20 (24) kV

Los circuitos de media tensión irán directamente enterrados durante todo el recorrido.

Figura 25.- Sección tipo de zanja de media tensión para cable directamente enterrado



5.5.2 CABINAS MT

Las celdas de Media Tensión empleadas en el proyecto serán del tipo modulares aisladas en SF6 y se ubicarán todas en el edificio de operación y mantenimiento del parque. Las celdas de media tensión utilizadas son las siguientes:

- Dos (2) celdas de protección con interruptor automático, equipadas con un interruptor automático de corte en vacío en serie con un seccionador de tres posiciones (Conectado, seccionado y puesta a tierra) cuya función es la conexión, desconexión y protección general de la instalación.
- Una (1) celda de medida equipada con transformador de tensión e intensidad.
- Una celda (1) para los servicios auxiliares con protección con fusibles, equipada con interruptor-seccionador de tres posiciones (Cerrado, abierto o puesto a Tierra).



5.5.3 PROTECCIÓN Y MEDIDA

Protección Instalación Generadora

- Sobretensión (59)
- Sobretensión homopolar(59N)
- Protección frecuencia máxima y mínima (81m-M)
- Subtensión (27)
- Perdida alimentación auxiliar (27cc)

Protección Transformador

- Dispositivos de protección térmica (49, 26)
- Indicador de nivel de aceite (63)
- Nivel de aceite (71)

Protección de Línea

- Sobreintensidad (50/51)
- Sobreintensidad homopolar (50N/51N)

Protección de SSAA

- Sobrecorriente de tiempo inverso (50) mediante fusible
- Dispositivos de protección térmica (49, 26)

5.5.4 CIRCUITO DE EVACUACIÓN

Definiremos el circuito de evacuación en MT como el circuito eléctrico en Media Tensión desde la sala eléctrica del edificio O&M hasta el punto de conexión. Por lo tanto, este circuito transporta toda la energía evacuada del parque en nivel de Media Tensión de 13,2 kV.

Para obtener más detalle de la línea de evacuación en media tensión, ver documento "SP.IN008.2.M.GN.401".

5.5.5 MEDIDA PARA FACTURACIÓN

La medida para facturación se llevará a cabo en la STR Garrovillas en el nivel de 13,2 kV, y se hará con conformidad al Reglamento de Puntos de Medida (RPM) Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.

Según reglamento, el punto de medida será tipo 2. El sistema contará con un punto de medida principal (situado en la STR Garrovillas, en la posición de 13,2 kV). Se instalara, de manera opcional, una medida comprobante en el parque, si así lo requiriera el Operador de Red.



Cada equipo de medida estará compuesto por un contador electrónico combinado de potencia activa (con una clase de precisión C) y reactiva (clase de precisión 1) en cumplimiento del artículo 9 del Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto.

5.5.6 PUNTO DE CONEXIÓN EN MT

La línea de MT conectará en la posición de 13,2 kV de la subestación existente STR Garrovillas 13,2/45 kV.

5.5.7 SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

Se dotará a la instalación de un sistema de telecomunicaciones que permita un telecontrol de la planta por medio del cableado de fibra óptica que discurre por zanja junto con el circuito eléctrico.

Éste se encargará de recabar todas las señales, alarmas y medidas de la instalación y de transmitir las a los centros remotos de operación.

Además, se utilizará fibra óptica para comunicar los extremos de la línea con el fin de que las protecciones diferenciales instaladas en ésta puedan operar correctamente.

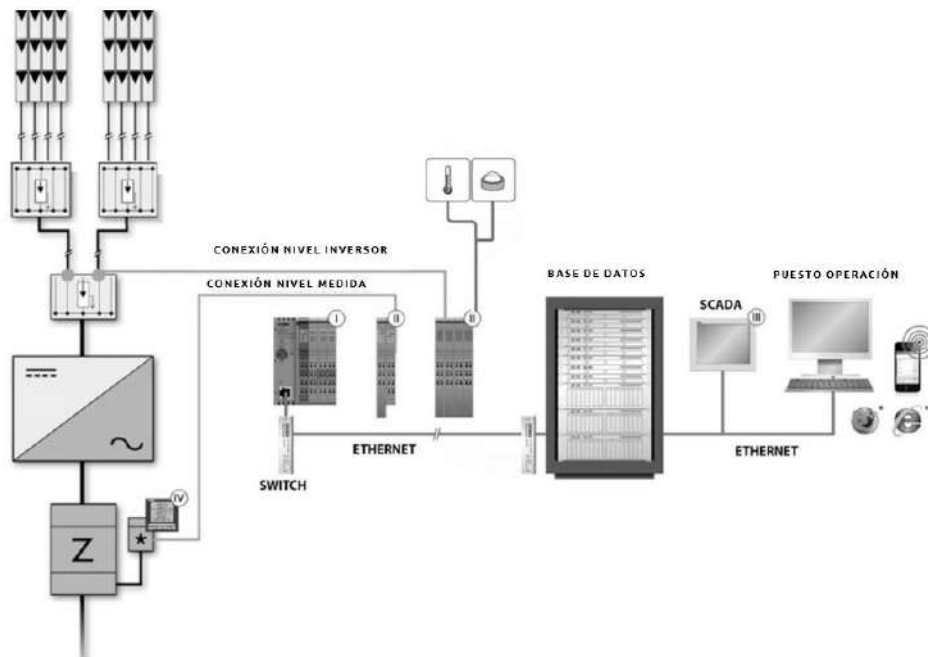


6 MONITORIZACIÓN

La arquitectura está basada en estos dos bloques:

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

Figura 26.- Esquema monitorización tipo en una planta solar



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

6.1 INSTALACIÓN EN EL SKID

En el skid se localizan los sistemas de control de las comunicaciones que realiza la adquisición de datos de los inversores. La comunicación entre los skid 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.

6.2 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.



6.2.1 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 integralidad 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 3 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
- Cámaras Tipo Domo
- Grabadores Digitales

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

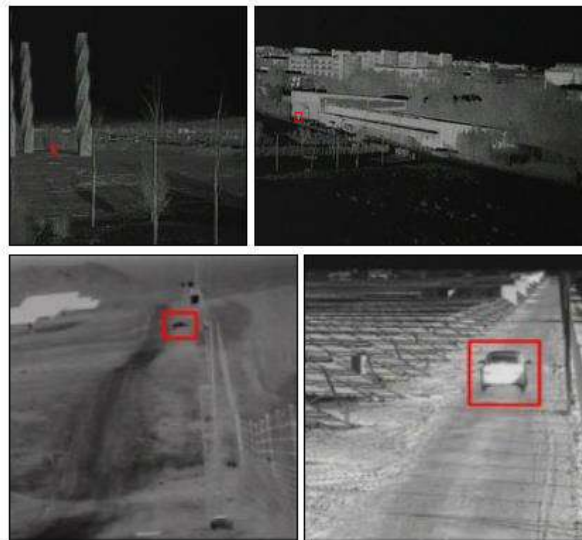
Se deberá de hacer un diseño detallado que garantice la detección de cualquier intruso dentro de la sala de control del edificio de Operación y Mantenimiento.

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 27.- Monitorización tipo en una planta solar



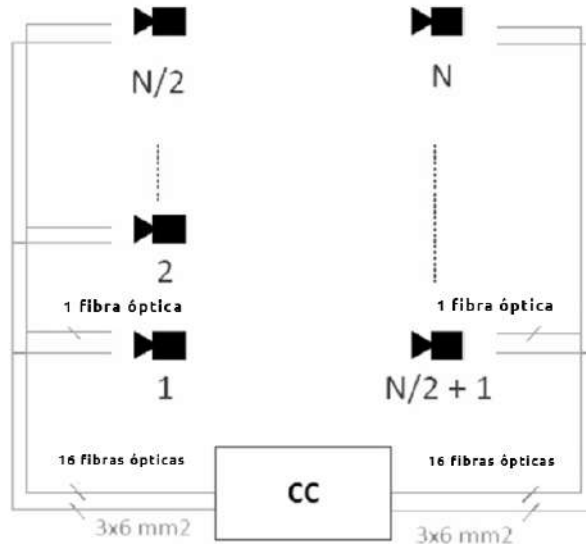
Las cámaras se situarán en postes a una altura de 3 metros. Se instalarán a su vez luces de disuasión. La localización propuesta para la instalación de estas cámaras es una por cada skid, así como en todo el perímetro del parque.

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.

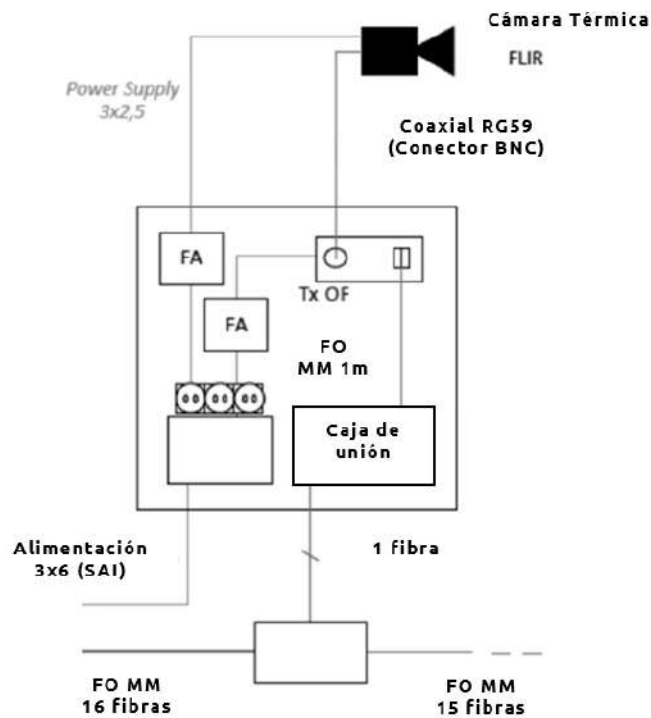


Figura 28.- Conexión general



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

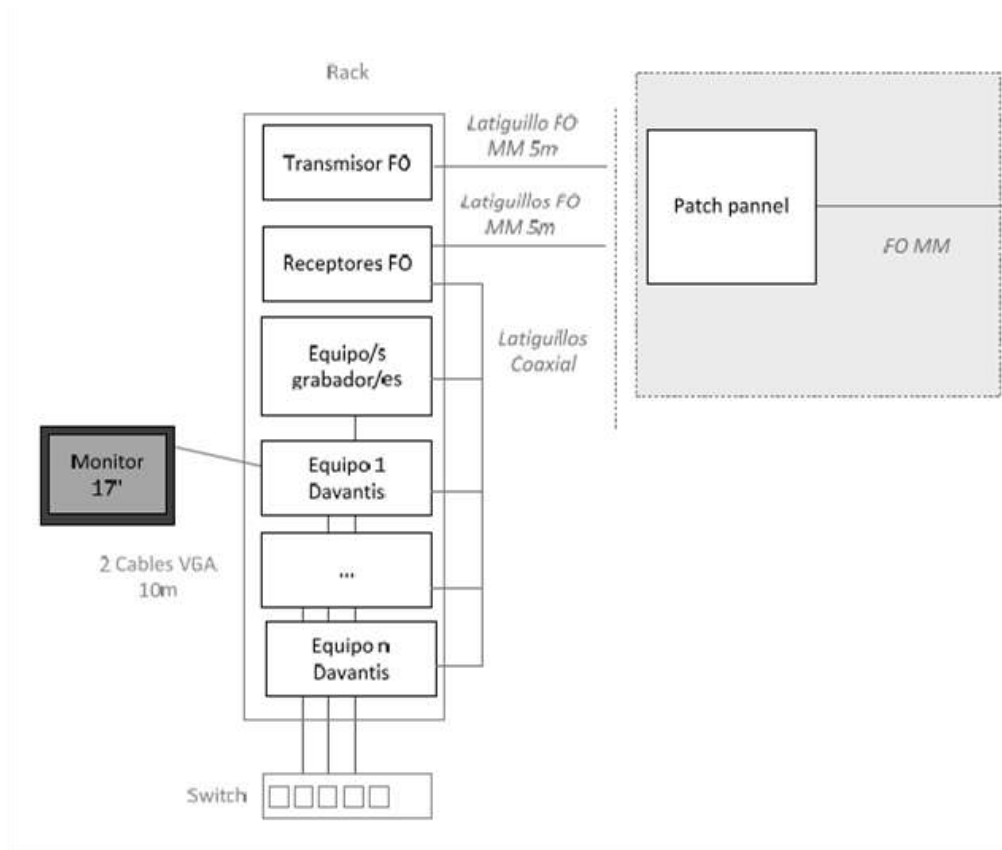
Figura 29.- Arquitectura de conexión





En el centro de control se realizarán las siguientes conexiones:

Figura 30.- 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.

Aunque los seguidores disponen de una elevada tolerancia de instalación (regulación mediante la profundidad de hincado de las estructuras soporte), será necesaria la realización de movimientos de tierras localizados en zonas cuya pendiente exceda los límites de tolerancia dados por el fabricante de los equipos. En estos casos se priorizará disponer los excedentes de tierra provenientes de excavaciones en las zonas de terreno donde sea necesario rellenarlas, evitando por todos los medios que se generen excedentes. En caso de generarse, se dispondrán en vertederos autorizados para ello por la autoridad competente. En cualquier caso, se ejecutarán las zanjas para cableado empleando como material de relleno el extraído de su excavación.

También se contemplará el movimiento de tierras necesario para la ubicación y construcción de las casetas prefabricadas de los skid.

Se realizará una limpieza del terreno dentro de toda la zona vallada. La limpieza del terreno involucra trabajos de segado de vegetación alta para facilitar los trabajos y también para la prevención de incendios en la zona de instalación de los soportes de las estructuras de los paneles fotovoltaicos, afectando lo menos posible a la topografía. Esta operación no precisa necesariamente de la retirada de la capa vegetal de terreno.

En el caso del trazado de los caminos y del área ocupada por equipos, edificios y cualquier estructura que precise de cimentación se procederá a un desbroce con la retirada de la capa vegetal.

Se usarán los caminos públicos existentes comentados en el apartado 1.4 Accesos de la presente memoria y no se crearán nuevos caminos para llegar a las zonas valladas. En caso de considerarse que el firme de algunos de los caminos públicos no se encuentra en óptimas condiciones en fases posteriores para la construcción de la instalación fotovoltaica, se solicitará al organismo correspondiente autorización para proceder al acondicionamiento y/o mejoras de estos caminos públicos existentes.

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 internos del parque y al vallado perimetral. Serán dimensionados de acuerdo con los resultados que arroje el cálculo hidráulico.

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.

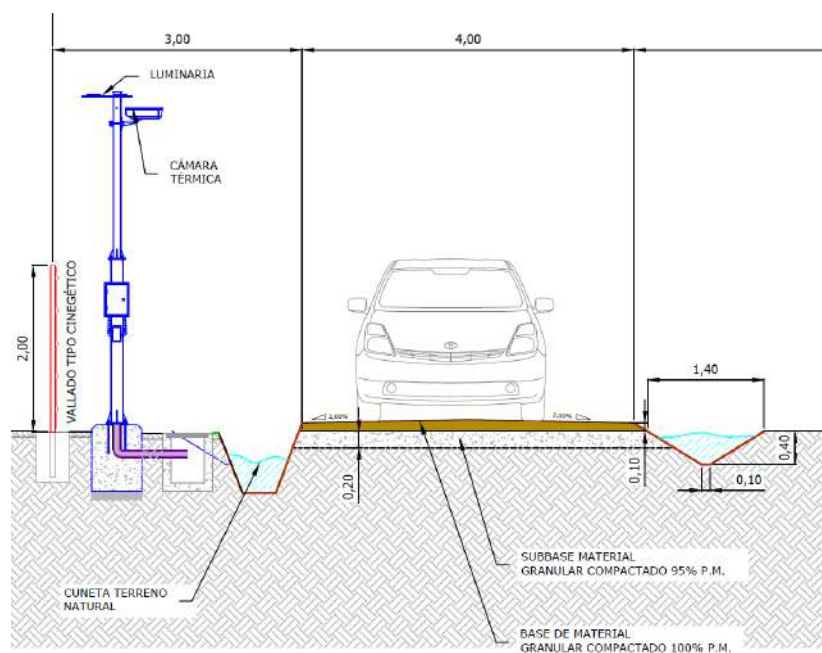


La evacuación de las aguas pluviales se realizará canalizándola fuera de la parcela conduciéndolas a los cauces o vaguadas naturales, evitando de este modo la afección de la hidráulica de la zona.

Se protegerán aquellas zonas con riesgo de erosión, especialmente en aquellas zonas donde se ubiquen cimentaciones de la estructura de seguidores, edificios u otras instalaciones.

Estas soluciones se podrán 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 31.- Ejemplo sección transversal camino



8.3 ZANJAS

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

- Zanjas de BT: Circuitos BT de Generación
- Zanjas de MT: Circuito MT y de Evacuación compartido con comunicaciones en F.O de los sistemas de generación
- Zanja de comunicaciones: Circuito de comunicaciones F.O perimetral para seguridad y videovigilancia



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, firme, y escalonada si se requiere. Se eliminará del fondo todos los materiales sueltos o flojos y se rellenarán 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 de 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 instalarán 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 utilizarán 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 tendrá las siguientes características:

- Malla cinagética 200/14/30
 - Altura valla desde el suelo: 2,00 m
 - Altura malla: 2,00 m
 - Distancia entre cables verticales: 30 cm
 - 14 cables horizontales
 - Alambre galvanizado de alta resistencia de 2,5 mm de diámetro
- Postes L50.5
 - Acero pintado con tonos ocres o verdes
 - Separación entre postes: 5,00 m
 - Longitud total del poste: 2,2 m
 - Colocación de tornapuntas en los cambios de dirección o cada 40 m
- Cimentación
 - Largo: 30 cm
 - Ancho: 30 cm
 - Profundidad: 30 cm
 - Hormigón HM-25

Figura 45.- Vallado cinagético perimetral





8.6 CAMINOS

8.6.1 CAMINOS INTERIORES

Se ejecutarán viales dentro del parque para dar acceso al edificio de O&M y el skid con las siguientes características:

- Ancho de calzada por un sentido: 4,00 m
- Paquete de firme: 30 cm
- Bombeo: 2,00 a 3,00%
(Sección en peralte)

Para la ejecución del firme se procederá desbrozando la capa más superficial de terreno, y se ejecutará un vaciado de aproximadamente 20 cm de profundidad, compactando posteriormente el fondo excavado. El firme constará de una capa de 20 cm de terreno seleccionado o adecuado según PG-3 compactado al 95% P.M. (subbase) sobre el que se dispondrá una capa de rodadura (base) de no menos de 10 cm de espesor de suelo seleccionado compactado al 100 % P.M.

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

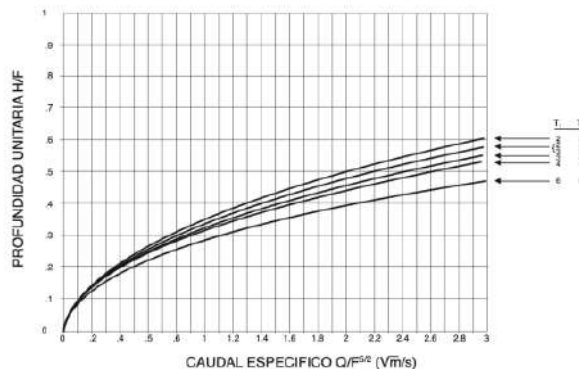
$$Q(l/seg) = \frac{A \cdot L_m \cdot e}{3600}$$

Donde:

- A: es el área de evacuación –plataforma más desfavorable-
- Lm: es el valor Máximo de Precipitaciones, en mm de agua en 1 m², resultado de transpolar al período de 1 h la máxima precipitación caída durante 5 min 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 32.- Diagrama Profundidad-caudal
CONDICIONES DE DESAGUE EN UNA CUNETETA TRAPEZIAL



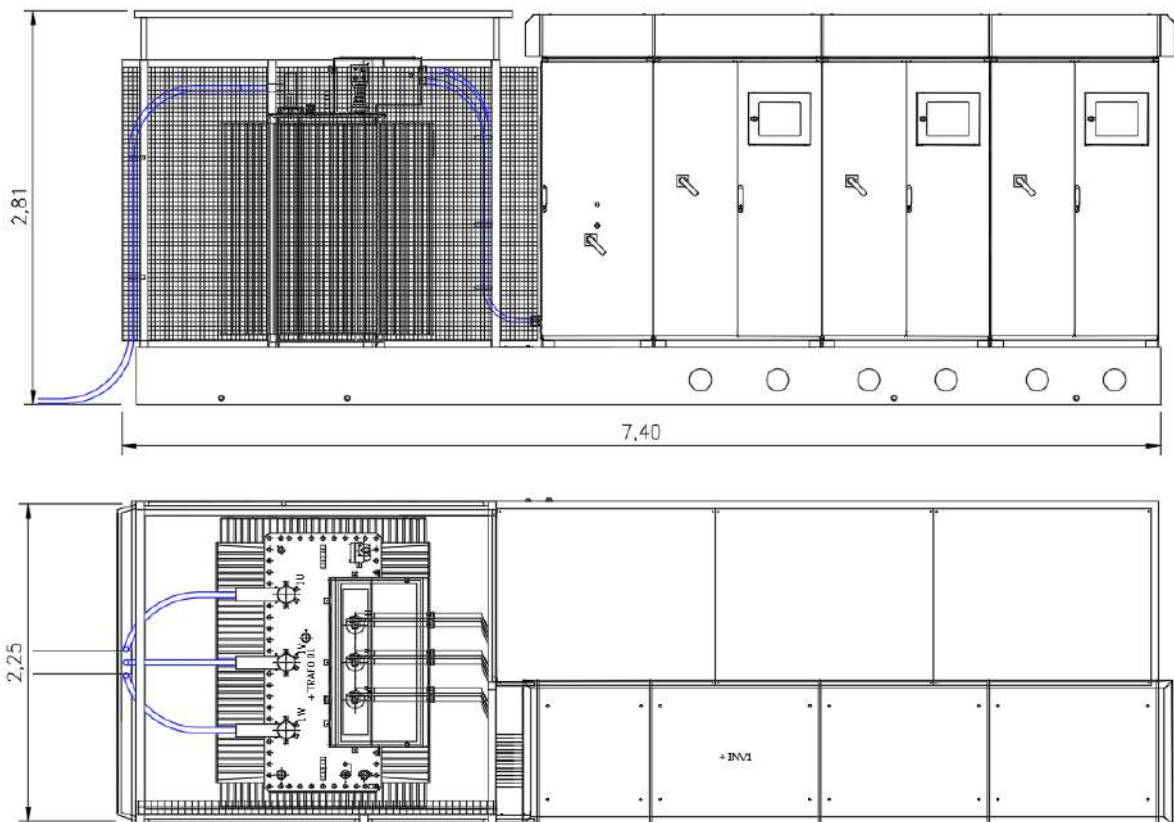


8.7 SKID

La cimentación del skid se diseñará a través de la propuesta del fabricante del skid, Santerno (o similar), para la óptima ejecución y mantenimiento de sus equipos durante la operación de la planta. Esta solución comprende una losa de hormigón armado sobre una capa de hormigón de limpieza.

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 Santerno



Las entradas y salidas al skid 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 skid 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 skid 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

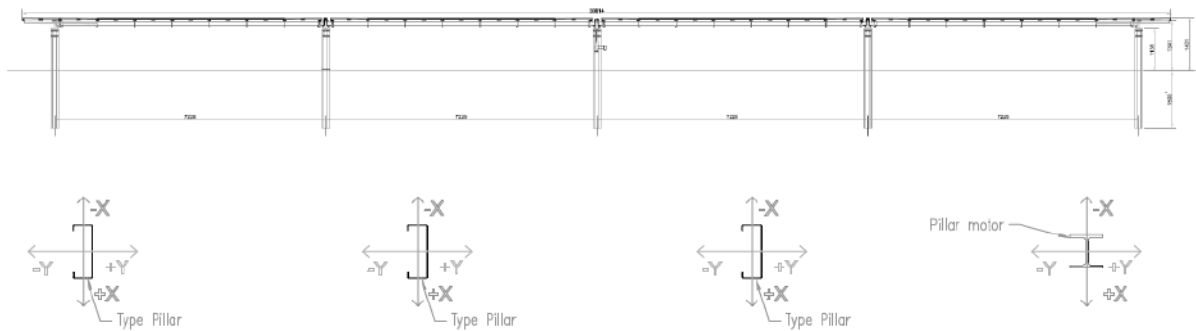
Las Cimentaciones de la estructura del seguidor se realizará mediante hinca directa de perfiles tipo C o similar de acero galvanizado en el terreno.

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

Figura 34.- Perfil hincado tipo para estructura y actuador



Figura 35.- Ejemplo vista frontal de medio seguidor





9 EDIFICIOS ÁREA O&M

9.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El edificio de operación y mantenimiento (O&M) se realizará respetando los elementos arquitectónicos tradicionales de la zona. Se usarán colores ocres y tierras para la cubierta exterior. Se describen a continuación las áreas que albergará el edificio, que tendrá una superficie aproximada de **80,11 m²**, y tendrá las siguientes dependencias:

- **Aseos.** Se prevé un aseo dotado con un lavabo y un inodoro.
- **Oficina.** Se instalará una oficina cerrada equipada con un escritorio, silla, mesa, red de telefonía e internet y un armario archivador.
Esta sala tendrá iluminación y ventilación natural, además de aire acondicionado con una potencia adecuada al clima local.
Esta oficina albergará la sala de control, las infraestructuras del SCADA y los equipos de protecciones eléctricas y comunicaciones, así como el sistema de seguridad y detección CCTV.
- **Almacén principal.** Tendrá 23,31 m² de superficie útil. Estará equipada con estanterías para pallets y con una máquina elevadora para manejarlos. También se incluirá un espacio cerrado dentro del almacén para guardar los repuestos electrónicos que precisen una temperatura controlada. La nave se diseñará siguiendo los estándares internacionales, cumpliendo con los reglamentos locales. Dentro del almacén habrá una zona destinada a residuos domésticos y otra para residuos no peligrosos.
- **Sala eléctrica.** En esta sala se dispondrán los equipos de protección de media tensión, mediciones, cuadro de servicios auxiliares en baja tensión, UPS Local, cuadro de monitorización, transformador de servicios auxiliares e iluminación interior y de emergencia.

Además fuera del edificio, las instalaciones contarán con:

- **Área de almacenamiento de residuos peligrosos.** Este área se localizará fuera del edificio de O&M, con suficiente espacio para que pueda acceder un camión. Tendrá vallado en todo su perímetro. La superficie de este área será de **4 m²**.
- **Aparcamiento.** Existirá un aparcamiento con capacidad para cuatro vehículos.
- **Área de carga/descarga.** Se dispondrá de un área al aire libre, cerca del almacén que permitirá el acceso a camiones para cargar y descargar los módulos FV.
- En la zona de O&M se situará un pequeño edificio para ubicar las mediciones de producción y permitirá el acceso libre a REE sin necesidad de acceder a las



instalaciones del parque fotovoltaico Prímula. Las dimensiones de este edificio serán de **4,00 m²**.

9.2 INSTALACIONES

En la Figura 36 se muestra la ubicación del Área O&M con un sombreado en blanco.

Figura 36.- Ubicación Área O&M



Figura 37.- Edificio principal distribución en planta

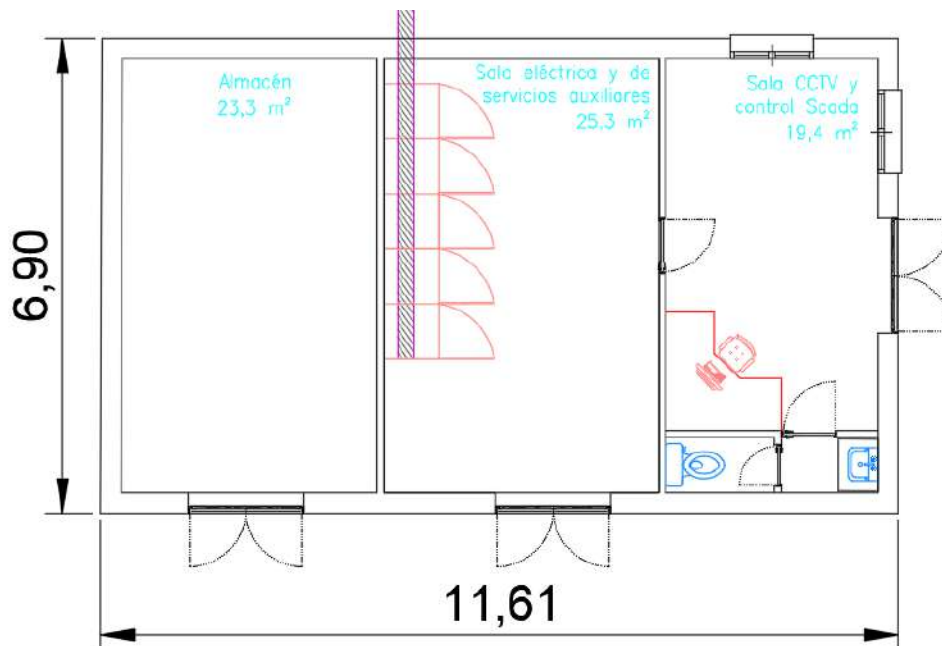




Figura 38.- Alzado frontal del edificio principal

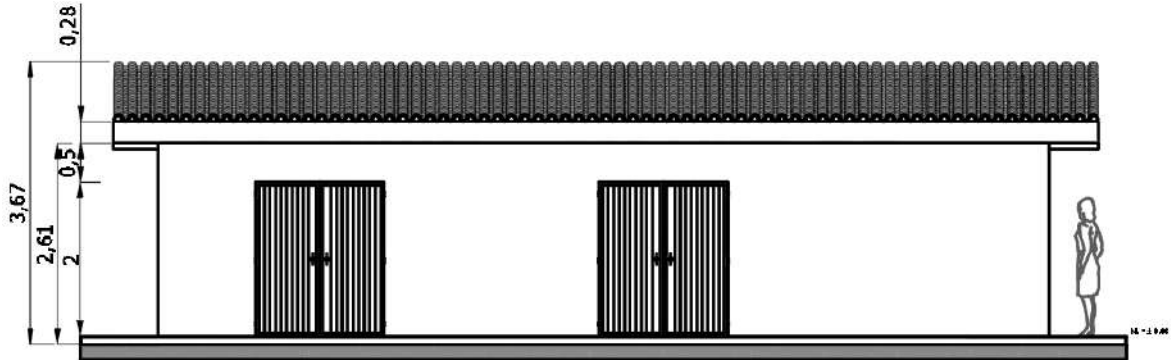


Figura 39.- Alzado lateral del edificio principal

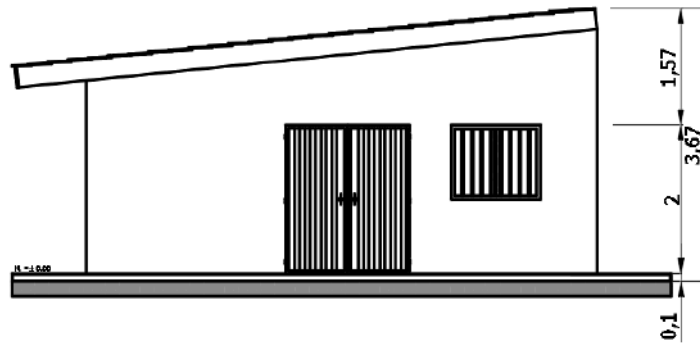
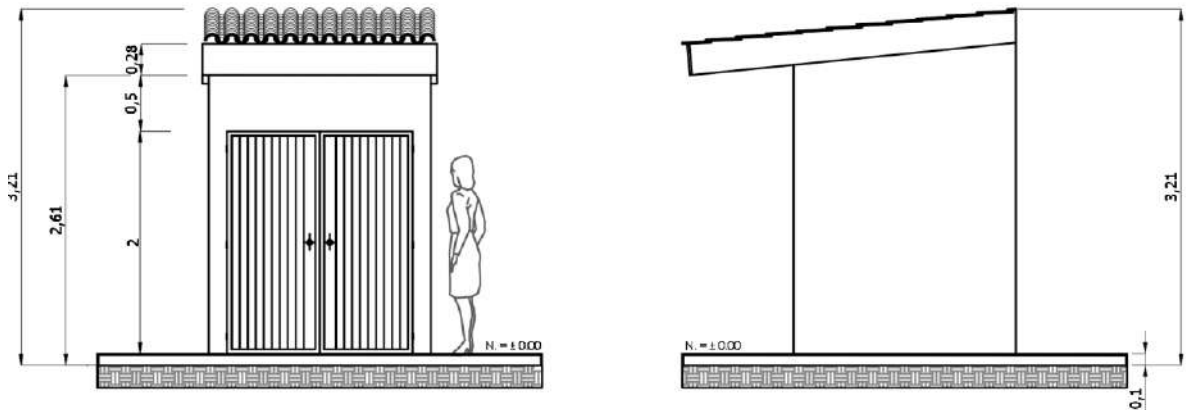


Figura 40.- Alzado frontal y lateral del edificio de contadores



9.2.1 FONTANERÍA Y SANEAMIENTO

El edificio contará un sistema de suministro de agua, con tuberías de polietileno reticulado. Los accesorios de saneamiento estarán hechos de porcelana esmaltada.



9.2.2 DISTRIBUCIÓN

Se instalará depósito externo, 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.

9.2.3 SANEAMIENTO

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.

Las aguas residuales del edificio se recogerán mediante una red horizontal de tuberías, que por gravedad se evacuarán al exterior a través de una arqueta sifónica y tuberías de PVC que las conducirán a una fosa estanca dimensionada con la capacidad suficiente para la ocupación prevista del edificio. La fosa se equipará con una alarma que advierta del llenado o saturación de los tanques.

De esta forma se evitan los vertidos al dominio público hidráulico provenientes del sistema de saneamiento. El depósito estanco serán vaciados periódicamente por un gestor autorizado.

9.2.4 AIRE ACONDICIONADO Y VENTILACIÓN

El edificio estará equipado con un sistema de climatización con control por termostato en las oficinas, sala de control y sala SCADA, cuya potencia y características dependerá de la sala a climatizar y las condiciones climáticas de la ubicación de la instalación.

Las salas de baja tensión deben tener una ventilación natural adecuada. Las salidas de ventilación estarán protegidas para evitar el paso de animales pequeños y la entrada de agua.

9.2.5 SISTEMA DE SEGURIDAD ANTI INTRUSOS

El edificio tendrá 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.

9.2.6 SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

Existirá un sistema de protección contra incendios detallado a continuación.



9.2.7 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 esta
- La altura del borde inferior de los letreros deberá estar preferiblemente entre 2 m y 2,50 m 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.

9.2.8 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 de este 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 m sobre el suelo.

9.2.9 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 los almacenes. Los botones de alarma contra incendios estarán separados por no más de 25 m a lo largo de un recorrido de evacuación. Se instalarán a una distancia de entre 1,2 y 1,5 m del suelo, ubicándolos preferiblemente en el recinto y las salidas del edificio. Además, se usarán dispositivos de alarma acústica.

9.2.10 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las características de la instalación eléctrica del edificio de O&M consistirán en:

9.2.10.1 BAJA TENSIÓN

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

La celda de SSAA alimentará un transformador de SSAA para proporcionará energía en BT hasta el panel de SSAA.

9.2.10.2 PANEL DE SERVICIOS AUXILIARES

El panel de servicios auxiliares se ubicará en la sala eléctrica y alimentará las siguientes instalaciones:

- Calefacción del transformador de alta tensión
- Aire acondicionado del edificio y el almacén
- Iluminación exterior y de fachada
- Entradas de potencia y servicios no prioritarios
- Rectificador de batería CC 125V
- 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



9.2.10.3 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, 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 los almacenes y en el parque al aire libre.

9.2.10.4 PUESTA A TIERRA

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

Todos los equipos del edificio, los almacenes 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 todas 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.

9.2.10.5 ILUMINACIÓN

Los niveles de iluminación considerados para cada zona dependerán de los requisitos de uso y visuales establecidos. 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 que las luces se dejen 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

9.2.10.6 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 antipánico**

Esta es la parte de la iluminación de seguridad provista para evitar cualquier riesgo de pánico, 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 antipánico 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 antipánico 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.

Avd. de la Constitución, 34 1º
41001 Sevilla, España
+34 955 265 260

Cra 12 #79-50 Ofi 701
Bogotá, Colombia
+57-1 322 99 14

Avda. de España, 18,
2º Oficina 1A
10001 Cáceres, España
+34 955 265 260

Paseo de la Castellana, 81
15º Planta - Despacho 1414
28046 Madrid, España
+34 955 265 260

WWW.INGENOSTRUM.COM



ingenostrum.

Executing your renewable vision

