

CUSTOM
Logo

INFORME DE DISEÑO

Planta FV Webinar ES
2023/11/22

AVISO LEGAL

Este informe ("Informe") es proporcionado por Rated Power S.L. ("RatedPower") para el uso del Cliente, que ha suscrito un acuerdo escrito con RatedPower. Sin embargo, RatedPower no hace representaciones o garantías de ningún tipo, expresas o implícitas, en cuanto a la exactitud, integridad, idoneidad o fiabilidad del Informe, y no será responsable de los daños y perjuicios de cualquier tipo que surjan o en relación al uso del Informe por parte del Cliente. El Cliente puede proporcionar a RatedPower su logotipo para su colocación en el Informe. El Cliente declara y garantiza que tiene todos los derechos y permisos necesarios para utilizar e incluir el logotipo en el Informe, y eximirá a RatedPower de cualquier reclamación derivada del uso de dicho logotipo en el Informe.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN

2. EMPLAZAMIENTO

- 2.1. Localización
- 2.2. Área de la parcela
- 2.3. Topografía
- 2.4. Perfil del horizonte

3. RECURSO SOLAR

4. EQUIPOS PRINCIPALES

- 4.1. Módulo fotovoltaico
- 4.2. Seguidor de un eje N-S
- 4.3. Cajas de string
- 4.4. Inversor central
- 4.5. Transformador
- 4.6. Centro de transformación (CT)

5. DIMENSIONAMIENTO PLANTA FOTOVOLTAICA

- 5.1. Configuración eléctrica
- 5.2. Diseño del cableado eléctrico
- 5.3. Obras civiles
- 5.4. Battery Energy Storage System

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de este informe, producido por RatedPower, es describir las especificaciones y el diseño de la planta fotovoltaica solar Webinar ES. La descripción actual del proyecto podría verse sujeta a cambios en las siguientes etapas del desarrollo del proyecto.

La potencia nominal de la planta fotovoltaica es de 32.3 MWac y la potencia máxima es de 38.5 MWdc lo que da como resultado un ratio DC/AC de 1.19. Las principales características del proyecto se muestran en la Tabla 1, la Tabla 2 y Tabla 3.

Tabla 1. Características del proyecto

Proyecto Webinar ES	
Características principales	
Localización	Spain, Andalucía
Potencia nominal (AC)	32.3 MWac
Potencia pico (DC)	38.5 MWdc
Ratio DC/AC	1.19
Equipos Generales	
Seguidor a un eje	1116
Módulos fotovoltaicos (660.0 Wp)	58380
Centro de transformación (hasta 8800.0 kW)	5
Número de inversores (hasta 2200.0 kVA)	15

Tabla 2. Características civiles

Nombre del área	Distancia entre filas (Pitch)	Espacio libre entre estructuras	GCR	Distancia entre estructuras	Ángulo de azimut	Ángulo de inclinación (Tilt)
Área 1	9.6 m	7.22 m	24.83%	0.5 m	0.0 °	[-]
Área 2	9.6 m	7.22 m	24.83%	0.5 m	0.0 °	[-]
Área 3	9.6 m	7.22 m	24.83%	0.5 m	0.0 °	[-]
Área 4	9.6 m	7.22 m	24.83%	0.5 m	0.0 °	[-]

Tabla 3. Areas

Nombre del área	Área	Área disponible	Área del vallado
-----------------	------	-----------------	------------------

		neta	
Área 1	40.58 ha	40.58 ha	40.44 ha
Área 2	13.41 ha	13.41 ha	11.91 ha
Área 3	17.8 ha	17.8 ha	17.3 ha
Área 4	14.59 ha	14.22 ha	13.42 ha
Total	86.38 ha	86.38 ha	83.07 ha

El diseño completo se muestra en la Figura 1.



Figura 1. Layout general

2. EMPLAZAMIENTO

2.1. Localización

La planta fotovoltaica tiene las características mostradas en la Tabla 4.

Tabla 4. Características del emplazamiento

Características de la localización de la planta fotovoltaica	
Ciudad / Localidad	Colonia de Santa Ana
Región	Andalucía
País	Spain
Latitud	+37.07 °
Longitud	-4.73 °
Altitud	416.68 m a.m.s.l.
Zona horaria	UTC +1

En la Figura 2 se muestra la localización del proyecto. Se muestra una vista más cercana de la región en la Figura 3.



Figura 2. Localización de la planta fotovoltaica en la región de Andalucía, en Spain



Figura 3. Vista más cercana de la planta fotovoltaica en la región de Andalucía

2.2. Área de la parcela

El área donde la planta fotovoltaica será construida consiste en 4 áreas disponibles, con una superficie total de 86.38 ha. Hay un total de 1 áreas restringidas no aptas para la instalación de módulos fotovoltaicos. El área final disponible cubre una superficie de 86.01 ha.

El tamaño de cada área y el total del área disponible para instalación se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5. Tamaño de las áreas del proyecto.

Nombre del área	Superficie
Área disponible	
Área 1	40.58 ha
Área 2	13.41 ha
Área 3	17.8 ha
Área 4	14.59 ha
Área restringida	
Área 1	0.79 ha
Área de la subestación	
Área 1	1.3 ha
Total del área disponible	86.01 ha

La subestación (azul), la parcela(s) (blanco) y, si hubiese, el área restringida (rojo) se muestran en Figura 4.



Figura 4. Áreas de Webinar ES Planta FV

2.3. Topografía

Se ha realizado un análisis preliminar de la topografía para estudiar la disponibilidad de terreno adecuado para la construcción de una planta fotovoltaica. Se calcularon las pendientes Norte-Sur y Este-Oeste mostradas en la Figura 5.

Los datos de elevación fueron proporcionados por el usuario en formato CSV (XYZ).

Los resultados del análisis de pendientes del terreno muestran tres zonas diferenciadas:

- Zonas donde la pendiente es inferior al 5.00 %.
- Zonas donde la pendiente está entre 5.00% y 10.00 %.
- Zonas donde la pendiente es superior al 15.00 %.

NOTA: Las pendientes medidas en el sitio al realizar un análisis topográfico detallado podrían ser mayores que las pendientes obtenidas con la fuente de datos de Google Earth.

El mapa que se muestra en la Figura 5 representa las pendientes del terreno, con los siguientes colores:

- Pendientes $\leq 5.00\%$
- Pendientes $> 5.00\%$ y $< 10.00\%$
- Pendientes $> 10.00\%$ y $< 15.00\%$
- Pendientes $> 15.00\%$

Utilizando los datos de elevación mencionados anteriormente, se calculó la posición de las estructuras en el terreno. La pendiente del terreno debajo de las estructuras se calculó en la dirección Norte-Sur y en la dirección Este-Oeste. También se determinó la posición de los postes de las estructuras, incluyendo la elevación del terreno en cada poste y su altura.

Se realizaron movimientos de tierra para adecuar el terreno a los límites impuestos por el fabricante de la estructura de montaje. Las condiciones para realizar movimientos de tierra fueron las siguientes:

- La pendiente en la dirección Norte-Sur se encuentra entre 2.00 % y 15.00 %.

El análisis de movimientos de tierra resultó en un total de 204477.71 m³ de relleno y 192664.14 m³ de desmonte.

Las estructuras que no cumplieron con los siguientes criterios se han quitado del layout:

- La estructura debe estar dentro de los límites del Modelo Digital del Terreno (MDT).
- La pendiente de las estructuras en la dirección Norte-Sur puede ser como máximo del 2.00 %.

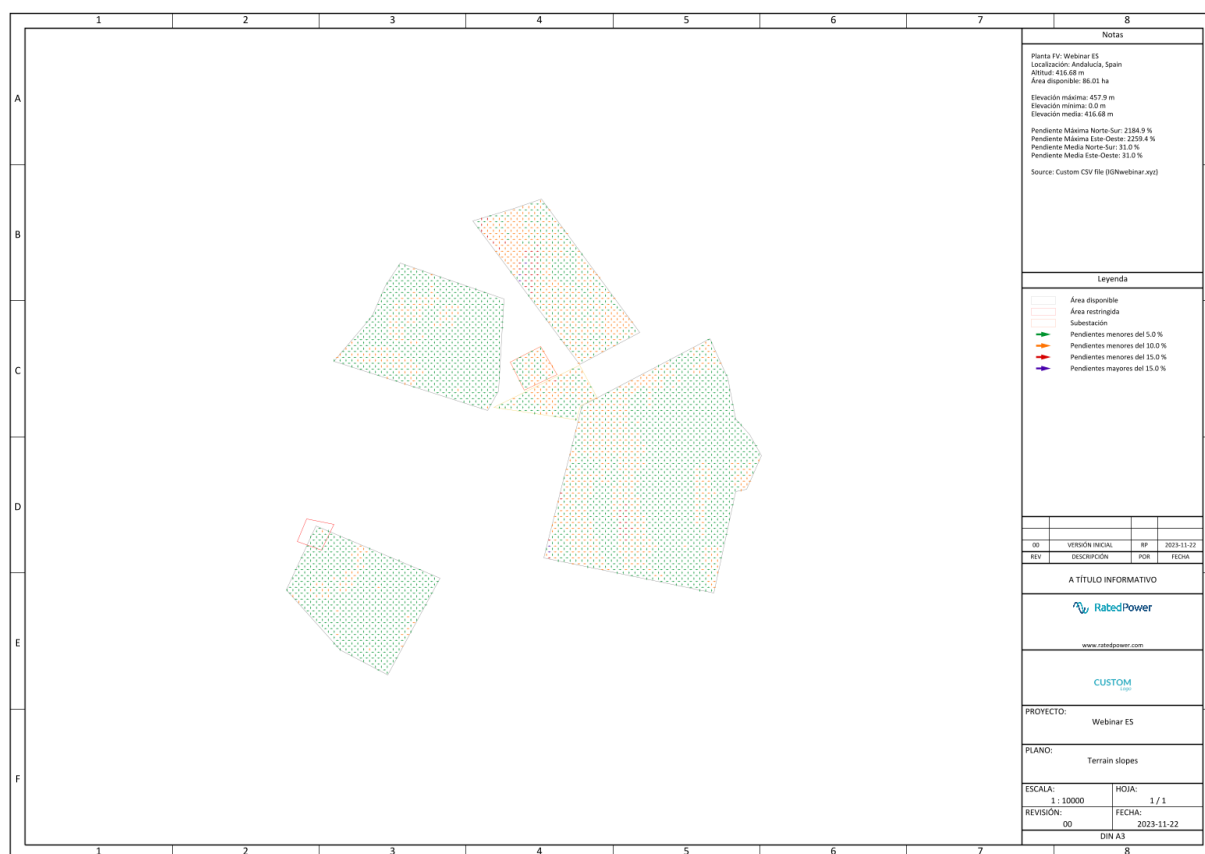


Figura 5. Pendientes de la parcela (fuente: SRTM)

2.4. Perfil del horizonte

La irradiancia solar que llega a los módulos fotovoltaicos cambiará si hay colinas o montañas en el horizonte. Estas obstrucciones físicas bloquearán la componente directa de la irradiancia

durante algunos períodos del día y también tendrán un impacto en la componente difusa. Por lo tanto, el perfil del horizonte afecta directamente el rendimiento energético de la planta fotovoltaica.

La línea del horizonte tiene una elevación promedio de 1.4° y una elevación máxima de 2.7° . A lo largo del año, la línea del horizonte bloqueará el Sol durante un total de 98 horas. La fuente de datos para la línea del horizonte fue PVGIS 5.2.

El valor de la elevación bloqueada en el rango de azimut completo se muestra en la Figura 6.

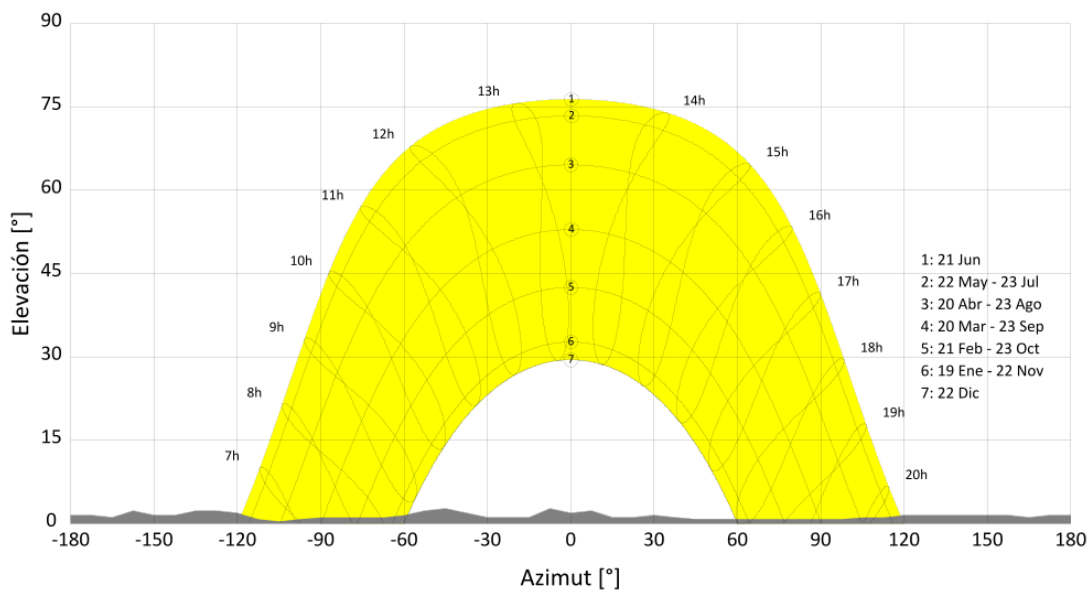


Figura 6. Perfil del horizonte (fuente datos: PVGIS 5.2)

3. RECURSO SOLAR

El objetivo del análisis de recursos solares es proporcionar una estimación de la energía solar que la planta fotovoltaica recibiría durante un año típico.

El recurso solar se da generalmente como una serie de valores por hora para la irradiancia y la temperatura, por un período de un año. Esta serie se llama el Año Meteorológico Típico (TMY).

La fuente utilizada para generar el TMY fue la base de datos PVGIS. Incluye meteorología desde el año 2005 hasta el presente (el período real utilizado puede variar según la ubicación) y tiene una resolución espacial de 4 km por 4 km. La incertidumbre de los datos de PVGIS está comprendida entre $\pm 3\%$ a $\pm 10\%$, dependiendo de la ubicación.

A partir de los datos horarios obtenidos en el TMY, se llega a los siguientes valores:

- Temperatura mínima: $-1.19\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Máxima temperatura: $38.97\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Temperatura media: $16.34\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Los resultados del análisis del recurso solar se muestran en la Tabla 6. Un gráfico que representa estos resultados se muestra en la Figura 7.

Tabla 6. Valores mensuales del recurso solar

Mes	GHI [kWh/m ²]	DHI [kWh/m ²]	Temperatura
1	87.9	28.8	8.54 °C
2	100.1	36.0	8.37 °C
3	131.1	57.5	10.3 °C
4	170.5	58.9	13.06 °C
5	226.2	69.1	16.13 °C
6	233.5	67.5	21.82 °C
7	254.8	57.8	28.59 °C
8	223.4	54.1	25.42 °C
9	180.7	44.2	21.37 °C
10	139.3	44.2	17.67 °C
11	102.9	27.8	12.79 °C
12	83.9	27.4	11.4 °C
Año	1934.1	573.4	16.29 °C

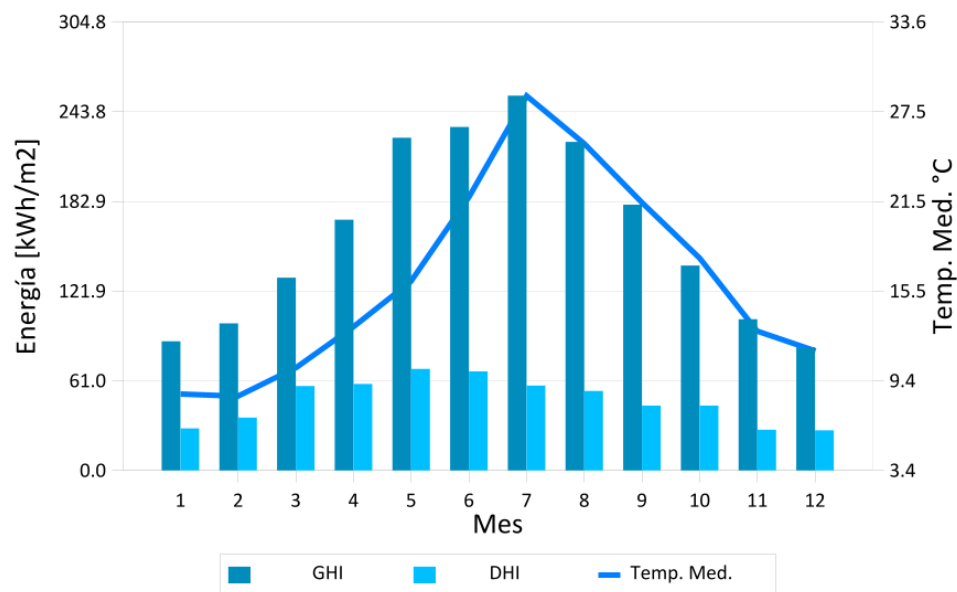


Figura 7. Gráfico recurso solar

4. EQUIPOS PRINCIPALES

Los equipos principales utilizados para convertir la energía solar en electricidad son:

- Módulos fotovoltaicos, que convierten la radiación solar en corriente continua.
- Seguidor de un eje, que sirve de soporte y orienta los módulos fotovoltaicos para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y la superficie de los módulos durante el día.
- Los cuadros de agrupación de strings, que agrupan la salida de los strings de módulos fotovoltaicos antes de llegar al inversor.
- Inversores centrales, que convierten la DC del campo solar a AC.
- Transformadores de potencia, que elevan el nivel de tensión de baja a media tensión.
- Centros de transformación, que contienen el equipo necesario para convertir la alimentación de DC a AC.

La configuración eléctrica de la planta fotovoltaica se muestra en la Figura 8.

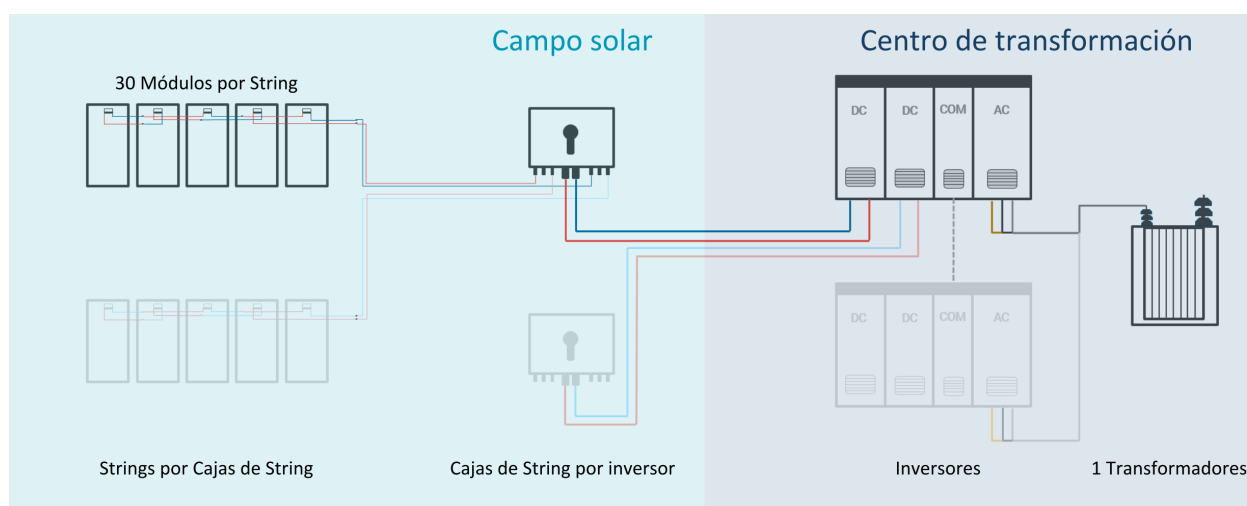


Figura 8. Diagrama simplificado de la configuración eléctrica

4.1. Módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico seleccionado es el modelo Bifacial TSM-660DEG21C.20, fabricado por Trina Solar. Tiene una potencia máxima de 660.0 W, y la tecnología de las células es Si-mono.

Las características del módulo fotovoltaico elegido se muestran en la Tabla 7.

El módulo tiene un factor de bifacialidad del 70.10 %.

Tabla 7. Características del módulo fotovoltaico

Características del módulo fotovoltaico	
Características principales	
Modelo	TSM-660DEG21C.20

Fabricante	Trina Solar
Tecnología	Si-mono
Tipo de módulo	Bifacial
Máxima tensión	1500 V
Standard test conditions (STC)	
Potencia máxima	660.0 W
Eficiencia	21.34 %
Tensión MPP	37.8 V
Corriente MPP	17.53 A
Tensión a circuito abierto	45.9 V
Corriente de cortocircuito	18.45 A
Coeficientes de temperatura	
Coeficiente de potencia	-0.349 %/°C
Coeficiente de tensión	-0.252 %/°C
Coeficiente de corriente	0.042 %/°C
Características mecánicas	
Largo	2384.0 mm
Ancho	1303.0 mm
Grosor	35.0 mm
Peso	38.7 kg

Un ejemplo de módulo Bifacial Si-mono se muestra en la Figura 9.



Figura 9. Ejemplo de un módulo fotovoltaico Bifacial Si-mono

4.2. Seguidor de un eje N-S

Los módulos solares fotovoltaicos se montarán en seguidores solares de un eje orientados Norte-Sur, integrados en estructuras metálicas que combinan piezas de acero galvanizado y

aluminio, formando una estructura fijada al suelo. En la Figura 10 se muestra un ejemplo de un seguidor de un eje.

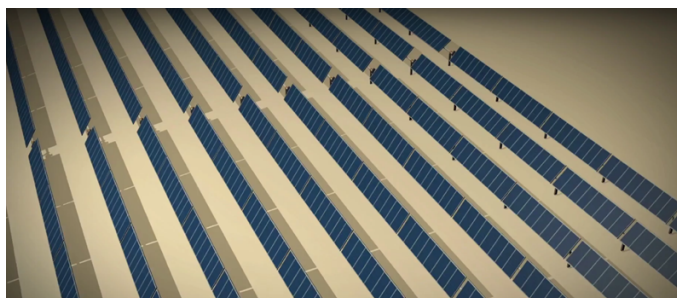


Figura 10. Ejemplo de un seguidor de un eje

Los seguidores de un eje están diseñados para minimizar el ángulo de incidencia entre los rayos solares y el plano del panel fotovoltaico. El sistema de seguimiento consiste en un dispositivo electrónico capaz de seguir el sol durante el día. Las principales características del sistema de seguimiento se resumen en la Tabla 8.

Tabla 8. Principales características del seguidor de un eje

Características del seguidor de un eje	
Modelo	A-Motion™
Fabricante	ArcelorMittal Exosun
Tecnología	Single-row
Configuración	1V
Ángulos límite de seguimiento	+60 / -60 °
Altura del punto más bajo	0.5 m
Diseñado para módulos	MONOFACIAL
Distancia adicional para el motor	0.0 mm
Distancia adicional para la viga de torsión	0.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección axial	10.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección pitch	0.0 mm

El número de seguidores a un eje instalados se resume en la Tabla 9.

Tabla 9. Número de seguidores instalados

Strings por estructura	Módulos por estructura	Longitud	Cantidad
2	60	78.77 m	830
1	30	39.38 m	286

4.3. Cajas de string

Las cajas de agrupación de strings recogen la energía generada por el campo DC, conectan las strings en paralelo al inversor y proporcionan protección eléctrica al campo fotovoltaico. Para hacer coincidir el número de entradas de los inversores, varias strings en paralelo se concentrarán para funcionar como un único circuito. Los cuadros de conexiones deben instalarse con un fusible por string para proteger cada conjunto. Se instalarán descargadores de DC de sobretensión y un interruptor de DC se ubicará en la línea de salida. Además, se puede instalar un sistema de comunicación para controlar la corriente y el voltaje de la string.

Se muestra un ejemplo de caja de agrupación en la Figura 11.



Figura 11. Ejemplo de caja de agrupación de strings (Schneider Electric)

Las cajas de string se instalarán en un lugar sombreado y serán fácilmente accesibles para facilitar los trabajos de mantenimiento. Se colocarán detrás de los módulos fotovoltaicos y, si es posible, utilizando los polos de estructura existentes, para que permanezcan a la sombra y para evitar daños causados por el agua de lluvia u otros fenómenos meteorológicos.

Las principales características de las cajas de string se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10. Características principales de las cajas de string

Cajas de string	Cantidad	Entradas	Potencia	Intensidad del fusible	Intensidad del interruptor	Protección de sobrecarga
1	112	14 strings	277.2 kW	30 A	160 A	Sí
2	12	8 strings	158.4 kW	30 A	160 A	Sí
3	9	13 strings	257.4 kW	30 A	160 A	Sí
4	6	10 strings	198.0 kW	30 A	160 A	Sí
5	5	6 strings	118.8 kW	30 A	160 A	Sí
6	3	7 strings	138.6 kW	30 A	160 A	Sí
7	3	11 strings	217.8 kW	30 A	160 A	Sí
8	1	9 strings	178.2 kW	30 A	160 A	Sí

9 1 12 strings 237.6 kW 30 A 160 A Sí

4.4. Inversor central

El inversor convierte la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT). El MPPT variará la tensión del campo DC para maximizar la producción en función de las condiciones de operación.
- Componentes de protección contra altas temperaturas de trabajo, sobre o baja tensión, sobre o subfrecuencias, corriente de funcionamiento mínima, falla de red del transformador, protección anti-isla, comportamiento contra brechas de tensión, etc. Además de las protecciones para la seguridad del personal de plantilla.
- Un sistema de monitorización, que tiene la función de transmitir datos relacionados con la operación del inversor al propietario (corriente, tensión, alimentación, etc.) y datos externos de la monitorización de las cadenas en el campo DC (si hay un sistema de monitoreo de strings).

En la Figura 12 se muestra un inversor tipo comúnmente usado para proyectos fotovoltaicos.



Figura 12. Ejemplo de un inversor central

Las principales características del inversor seleccionado se muestran en la Tabla 11.

Tabla 11. Características del inversor

Características del inversor	
Características principales	
Modelo	PVS980-58-2000kVA-K
Tipo	CENTRAL

Fabricante	ABB
Máxima eficiencia de conversión de DC a AC	98.22 %
Entrada (DC)	
Rango búsqueda MPPT	935 - 1500 V
Tensión máxima de entrada	1500 V
Salida (AC)	
Potencia nominal	2200.0 kVA
Potencia a 30 C (datasheet)	2200.0 kVA
Potencia a 50 C (datasheet)	2000.0 kVA
Tensión de salida	660 V
Frecuencia de salida	50 Hz

Tabla 12. Inversores

Inversores	Cantidad	Entradas DC	Potencia DC	Ratio DC/AC
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	2	8 Caja de String de 14 strings 1 Caja de String de 10 strings	2416 kW	1.123
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	2 Caja de String de 8 strings 1 Caja de String de 7 strings 2 Caja de String de 13 strings 7 Caja de String de 14 strings	2911 kW	1.353
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 6 strings 10 Caja de String de 14 strings	2891 kW	1.344
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	3 Caja de String de 8 strings 1 Caja de String de 13 strings 7 Caja de String de 14 strings	2673 kW	1.242
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 9 strings 9 Caja de String de 14 strings	2673 kW	1.242

PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 8 strings 9 Caja de String de 14 strings	2653 kW	1.233
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 10 strings 1 Caja de String de 7 strings 1 Caja de String de 8 strings 1 Caja de String de 13 strings 6 Caja de String de 14 strings 2 Caja de String de 6 strings	2653 kW	1.233
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 10 strings 1 Caja de String de 11 strings 8 Caja de String de 14 strings	2633 kW	1.224
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 12 strings 8 Caja de String de 14 strings	2455 kW	1.141
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	2 Caja de String de 8 strings 1 Caja de String de 13 strings 1 Caja de String de 10 strings 6 Caja de String de 14 strings	2435 kW	1.132
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	2 Caja de String de 8 strings 1 Caja de String de 11 strings 2 Caja de String de 13 strings 5 Caja de String de 14 strings	2435 kW	1.132
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 11 strings 8 Caja de String de 14 strings	2435 kW	1.132

PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	2 Caja de String de 6 strings	2435 kW	1.132
		1 Caja de String de 13 strings		
		7 Caja de String de 14 strings		
PVS980-58-2000kVA-K (2151 kWac)	1	1 Caja de String de 7 strings	2416 kW	1.123
		1 Caja de String de 8 strings		
		1 Caja de String de 13 strings		
		1 Caja de String de 10 strings		
		6 Caja de String de 14 strings		

4.5. Transformador

El transformador de potencia eleva la tensión de salida AC del inversor para lograr una transmisión de mayor eficiencia en las líneas de media tensión de la planta fotovoltaica. Un ejemplo de un transformador de potencia se muestra en la Figura 13.



Figura 13. Ejemplo de un transformador de potencia

4.6. Centro de transformación (CT)

Los centros de transformación (CT) son edificios o contenedores interiores. La tensión de la energía recolectada del campo solar se incrementa a un nivel más alto con el propósito de facilitar la evacuación de la energía generada.

Los inversores y los transformadores se alojarán en el centro de transformación.

Un ejemplo de un centro de transformación Indoors se muestra en la Figura 14.



Figura 14. Ejemplo de un centro de transformación Indoors

El centro de transformación se suministrará con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de entrada, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas. En particular, para el primer centro de transformación de cada línea de MT, la unidad de entrada directa no se instalará.

Las características comunes de los centros de transformación se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13. Características del centro de transformación

Características del centro de transformación	
Relación de transformación	0.66/20.0kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Servicio	Indoors

Las características de los distintos centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC se muestran en la Tabla 14.

Tabla 14. Centros de transformación de acuerdo a su configuración en AC

Centros de transformación	Cantidad	Núm. Inversores	Configuración de los transformadores	Impedancia de corto-circuito (Zcc)
1	3	4(8.8 MVA)	1 transformador de dos devanados de 8.8 MVA	0.080
2	1	2(4.4 MVA)	1 transformador de dos devanados de 4.4 MVA	0.080
3	1	1(2.2 MVA)	1 transformador de dos devanados de 2.2 MVA	0.080

Los distintos tipos de centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado a los mismos se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15. Centros de transformación de acuerdo al campo DC asociado

Centros de transformación	Cantidad	Núm. Inversores	Potencia AC	Potencia DC	Ratio DC/AC
1	1	4	8.606 MW	10.613 MW	1.233
2	1	4	8.606 MW	9.742 MW	1.132
3	1	4	8.606 MW	9.702 MW	1.127
4	1	2	4.303 MW	5.801 MW	1.348
5	1	1	2.151 MW	2.673 MW	1.242

5. DIMENSIONAMIENTO PLANTA FOTOVOLTAICA

5.1. Configuración eléctrica

El conjunto de generadores fotovoltaicos consta de módulos fotovoltaicos conectados en serie y asociaciones en paralelo. Esta configuración está definida por las características técnicas del módulo y el inversor, los requisitos del sistema de potencia y las condiciones meteorológicas de la ubicación específica en Spain.

La metodología utilizada para definir la configuración eléctrica consiste en dimensionar las strings de módulos, los cuadros de agrupación eléctricos (si hay), el cableado y los inversores para encontrar una configuración eléctrica que satisfaga el objetivo de ratio DC/AC. Algunos de los criterios de diseño considerados fueron:

- Alcanzar la tensión máxima en DC posible, respetando la tensión máxima nominal de los módulos fotovoltaicos, 1500 V. Esto se hace para minimizar las pérdidas de transmisión de energía de DC.
- Sobredimensionamiento del generador fotovoltaico (lado de DC) con respecto a la potencia nominal del sistema de AC, para maximizar el rendimiento energético.

El sistema de AC se dimensionó para cumplir con un requerimiento de factor de potencia a la salida de la subestación, cuyo valor es 0.990. Para cumplir con este requerimiento, se determinó que el factor de potencia en bornas de los inversores será 0.978.

Las principales características de la configuración eléctrica global y por áreas se muestran en la Tabla 16 y Tabla 17 respectivamente.

Tabla 16. Características globales de la configuración eléctrica

Características globales de la configuración eléctrica	
Potencia nominal de la planta	32.3 MWac
Potencia máxima de la planta	38.5 MWdc
Ratio DC/AC	1.19
Módulos por string	30

Tabla 17. Características de configuración eléctrica por grupo de áreas

Grupo de áreas	Potencia nominal	Potencia pico	Ratio DC/AC
Área4	4302.8 kWac	5801.4 kWdc	1.35
Área2, Área3	10.8 MWac	13.3 MWdc	1.24
Área1	17.2 MWac	19.4 MWdc	1.13

La red de media tensión que conecta los centros de transformación a la subestación opera a 20.0 kV. Está compuesta por 5 líneas de media tensión.

5.2. Diseño del cableado eléctrico

El objetivo al calcular las características del cableado eléctrico es minimizar las longitudes y secciones del cable. Las secciones se seleccionan de acuerdo con las normas IEC 60502-2 e IEC 60364-5-52.

Para calcular la sección del cable, se consideraron la caída de tensión, la capacidad de carga de corriente y la corriente de cortocircuito. La caída de tensión máxima permitida fue 1.5% para el lado de DC, y 0.5% para los cables de AC de la red de MT.

Un cable de tierra de 35 mm² será instalado para las zanjas de baja tensión y media tensión, mientras que uno de 50 mm² será instalado en el caso de los centros de transformación.

Un resumen de las secciones de cable seleccionadas y su método de instalación se muestra en la Tabla 18.

Tabla 18. Resumen de las secciones de cable seleccionadas

Sección	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
De Strings a Caja de string			
6 mm ²	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
10 mm ²	Cu	XLPE	Sujeto a estructuras
De Caja de String a Inversor			
400 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
630 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
De CT a los Switchgears de MT			
150 mm ²	Al	XLPE	Enterrada en zanjas

5.3. Obras civiles

Algunos de los parámetros considerados para las obras civiles requeridas para construir la planta fotovoltaica se muestran en la Tabla 19 y Tabla 20.

Tabla 19. Obras civiles

Obras civiles	
Distancia entre filas (Pitch)	9.6 m
Distancia entre filas consecutivas	0.5 m
Ancho de camino	4.0 m

Sección máxima de zanjas BT	0.8 m ²
Sección máxima de zanjas MT	1.6 m ²

Tabla 20. Carreteras por área

Nombre del área	Posición Vial	Ancho	Longitud
Área 1	Vertical	4.0 m	763.81 m
Área 2	[-]	0.0 m	0.0 m
Área 3	Vertical	4.0 m	394.71 m
Área 4	Vertical	4.0 m	605.96 m
Total			1764.48 m

Para el diseño de la planta fotovoltaica bajo estudio, viales de 4.0 m han sido utilizados. Estos viales suponen una distancia total de 1764.48 m.

Las zanjas de las carreteras utilizadas para el drenaje y para canalizar el agua se colocan a un lado de las carreteras.

Un perímetro total de 7080.62 m de vallado rodea las diferentes áreas de la planta fotovoltaica. El vallado tiene 2.0 m de altura y 3.0 m entre postes. Cada 50.0 m de vallado, un poste de luz de 4.0 m de altura y un sistema de protección de microondas serán instalados. Cada 100.0 m de vallado, un poste para videocámaras de 6.0 m de altura será instalado.

Los cables de baja tensión entre las cajas de string y los centros de transformación han sido enterrados directamente en zanjas. Las zanjas pueden incluir varias filas de cables. Las zanjas de baja y media tensión están separadas.

La profundidad mínima de los cables de baja tensión es 600.0 mm. Estos cables están pegados horizontalmente, pero tienen una separación de 50.0 mm en vertical.

En la Figura 15, se muestra la sección transversal simplificada de una zanja BT.

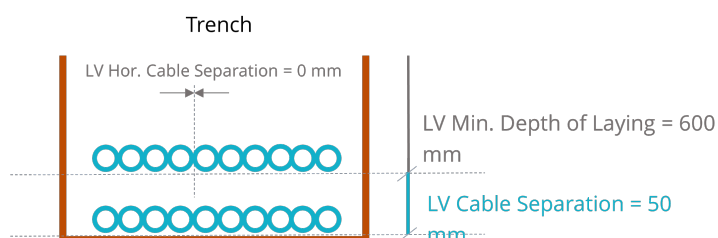


Figura 15. Sección transversal simplificada de una zanja BT

La profundidad mínima de los cables de media tensión es 700.0 mm. Estos cables están separados por 200.0 mm en la dirección horizontal y 200.0 mm en la dirección vertical.

En la Figura 16, se muestra la sección transversal simplificada de una zanja MT.

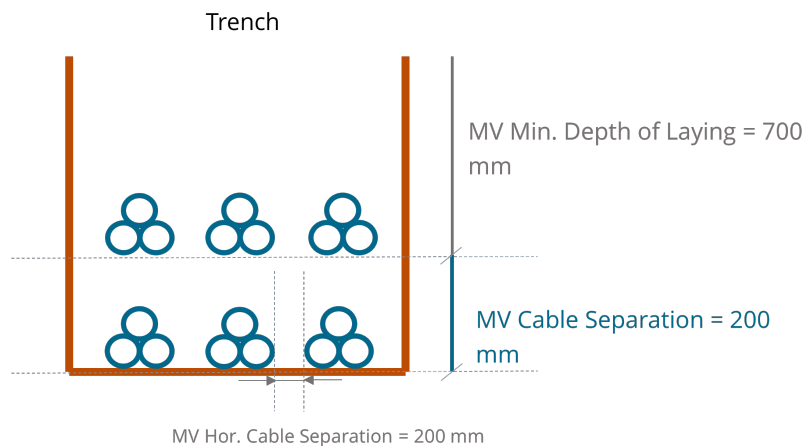


Figura 16. Sección transversal simplificada de una zanja MT.

El espacio horizontal entre las filas de cables y los bordes de la zanja es 50.0 mm.

En la Tabla 21 se muestra la sección de las zanjas usadas en el diseño junto a la longitud total de zanja y el volumen para cada tipo.

Tabla 21. Secciones transversales de las zanjas

Tipo de zanja	Sección transversal	Longitud	Volumen
Zanja de baja tensión	400.0 x 1000.0 mm	13801.65 m	5520.66 m3
Zanja de baja tensión	800.0 x 1000.0 mm	501.2 m	400.96 m3
Zanja de media tensión	800.0 x 1000.0 mm	2740.0 m	2192.0 m3
Zanja de media tensión	800.0 x 1500.0 mm	791.16 m	949.39 m3
Zanja de media tensión	800.0 x 2000.0 mm	37.72 m	60.35 m3

5.4. Battery Energy Storage System

Aparte de la planta FV, se ha definido un sistema de baterías con acople en alterna, para el cual se ha reservado un área en la planta. Este sistema de baterías incluye un conjunto de 248 contenedores de baterías y 124 centros de transformación con una potencia nominal total de 272.8 MW y una energía instalada de 496.0 MWh, resultando en una capacidad de almacenamiento de 1.8 horas de descarga.