

PROYECTO: Planta Solar Fotovoltaica

Alejandro Rocamora Latorre / 74534454X

Daniel Esteban Robles / 48793967L

Antonio Muñoz Sanchis / 23908406K



Marzo 2025

PROYECTO TÉCNICO DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

Descripción	Proyecto Técnico de una Planta Solar Fotovoltaica en Sudáfrica.		
Situación	Localidad: Kroonstad		
	Código postal: 9499	Provincia: Estado Libre	
	Coordenadas Geográficas (grados, minutos, segundos):	27° 33' 23.630" S	27° 20' 5.608" E
Promotor	Nombre o Razón Social: Universidad de Alicante		
	Dirección:	Tipo vía: Carretera	
		Nombre vía: San Vicente del Raspeig, s/n, 03690 San Vicente del Raspeig, Alicante	
	Población: Alicante		
	Código postal: 03690	Provincia: Alicante	
	Teléfono: 965903400	Fax: 965903400	
Autor del Proyecto Técnico	Apellidos y Nombre: Esteban Robles, Daniel. Muñoz Sanchis, Antonio. Rocamora Latorre, Alejandro		
	Titulación: Grado en Ingeniería en Imagen y Sonido en Telecomunicación.		
	Dirección:	Tipo vía: Calle	
		Nombre vía: Carr. Padre Poveda, 16	
	Localidad: Alcoy		
	Municipio: C.Valenciana	Código postal: 03804	
	Provincia: Alicante	Teléfono: 63683061	
	Fax: 636830621	Correo electrónico: amr252@gcloud.ua.es	
Verificado por:	Universidad de Alicante		
Fecha de presentación	En Alicante, a 14 de marzo de 2025		

ÍNDICE

MEMORIA DESCRIPTIVA	6
1. ANTECEDENTES DE LA INSTALACIÓN.	7
1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE INSTALACIÓN.	7
2.OBJETO.....	8
3.TITULAR Y PROMOTOR.....	8
4.NORMATIVA DE APLICACIÓN.	8
4.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	8
4.2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.....	9
4.3. OBRA CIVIL.....	9
4.4. SEGURIDAD Y SALUD.....	10
5. EMPLAZAMIENTO.....	10
6 CONDICIONES AMBIENTALES Y METEROROLÓGICAS.....	11
6.1 RADIACIÓN SOLAR.....	11
6.2 TEMPERATURA.	13
6.3 IRRADIANCIA.	14
6.4 HUMEDAD RELATIVA.	14
6.5 NIEBLA Y NUBOSIDAD.	15
6.6 VIENTO.....	15
7. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	15
7.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	15
7.2 INVERSORES FOTOVOLTAICOS.	17
7.3 ESTRUCTURA SOPORTE PARA PANELES SOLARES.....	19
8.DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	19
8.1 CABLEADO.....	19
8.1.1. DEL MÓDULO DE PLACAS AL STRING BOX.	20
8.1.2. DEL STRING BOX AL INVERSOR.....	20
8.1.3. DEL INVERSOR A LA SUBESTACIÓN.....	20
8.2 VALLADO PERIMETRAL	21
9. REGLAMENTO BAJA TENSIÓN	21
10.PROTECCIONES.	22
MEMORIA DE CÁLCULOS	24
1.CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.....	25
2.ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD DE LA PLANTA.....	34
PLANOS	36
1.PLANOS GENERALES.....	37
1.2 EMPLAZAMIENTO	37
2.PLANOS DE ARQUITECTURA	41

2.1. DISTRIBUCIÓN GENERAL	41
2.2 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO, INVERSORES Y CAJAS DE CONEXIONES	43
2.3 DISTRIBUCIÓN SECCIÓN	45
3.ESQUEMA GENERAL	47
PLIEGO DE CONDICIONES.....	49
1.DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO	50
1.1. OBJETO	50
1.2.DOCUMENTACIÓN QUE DEFINEN LAS OBRAS	50
2.PLIEGO	50
2.1.INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO	50
2.2.ACEPTACIÓN DE LOS MATERIALES.....	51
2.3.MALA EJECUCIÓN	51
2.4.MODIFICACIONES DE LAS UNIDADES DE OBRA.....	51
3.PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PARTIDAS DE OBRA ESPECÍFICAS	51
3.CALIDAD DE LOS MATERIALES	51
3.1.PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES	51
3.2.MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PRESUPUESTO	52
3.3.CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN	52
4.EJECUCIÓN DE LAS OBRAS: ENUMERACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES/PRESTACIONES MÍNIMAS PARA CADA ELEMENTO MATERIAL O MAQUINARIA	52
4.1MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	52
4.2.ESTRUCTURA.....	54
4.3.INVERSOR.....	55
5.NORMAS VIGENTES Y ESPECIFICACIONES APLICABLES	59
6.PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES.....	63
6.1CONDICIONES TÉCNICAS	63
6.2.MARCHA DE LOS TRABAJOS.....	64
6.3.PERSONAL.....	64
6.4.PRECAUCIONES A ADOPTAR.....	64
6.5.RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA	64
6.6.DESPERFECTOS EN PROPIEDADES COLINDANTES.....	64
7.REQUISITOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS A LOS QUE ESTÁ SOMETIDO EL PROYECTO	65
7.1.CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.	65
7.2.LIBRO DE ÓRDENES.	65
7.3.EJECUCIÓN DEL TRABAJO	65
8.CONDICIONES LEGALES.....	65
8.1.REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES.....	65
8.2.NORMATIVA TÉCNICA:	66
8.3.NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL:	67
8.4.NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:	67
8.5.NORMATIVA URBANÍSTICA:	68

8.6.NORMATIVA GESTIÓN DE RESIDUOS:	68
9.RECEPCIÓN DE OBRAS.....	69
9.1,RECEPCIÓN PROVISIONAL	69
9.3.PLAZO DE GARANTÍA.....	69
9.4.PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN	70
10.CARGOS AL CONTRATISTA	70
10.1.PLANOS DE LAS INSTALACIONES.....	70
10.2.AUTORIZACIONES Y LICENCIAS.....	70
10.3.CONSERVACIÓN DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA.....	70
10.4NORMAS DE APLICACIÓN	70
10.5.RESCISIÓN DE CONTRATO	70
PRESUPUESTO.....	72

MEMORIA DESCRIPTIVA

1. ANTECEDENTES DE LA INSTALACIÓN.

La importancia de la preservación del medio ambiente es cada vez más presente en muchas sociedades y, por consiguiente, en empresas. Son muchas de estas las que se hacen conocer como empresas concienciadas con el medio ambiente. Es aquí donde entran las instalaciones de placas fotovoltaicas.

Estas brillan por aprovechar una energía renovable como es la radiación solar con un muy buen potencial para poder generar electricidad sin depender de otros medios muchos más dañinos para el medio. Y es que, la disminución de gases de efecto invernadero es algo de suma importancia, brindándonos de una mejor calidad de aire y una desaceleración del cambio climático.

La energía solar fotovoltaica es una tecnología con mucho margen de mejora, pero que ya nos permite plantear proyectos con costos muy accesibles para empresas y particulares. Contamos con países como China que superan los 300GW de capacidad instalada en energía solar fotovoltaica, superando a EE.UU., India, Japón y Alemania. Por lo que vemos que hay un foco claro en seguir desarrollando estas instalaciones de energía renovable.

En España contamos con unos 25GW en 2025, lo que refleja el aumento significativo en estas prácticas, ayudando a evitar la emisión de 104 toneladas de CO₂ en un año y medio.

En resumen, la instalación de placas solares no es solo una contribución a la reducción de la huella de carbono, sino que también conllevan una mayor independencia energética, consiguiendo una reducción de costos a largo plazo y el compromiso con un futuro más sostenible.

1.1. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DE INSTALACIÓN.

Las plantas de energía renovable son el foco del futuro de nuestra sociedad. La necesidad de reducir la dependencia de combustibles fósiles es una realidad. Por lo que el uso de estas energías provenientes de fuentes naturales, las cuales inagotables, nos permiten suplirnos de energía de forma ilimitada y comprometida con el medio.

En paralelo a esto, existen factores geopolíticos que condicionan mucho el precio de estos combustibles fósiles importados. Por ello, los países buscan esta independencia energética mediante el desarrollo de proyectos en fuentes de energías renovables.

Esta instalación en Kroonstad generara empleo en fases de construcción y operación, además de ingresos adicionales mediante impuestos y tasas locales, creando un beneficio local.

Con esto, también se generará una atracción a nuevos inversores que apuesten por estas energías renovables. Cabe decir que el uso de la energía procedente de la planta ayudara a estabilizar costos económicos, disminuyendo la dependencia de energías importadas procedentes del mercado de combustibles fósiles, con la estabilidad de precio que conlleva.

2.OBJETO.

El presente Proyecto tiene por objeto instaurar las características y condiciones técnicas que debe de poseer la instalación fotovoltaica de conexión a red. Su propósito es conseguir los permisos necesarios por parte de las entidades reguladoras para su construcción y operación.

En la instalación de la planta fotovoltaica se buscará obtener una gran optimización energética, por lo que se utilizarán infraestructuras y materiales de alta calidad. Con esto, se buscará garantizar en todo momento la seguridad de tanto as personas como de la propia red.

La instalación completa está compuesta por un campo fotovoltaico que produce electricidad en corriente continua a partir de la radiación solar, inversores que transforman dicha electricidad en corriente alterna de baja tensión y una red de centros de transformación que se encargan de convertir la baja tensión en alta.

3.TITULAR Y PROMOTOR.

Promotor	Universidad de Alicante
Domicilio social	Carretera A-77A (CR San Vicente del Respeig),S/N
Código postal	03690
Municipio	San Vicente del Respeig
Provincia	Alicante

4.NORMATIVA DE APLICACIÓN.

4.1. INSTALACIÓN 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. 2019/1997, de 26 de diciembre: Por el que se organiza y regula el mercado de producción 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.

4.2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA.

- R.D. 2313/1985, de 8 de noviembre: Establece la sujeción a especificaciones técnicas de las células y módulos fotovoltaicos (BOE 13-12-85).
- R.D. 2224/1998, de 16 de octubre: Establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de instalador de sistemas fotovoltaicos y eólicos de pequeña potencia.
- Instrucción de 21 de enero de 2004, 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

4.3. OBRA CIVIL.

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

4.4. SEGURIDAD Y SALUD.

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre: Establece disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999: Delega facultades en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementando el artículo 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio: Establece disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo: Establece disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril: Establece disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril: Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

5. EMPLAZAMIENTO.

La planta fotovoltaica se encuentra en las coordenadas 27° 33' 23.630" S 27° 20' 5.608" E. Se trata de una parcela ubicada cerca de la localidad de Kroonstad, en la provincia Estado Libre, en Sudáfrica.

Contamos con una superficie total de 6.8 hectáreas, a la que se accede a través de la carretera R82 proveniente de Kroonstad. La parcela donde se instalará la planta se encuentra a 1432 metros sobre el nivel del mar. La subestación eléctrica más cercana se encuentra a unos 18 kilómetros.

En los planos 1.1 "Situación" y 1.2 "Emplazamiento", se puede observar con mayor detalle la ubicación de la parcela donde se construirá la planta fotovoltaica.

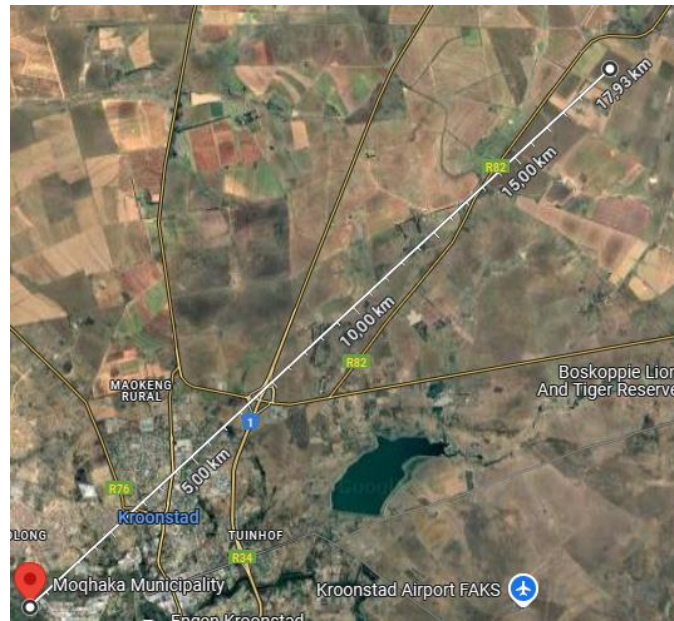


Figura 1: Distancia de la planta hasta la estación eléctrica más cercana.

6 CONDICIONES AMBIENTALES Y METEROROLÓGICAS.

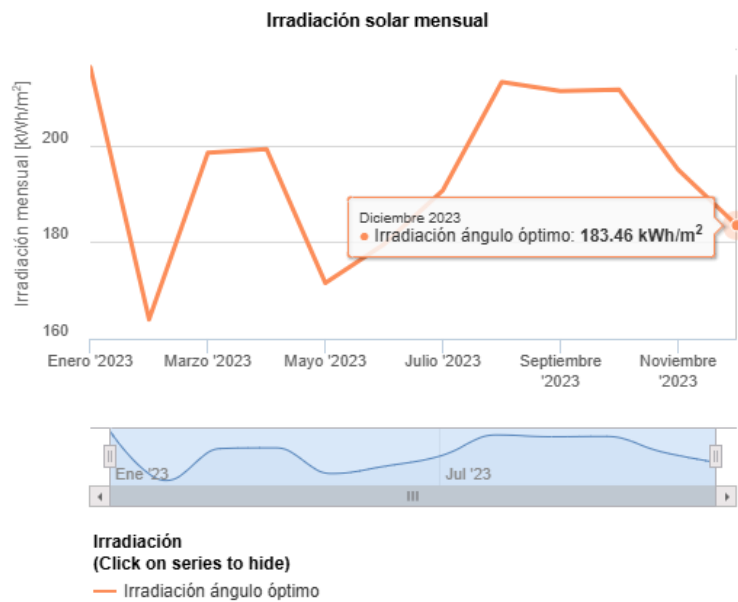
En Kroonstad nos encontramos con las siguientes características ambientales

6.1 RADIACIÓN SOLAR.

La radiación solar es uno de los factores más significativos en la producción de energía solar. La instalación se encuentra en Sudáfrica, en el continente con mayor radiación solar del mundo, por lo que es buena premisa elegir la ubicación de la planta. Es importante tener en cuenta los diferentes tipos de radiación solar a la hora de realizar un buen diseño optimizado. Estos tres tipos son:

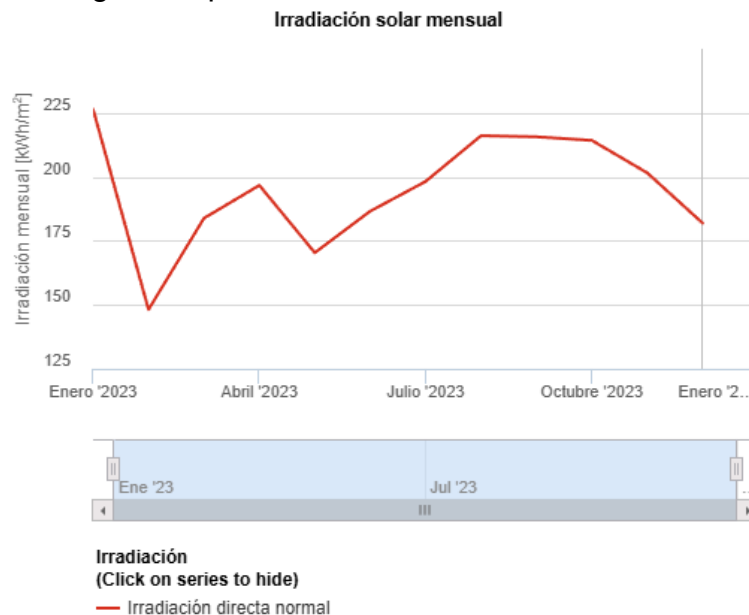
- Radiación Solar Global: La radiación solar global determina la cantidad de energía solar disponible para convertirla en electricidad. Niveles altos de radiación solar directa y difusa aumentan dicha producción.

En nuestro caso estos son los valores de radiación solar global:

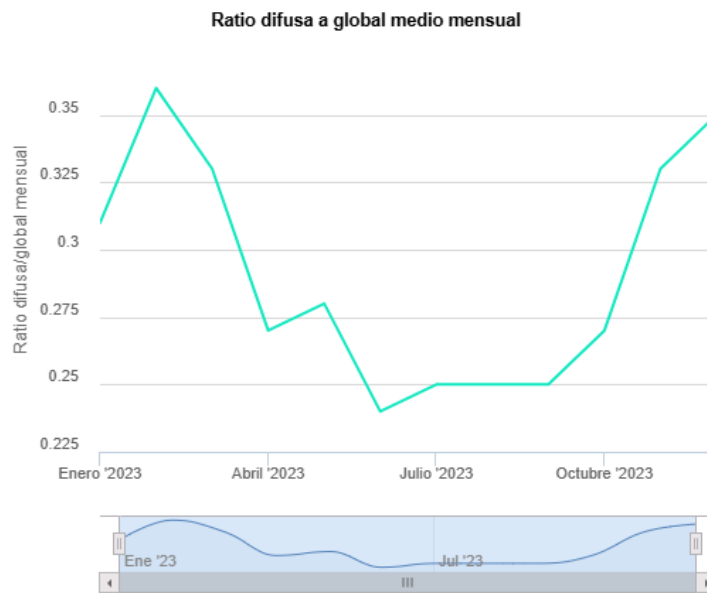


- **Radiación Solar Directa:** La radiación directa influye en el diseño d los paneles y en la decisión de si es conveniente o no la utilización de sistemas de seguimiento solar.

En la figura se pueden observar los valores de radiación solar directa:



- **Radiación Solar Difusa:** Este tipo de radiación solar es importante para los días donde es abundante la nubosidad, ya que bajo estas condiciones se puede seguir contribuyendo a la generación de energía.
 En la siguiente figura se pueden observar los datos en nuestra parcela

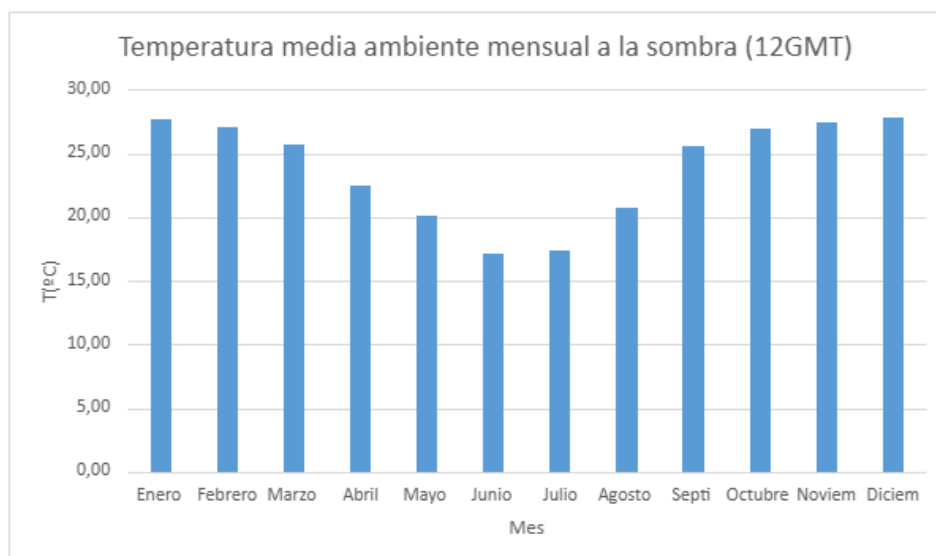


6.2 TEMPERATURA.

La temperatura en nuestra localización va variando a lo largo del año y tiene un impacto considerable en la eficiencia de los paneles solares.

Las células fotovoltaicas con la exposición a temperaturas altas tienden a disminuir su eficiencia, por lo que obtener la temperatura media y las máximas es esencial para poder implementar el diseño de la planta correctamente.

En la siguiente figura se muestra la temperatura media ambiente mensual a la sombra. Dato importantísimo para poder obtener la temperatura de las células solares en nuestra planta:



C

Analizando el grafico se puede observar cómo se tiene mayor temperatura en los meses de Enero y de Diciembre con temperaturas de hasta 28 °C. Por otro lado, en los meses de Junio y Julio se tiene la menor temperatura, con valores de 17°C.

6.3 IRRADIANCIA.

La irradiancia máxima por mes viene siendo la siguiente. Contamos con un pico anual en septiembre, y un mínimo en abril. Con estos datos, obtenemos una media anual de 956.67 W/m². En consecuencia, vemos como la temperatura ambiente mensual es menor en los meses de Junio y Julio.

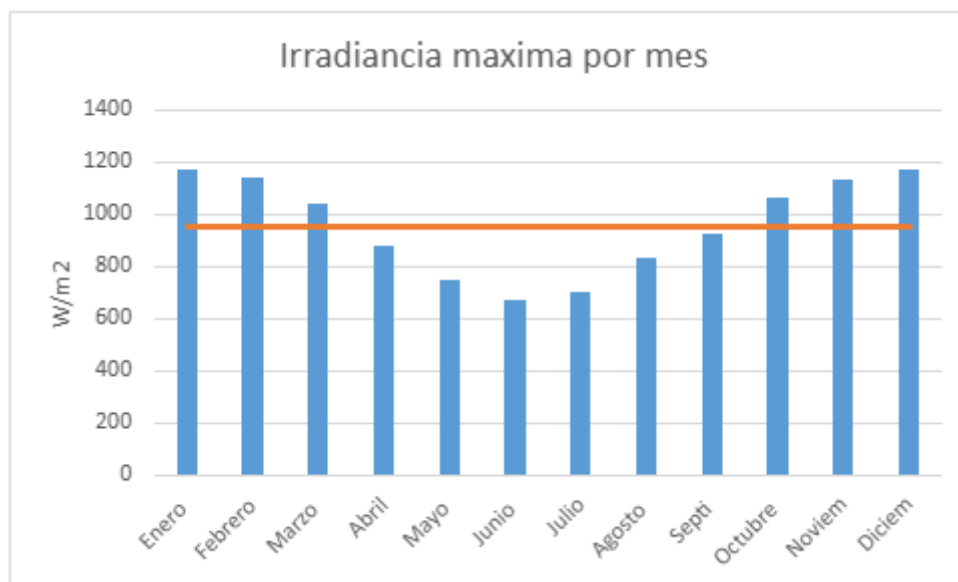


Figura 3: Irradiancia máxima por mes.

6.4 HUMEDAD RELATIVA.

Niveles altos de humedad pueden conllevar un mayor mantenimiento de componentes eléctricos y reducir la eficiencia de los paneles solares. Por esto es necesario contar con sistemas de protección adecuados.

El nivel de humedad en la localización es muy cómodo, con apenas un 1% de humedad opresiva al año.

6.5 NIEBLA Y NUBOSIDAD.

Siendo este un aspecto a considerar, ya que reduce la radiación solar directa, la planta está diseñada para proporcionar una correcta captación de la radiación difusa en estos días.

La parte más despejada del año en Kroonstad comienza a finales de marzo, y dura hasta finales de septiembre, siendo julio el mes más despejado.

Por otro lado, el mes más nublado es noviembre, con un promedio del 33% del tiempo nublado.

6.6 VIENTO.

El viento es un factor beneficioso ya que ayuda a enfriar los paneles, consiguiendo una mayor eficiencia. Aunque, por otro lado, el viento puede generar mucho polvo y suciedad.

En cuanto al viento, encontramos la temporada más ventosa entre agosto y diciembre, con un promedio de 13 km/h. El resto del año contamos con un promedio de 11 km/h.

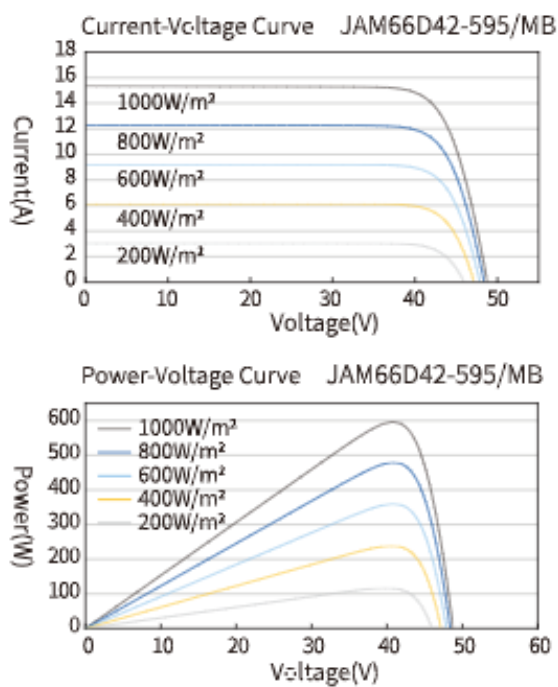
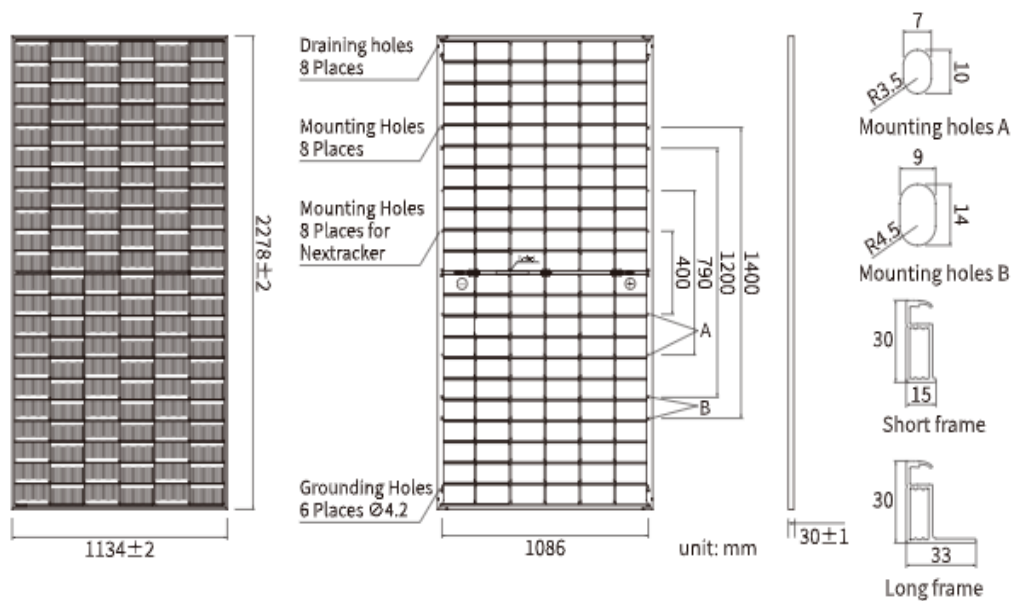
7. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.

7.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.

El módulo fotovoltaico elegido ha sido JAM66D42 MB. Fabricado por la empresa JA Solar. Entre sus principales características se destacan las siguientes.

Características

- **Célula monocristalina.**
- **Peso:** 31,8 Kg.
- **Dimensiones:** 2278±2mm x 1134±2mm x 30±1mm.
- **Número de células:**132.
- **Conector:** QC 4.10-351/ MC
- **Potencia máxima:** 605 W.-EVO2A.
- **Voltaje máximo:** 41,44 V.
- **Amperaje máximo:** 16,6 A.
- **Eficiencia del módulo:** 23,4%.
- **Coeficiente de temperatura de potencia:** -0,29 %/°C.



Condiciones de operación:

Maximum System Voltage	1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	30A
Maximum Static Load, Front*	5400Pa(112 lb/ft²)
Maximum Static Load, Back*	2400Pa(50 lb/ft²)
NOCT	45±2°C
Bifaciality	80%±5%
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 29/Class C

7.2 INVERSORES FOTOVOLTAICOS.

El inversor escogido es el modelo Prometeus PV Inverters. Fabricado por la empresa Gamesa Electric. De este modelo usaremos dos unidades para poder conectar todos los módulos de placas solares. Este modelo cuenta con las siguientes características:

Eficiencia y Rendimiento:

- **Eficiencia máxima:** 99.45%
- **Eficiencia europea (Euro Efficiency):** 99.24%
- **Eficiencia CEC:** 99.02%
- **THDi < 1%**, lo que reduce pérdidas y mejora la vida útil de los transformadores.
- **DC/AC ratio hasta 200%** para mayor flexibilidad en diseño de plantas solares.
- **Sistema de enfriamiento híbrido (CoolBrid):** combina refrigeración líquida y aire forzado, manteniendo componentes críticos a temperaturas bajas.

Capacidad y especificaciones eléctricas:

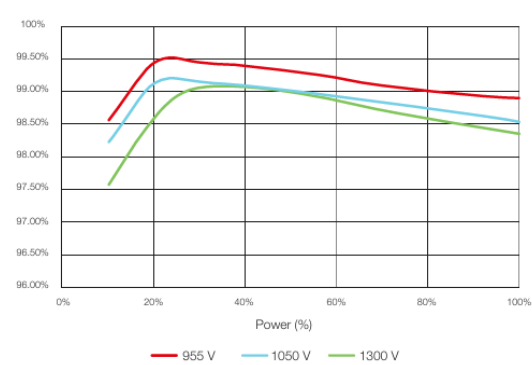
- **Potencia nominal hasta 4,700 kVA.**
- **Tensión nominal de salida:** 600V – 690V.
- **Corriente máxima de salida:** 3,940 Arms a 40°C.
- **Rango de voltaje DC:** 835V - 1500V, dependiendo del modelo.
- **Tres fases, factor de potencia ajustable de 0 (lagging) a 1 a 0 (leading).**
- **Frecuencia de operación:** 50/60 Hz (+6% / -7%).
- **Protección contra sobretensiones Tipo 1 + 2 (SPD).**

Diseño y construcción

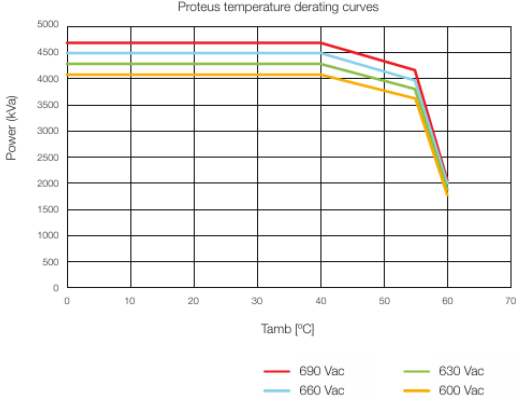
- **Protección IP55 / NEMA3R.**
- **Temperatura de operación:** -20°C a +60°C (con opción hasta -30°C).
- **Peso:** 4,535 kg.
- **Dimensiones:** 4,325 x 2,250 x 1,022 mm.
- **30 años de vida útil**



Efficiency



Configurations
Up to 4700 kVA



7.3 ESTRUCTURA SOPORTE PARA PANELES SOLARES.

El soporte escogido es el modelo 35V. Fabricado por la empresa Sunfer. Vamos a utilizar este modelo con la configuración de dos filas de 10 módulos solares cada una. Este modelo cuenta con las siguientes características:

Características

- **Anclaje hincado.**
- **Disposición de módulos:** Vertical.
- **Inclinaciones disponibles:** 5°-10°-15°-20°-25°-35°.
- **Viento:** Hasta 150 Km/h.
- **Materiales:** Perfilaría de aluminio EN AW 6005A T6 Tornillería de acero inoxidable A2-70 Hincas de acero S275 galvanizado en caliente por inmersión.
- **Dimensiones con 20 módulos:** 11,934 m x 4,678 m.

8.DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

8.1 CABLEADO.

El cableado que se va a utilizar en la instalación es de tres tipos, cada uno con sus necesidades.

El primero de ellos, será un cable de cobre que saldrá de las placas e ira a las *string box*, transportando la corriente en continua. De aquí hasta el inversor usaremos un cable de aluminio, al igual que del inversor hasta la subestación.

Esta forma de diseño se ha hecho pensando en las distancias que manejamos, y es que la subestación eléctrica está a unos 18 kilómetros, necesitaremos hacer uso del aluminio por sus bajos costes y peso.

Al contrario, los de cobre nos permitirán una mayor flexibilidad y durabilidad para ser usados en la instalación. Esto limita los problemas que puedan surgir de mantenimiento, ya que estos cables son menos propensos a la corrosión y fatiga por flexión, a diferencia del aluminio.

Según los parámetros que vayan a actuar en el cable, haremos uso de la siguiente fórmula para calcular su sección mínima necesaria, según sea corriente continua o alterna en trifásica:

$$S_{cc} = \frac{2 \cdot \rho(\Omega \cdot m) \cdot L(m) \cdot I(A)}{\Delta V(V)} \quad S_{ca} = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho(\Omega \cdot m) \cdot L(m) \cdot I(A) \cdot \cos(\phi)}{\Delta V(V)}$$

8.1.1. DEL MÓDULO DE PLACAS AL STRING BOX.

Las características que tendrá que soportar el cable son las siguientes:

- Resistividad del cable de cobre: $1.56 \cdot 10^{-8}$ ohmios * metro
- Longitud de cable máxima: 12 metros
- Corriente máxima: 14.6 amperios
- Caída de tensión permitida en voltios: 1.5% de 1500 voltios = 22.5 voltios

Con lo que obtenemos una sección mínima de 0.25 mm^2 . Por lo tanto, el cable elegido será un cable de cobre de 4 mm^2 .

8.1.2. DEL STRING BOX AL INVERSOR.

Los valores que tendrá que soportar el cable son las siguientes:

- Resistividad del cable de aluminio: $2.82 \cdot 10^{-8}$ ohmios * metro
- Longitud de cable máxima: 359 metros
- Corriente máxima: 219 amperios
- Caída de tensión permitida en voltios: 1.5% de 1500 voltios = 22.5 voltios

Obtendremos una sección mínima de 197 mm^2 . Por lo tanto, el cable elegido será un cable de aluminio de 240 mm^2 .

8.1.3. DEL INVERSOR A LA SUBESTACIÓN.

Los parámetros que tendrá que soportar el cable son las siguientes:

- Resistividad del cable de aluminio: $2.82 \cdot 10^{-8}$ ohmios * metro
- Longitud de cable máxima: 18,000 metros
- Corriente máxima: 3,940 amperios
- Caída de tensión permitida en voltios: 15% de 4095 voltios = 614.25 voltios
- Factor de potencia del inversor: 0.99

Lo que nos da una sección mínima de $3,178 \text{ mm}^2$.

8.2 VALLADO PERIMETRAL

Para asegurar la seguridad de la planta se usará un vallado de 2 m de altura. Se utilizarán postes cada 2,5 m para mejorar la estabilidad. Con estos requerimientos necesitaremos un total de 1040 m de alambrado y un total de 416 postes. Se puede añadir alambre de espino en la parte superior para una mayor seguridad.

9. REGLAMENTO BAJA TENSIÓN

Este proyecto cumple con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT) y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT), garantizando la seguridad, eficiencia y operatividad de la planta solar fotovoltaica.

Contamos con la siguiente normativa y estándares:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT): Aplicable a instalaciones eléctricas de tensión nominal inferior a 1.000 V en corriente alterna, abarcando aspectos como protección contra contactos directos e indirectos, selección de materiales y condiciones de instalación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT): En especial, la ITC-BT-40, que regula la instalación de sistemas de puesta a tierra.
- Normas UNE: Definen criterios técnicos específicos para componentes eléctricos y sistemas de seguridad.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas: Asegura la inspección y conformidad de la instalación con la normativa vigente.
- Código Técnico de la Edificación (CTE): Incluye exigencias relacionadas con seguridad en caso de incendio (DB-SI) y seguridad de utilización y accesibilidad (DB-SUA).
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales: Establece medidas para garantizar la seguridad de los trabajadores durante la instalación y operación del sistema.
- Normativa de la compañía suministradora: Se cumplirán los requisitos específicos exigidos para la conexión y operación de la planta fotovoltaica en la red eléctrica.

Por otro lado, es necesaria la correcta instalación del sistema de puesta a tierra, garantizando la seguridad y eficiencia del sistema fotovoltaico. Contamos con tres sistemas de puesta a tierra independientes.

Puesta a Tierra de Protección (Centro de Transformación)

- Conexión de elementos metálicos susceptibles de quedar en tensión por fallos (carcasas de transformadores, cuadros eléctricos, envolventes de celdas).
- Conductores: Cobre de 25 mm² en conexiones internas y cobre desnudo de 50 mm² para la conexión al electrodo.
- Electrodo perimetral: Cobre desnudo de 50 mm², enterrado a 0,5 m de profundidad y separado 1 m de las paredes del centro de transformación.

Puesta a Tierra de Servicio

- Conexión del neutro de baja tensión a una toma de tierra independiente para evitar tensiones peligrosas.
- Conductores: Aluminio aislado de 50 mm² en conexiones internas y cobre desnudo de 50 mm² para el electrodo.
- Separación mínima de 20 m respecto a la puesta a tierra de protección.

Puesta a Tierra de la Instalación Fotovoltaica

- Independiente de las anteriores, con separación mínima de 20 m.
- Conductores: Cobre desnudo de 35 mm² en zanjas de baja tensión.
- Electrodo: Picas de cobre de 1,5 m de longitud y 14 mm de diámetro.
- Resistencia máxima: $\leq 10 \Omega$.
- Todas las estructuras metálicas de los seguidores solares estarán conectadas al sistema de puesta a tierra.

El cumplimiento del RBT y la correcta ejecución del sistema de puesta a tierra garantizan la seguridad y eficiencia de la instalación. La separación adecuada de los distintos sistemas minimiza riesgos eléctricos y mejora la fiabilidad operativa de la planta solar.

10.PROTECCIONES.

Para garantizar la seguridad y el correcto funcionamiento de la planta solar fotovoltaica, se implementarán diversas medidas de protección en la instalación.

En primer lugar, se instalarán interruptores generales con una capacidad de corte superior a la intensidad de cortocircuito establecida por la empresa distribuidora en el punto de conexión.

Estos interruptores estarán ubicados en lugares accesibles para permitir una desconexión manual rápida en caso de emergencia.

Los interruptores automáticos de interconexión permitirán la conexión y desconexión con la instalación interior. Se dimensionarán para soportar la carga combinada de los inversores y estarán diseñados para permitir la desconexión individual o por grupos, lo que facilitará el mantenimiento y mejorará la seguridad operativa.

Para la protección contra sobre corrientes y derivaciones en la parte de corriente alterna, se instalarán interruptores diferenciales en cada *string* para prevenir sobreintensidades y en cada inversor para evitar derivaciones. Estos dispositivos cumplirán con la norma UNE 20283.

Las sobretensiones transitorias y permanentes causadas por fenómenos atmosféricos o anomalías en la red serán controladas mediante limitadores de sobretensiones. Estos dispositivos se instalarán tanto en la entrada de corriente continua de cada *string* como en la salida de corriente alterna de cada inversor, garantizando la protección de los paneles solares, los inversores y el resto de los equipos conectados a la instalación.

Para garantizar la seguridad eléctrica y evitar la transferencia de defectos entre la red pública y la instalación fotovoltaica, se implementará un sistema de separación galvánica mediante transformadores de aislamiento. Se instalará un transformador por cada inversor, asegurando así una separación efectiva entre ambos sistemas.

Los inversores estarán equipados con un sistema de protección de máxima y mínima tensión y frecuencia, programado para desconectarse automáticamente en caso de que los valores de tensión o frecuencia se encuentren fuera de los rangos seguros establecidos por la normativa.

Finalmente, para la protección contra incendios, se instalará un extintor móvil en el centro de transformación, cumpliendo con la normativa MIE-RAT-14, que regula las medidas de seguridad contra incendios en instalaciones eléctricas.

MEMORIA DE CÁLCULOS

1.CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA.

El diseño y la implementación de una planta fotovoltaica implica un estudio detallado de diversos aspectos fundamentales para asegurar su eficiencia y viabilidad económica. Dentro de estos aspectos, el cálculo de la energía producida por la planta y entregada a la red eléctrica es fundamental. Este análisis se divide en varios pasos, descritos a continuación.

En primer lugar, es necesaria la obtención de la potencia en continua a la salida de la placa. Para ello, se seguirán los siguientes pasos:

Paso 1: Cálculo de la Temperatura de las células solares en °C.

La temperatura de las células solares viene determinada por la siguiente expresión:

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20)E/800 \quad (1)$$

Donde:

T_{amb} = Temperatura ambiente media mensual a la sombra, a las 12GMT.

TONC=Temperatura de operación nominal del módulo.

E=Media anual de la irradiancia máxima diaria en plano inclinado a las 12 GMT (día soleado).

El TONC lo podemos obtener mediante la hoja proporcionada por el fabricante del panel solar utilizado en la planta. Este valor es igual a 45.

Por otra parte, mediante la herramienta PVGIS se han obtenido los datos de la media anual de la irradiancia máxima en día soleado, y los datos de la temperatura ambiente media mensual a la sombra. Los datos obtenidos han sido los siguientes:

Temperatura ambiente media mensual a la sombra (12GMT)	
Mes	T.Ambiente(°C)
Enero	27.70
Febrero	27.08
Marzo	25.70
Abril	22.42
Mayo	20.13
Junio	17.18
Julio	17.40
Agosto	20.71
Septiembre	25.63
Octubre	27.00
Noviembre	27.46
Diciembre	27.78
Media Anual	23.85

Irradiancia máxima diaria en plano inclinado	
Mes	Irradiancia (W/m ²)
Enero	1174
Febrero	1141
Marzo	1043
Abril	877
Mayo	747
Junio	671
Julio	703
Agosto	830
Septiembre	927
Octubre	1064
Noviembre	1131
Diciembre	1172
Media Anual	956.67

Una vez se tienen todos los datos necesarios los valores de la temperatura media de las células solares son:

Temperatura media de las células solares	
Mes	T(°C)
Enero	57.60
Febrero	56.98
Marzo	55.60
Abril	52.32
Mayo	50.03
Junio	47.08
Julio	47.30
Agosto	50.61
Septiembre	55.53
Octubre	56.90
Noviembre	57.36
Diciembre	57.68
Media Anual	53.75

Paso 2: Cálculo de la Potencia en continua a la salida de los paneles.

Para el cálculo de la potencia a la salida de los paneles, se hará uso de la siguiente fórmula:

$$P_{cc,fov} = P_o R_{to,var} [1 - g(T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

Donde:

P_{cc,fov}: Potencia de corriente continua inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.

P_o: Potencia pico de la planta en el punto de máxima potencia en condiciones STD.

R_{to,var}: Rendimiento variable, incluye los porcentajes de pérdidas debidas a la operación de los módulos fotovoltaicos.

g: Coeficiente de variación con la temperatura de la potencia, en C-1,

Para poder obtener dicho valor, es necesario primeramente calcular el valor de la potencia de pico de la planta $P_o(W)$. Para ello, se multiplicarán los paneles totales de la planta por la potencia máxima de cada panel.

$$P_o(W) = 13720 \text{ paneles} \cdot 605 \text{ W} = 8300600 \text{ W}$$

En segundo, lugar se calcula el valor del rendimiento variable según la expresión:

$$R_{to, var} = (1 - L_{polvo})(1 - L_{dispersión})(L_{reflectancia}) \quad (3)$$

Siendo:

L_{pol} : Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.

L_{dis} : Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.

L_{ref} : Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término L_{ref} es cero.

Se tomaron los valores habituales: $L_{pol} = 0.03$, $L_{dis} = 0.02$ y $L_{ref} = 0.03$

Por lo que se obtuvo el siguiente valor:

$$R_{to, var} = (1 - 0.03)(1 - 0.02)(1 - 0.03) = 0.92$$

Por último, mediante la hoja de características del panel solar seleccionado, se obtuvo el valor:

$$g = 0.29\% = \frac{0.29}{100} = 0.0029$$

Una vez se obtuvieron todos los datos necesarios, mediante la herramienta Excel se lograron los siguientes resultados:

Potencia de CC a la salida de los paneles FV	
Mes	Potencia(W)
Enero	8,136,210.80
Febrero	7,923,211.80
Marzo	7,274,638.30
Abril	6,180,682.39
Mayo	5,302,473.05
Junio	4,806,933.99
Julio	5,032,743.89
Agosto	5,880,951.51
Septiembre	6,467,010.49
Octubre	7,390,405.85
Noviembre	7,844,231.40
Diciembre	8,120,269.03
Media Anual	6,696,646.87

Paso 3: Cálculo de la Potencia en continua a la entrada de los inversores.

Para el cálculo de la potencia en continua a la entrada de los inversores, es necesario tener en cuenta las pérdidas por disipación en los cables. Donde:

$$P_{discab} = R \cdot I^2$$

$$R = 1.71 \cdot 10^{-8} L(m) / S(m^2)$$

$S(m^2)$: Sección de cable.

$L(m)$: Longitud de cable

Estas las dividiremos en dos, ya que usaremos dos cables, uno de cobre hasta las *string box* y uno de aluminio hasta los inversores.

Contamos con los siguientes datos:

- Cantidad total de cable de cobre: 4,459 metros.
- Sección del cable de cobre: 4 mm²
- Cantidad total de cable de aluminio: 9,632.4 metros.
- Sección del cable de aluminio: 240 mm²

Por lo que para el cable de cobre obtenemos una resistividad de $4.28 \cdot 10^{-3}$ ohmios por metro, y para el cable de aluminio una resistividad de $9.79 \cdot 10^{-5}$ ohmios por metro. Con lo que nos da como resultado una resistividad total para el cable de cobre de 19 ohmios, y 0.94 ohmios para el de aluminio.

Con estos datos, obtenemos los siguientes valores de potencia disipada:

- Cable de cobre: 4063 W en los 4,459 metros de cable.
- Cable de aluminio: 201 W en los 9,632.4 metros de cable.

En total tenemos una **perdida por disipación de 4,264.25 W**.

Con estos valores, calcularemos las perdidas resultantes.

$$L_{cab} = P_{discab} / P_{CC,fov} \quad (4)$$

Perdidas por disipación de los cables		
Mes	Lcab	Lcab [%]
Enero	0.0005241	0.052
Febrero	0.0005382	0.054
Marzo	0.0005862	0.059
Abril	0.0006899	0.069
Mayo	0.0008042	0.080
Junio	0.0008871	0.089
Julio	0.0008473	0.085
Agosto	0.0007251	0.073
Septiembre	0.0006594	0.066
Octubre	0.0005770	0.058
Noviembre	0.0005436	0.054
Diciembre	0.0005251	0.053
Media Anual	0.0006590	0.066

Entonces, una vez obtenidas las pérdidas por disipación en los cables, se puede calcular la potencia a la entrada del inversor ($P_{CC,inv}$), con la siguiente expresión:

$$P_{CC,inv} = P_{CC,fov}(1 - L_{cab}) \quad (5)$$

Los datos obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

Potencia de CC a la entrada del inversor	
Mes	P _{cc,inv} (W)
Enero	8,131,946.45
Febrero	7,918,947.44
Marzo	7,270,373.95
Abril	6,176,418.04
Mayo	5,298,208.70
Junio	4,802,669.63
Julio	5,028,479.54
Agosto	5,876,687.16
Septiembre	6,462,746.14
Octubre	7,386,141.50
Noviembre	7,839,967.05
Diciembre	8,116,004.68
Media Anual	6,692,382.52

Por otro lado, también se realizaron los cálculos para la obtención de la potencia en alterna y para la obtención de la energía mensual entregada a la red.

Primeramente, se calculará el *performance ratio* de la planta, uno de los parámetros con mayor importancia. Este término se puede obtener mediante la siguiente expresión:

$$PR = \frac{P_{cc,inv}}{P_o} \cdot \eta_{gen} \quad (6)$$

Donde:

η_{gen} : Rendimiento del generador (proporcionado por el fabricante)

En nuestro caso, se utilizó un inversor cuyo rendimiento era del 99%. Se obtuvieron los siguientes valores:

Performance Ratio	
Mes	PR
Enero	0.9701
Febrero	0.9447
Marzo	0.8673
Abril	0.7368
Mayo	0.6320
Junio	0.5729
Julio	0.5999
Agosto	0.7010
Septiembre	0.7710
Octubre	0.8811
Noviembre	0.9352
Diciembre	0.9682
Media Anual	0.7984

Para la obtención de la potencia en alterna, simplemente se multiplicará el performance ratio por la potencia de pico de la planta:

$$P_{alterna} = P_o \cdot PR \quad (7)$$

Con un performance ratio medio de 0.8, vemos que apenas perdemos un uno por ciento de potencia, desde la placa hasta la salida del inversor, con lo que obtenemos muy buenos resultados con pocas pérdidas.

Potencia en Alterna	
Mes	Palterna(W)
Enero	8,052,253.38
Febrero	7,841,341.76
Marzo	7,199,124.28
Abril	6,115,889.15
Mayo	5,246,286.25
Junio	4,755,603.47
Julio	4,979,200.44
Agosto	5,819,095.63
Septiembre	6,399,411.23
Octubre	7,313,757.32
Noviembre	7,763,135.37
Diciembre	8,036,467.83
Media Anual	6,626,797.18

Por último, se obtendrá la energía mensual que se entrega a la red eléctrica. Uno de los parámetros esenciales a la hora de realizar un proyecto de este tipo y que se obtiene mediante la expresión:

$$\bar{E}_{mes} = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_o \cdot PR}{1000} \quad (8)$$

Donde:

E_{mes} : Energía media mensual entregada a la red.

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: Valor estadístico medio mensual de la irradiación sobre el plano del generador en kWh/m² al que se le han descontado las pérdidas por sombreadamiento.

Energía Media Mensual	
Mes	E(kWh/m ²)
Enero	1,706,111.45
Febrero	1,237,912.62
Marzo	1,441,048.71
Abril	1,249,598.47
Mayo	904,564.68
Junio	826,095.88
Julio	894,214.61
Agosto	1,209,208.07
Septiembre	1,334,149.25
Octubre	1,556,806.38
Noviembre	1,538,265.27
Diciembre	1,538,179.94
Media Anual	1,286,346.28

En total se ha obtenido una suma de energía estimada de **15,436.16 MWh**. Estos valores serán de gran utilidad para realizar un estudio de rentabilidad de la planta.

2. ESTUDIO DE LA RENTABILIDAD DE LA PLANTA

La evaluación de la rentabilidad de un proyecto de planta fotovoltaica constituye un procedimiento esencial para establecer su viabilidad económica y retorno potencial sobre la inversión. Este estudio se centra en diversos aspectos críticos que afectan directamente a la rentabilidad del proyecto. El propósito de esta sección es calcular la rentabilidad y la viabilidad económica de la planta solar fotovoltaica situada en Kroonstad, Sudáfrica, abordando los aspectos clave que inciden en estos resultados.

Inversión inicial

Para la instalación y puesta en funcionamiento de la planta solar fotovoltaica, se ha realizado una estimación detallada de los costos iniciales, los cuales incluyen la adquisición de equipos y materiales, así como los gastos asociados a la mano de obra y otros gastos asociados. Tras analizar todos esos factores, se ha determinado que la inversión inicial necesaria para la ejecución del proyecto asciende a 3,097,219.13€.

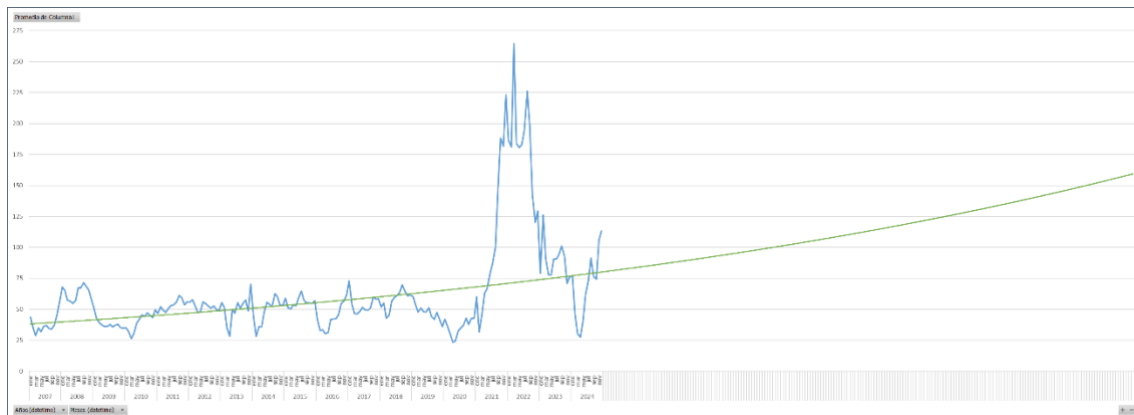
Operación y mantenimiento del sistema

El adecuado funcionamiento de la planta solar fotovoltaica de la planta requiere una serie de gastos mensuales destinados al mantenimiento y seguridad de esta. Estos costos son fundamentales para garantizar la eficiencia y su longevidad del sistema. En total, el gasto total asciende a un total de 17.366€, que se distribuyen de la siguiente forma:

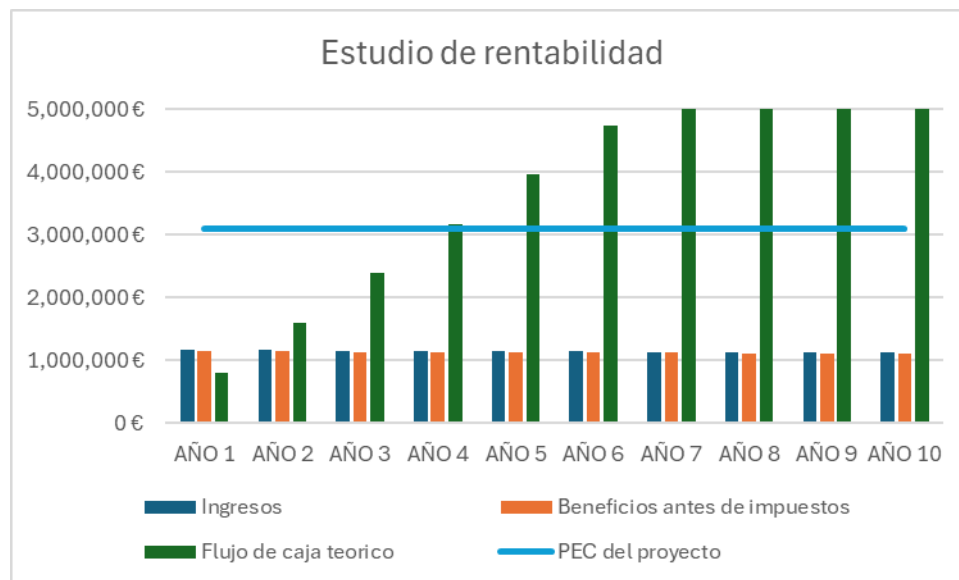
- Mantenimiento: 11.577€
- Seguridad: 5.789€

Ingresos anuales y análisis de rentabilidad

A partir del cálculo de producción anual de energía [15,436.16 MWh], haremos una estimación del precio al que se venderá esta energía en los próximos años.



Como podemos observar, los conflictos geopolíticos disparan la predicción, por lo que, si no tenemos en cuenta el pico, obtenemos un valor aproximado de 75€/MWh. Con esto obtenemos un ingreso de 1,157,712€ anuales, aunque debemos contar con el coeficiente de disminución de potencia del 99.60%. Por último, deberemos pagar un impuesto de sociedades del 30%. Con todo esto obtenemos el siguiente gráfico.



Como podemos observar, a partir del cuarto año, obtendríamos rentabilidad del proyecto. Si miramos dentro de veinticinco años, contaríamos con un flujo de caja teórico de 19 millones de euros (19,012,760€).

PLANOS

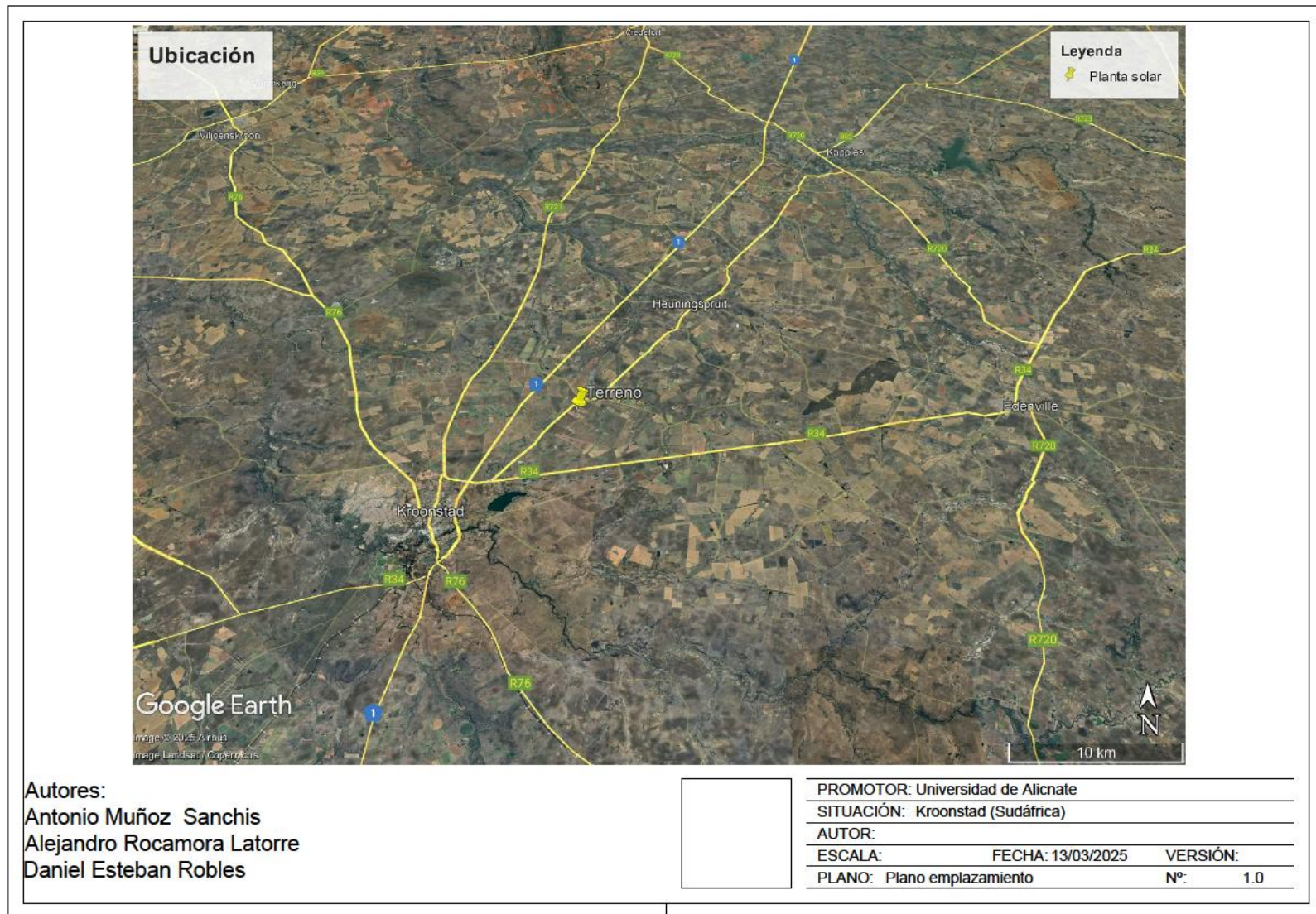
1.PLANOS GENERALES

1.2 EMPLAZAMIENTO

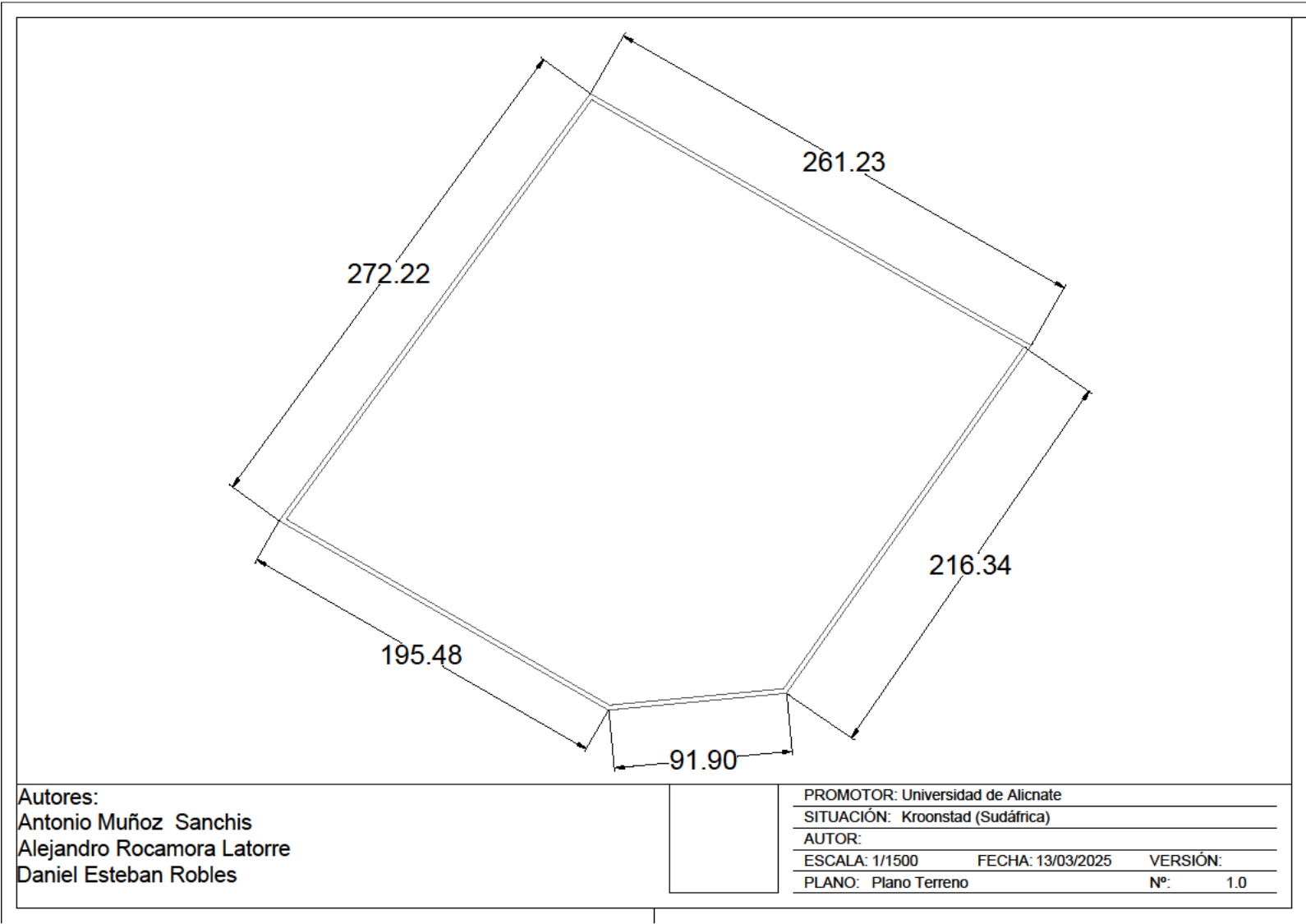
El emplazamiento abarca una superficie de 6,8 hectáreas, delimitado por un perímetro de 1039,90 metros. Conformado por cinco segmentos de 272,22 m, 195,48 m, 91,90 m, 216,34 y 261,23m.

Para el tránsito de vehículos el emplazamiento consta de un camino alrededor de todo el perímetro.

El emplazamiento se encuentra a una elevación de 1437 metros sobre el nivel del mar. Sus coordenadas geográficas son Latitud: -27.5633°, Longitud: 27.3270°.







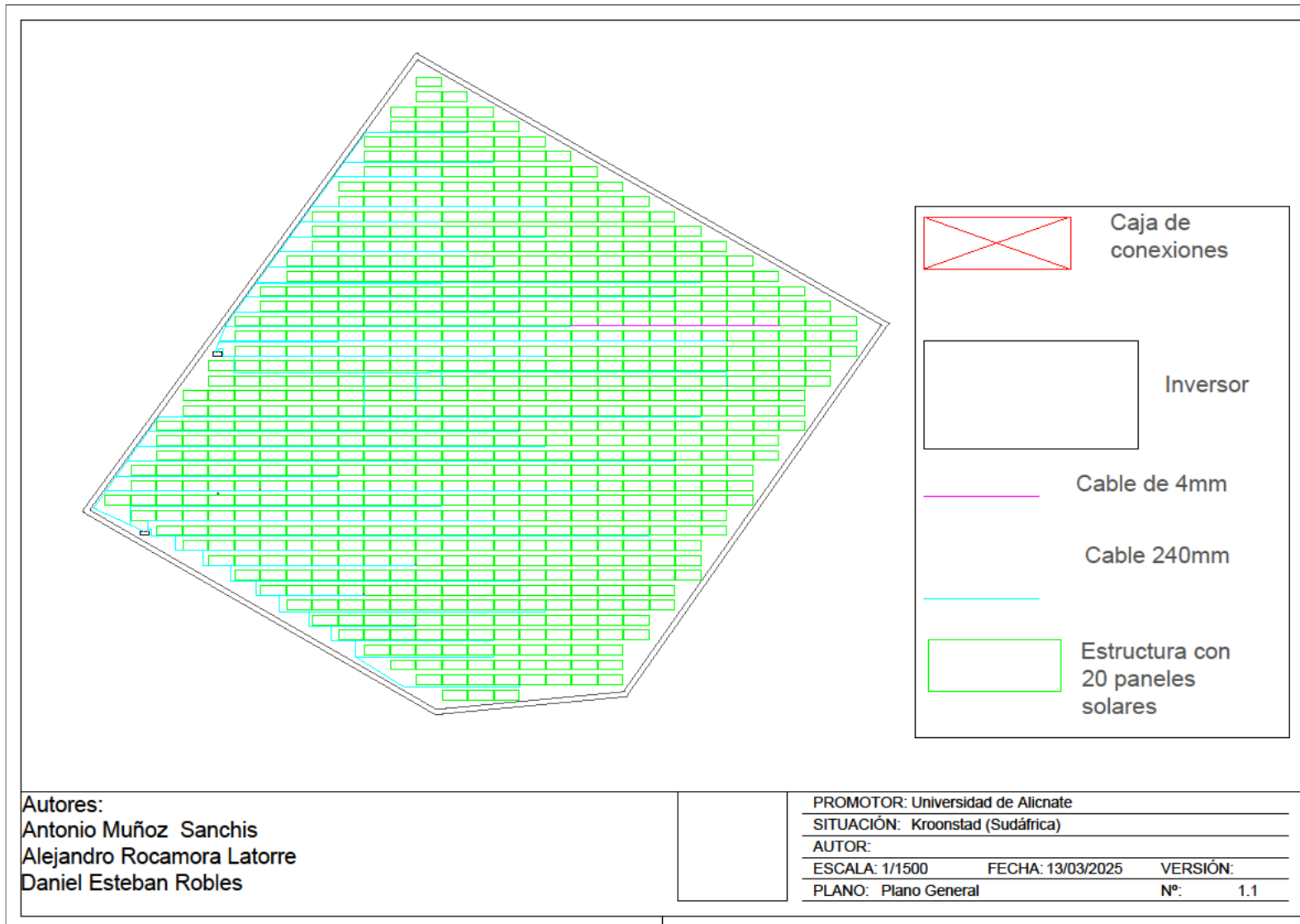
2.PLANOS DE ARQUITECTURA

2.1. DISTRIBUCIÓN GENERAL

El proyecto está compuesto por los siguientes elementos: 686 soportes hincados, cada uno de los cuales alberga 20 módulos solares con orientación hacia el norte. Lo que hace un total de 13720 módulos solares.

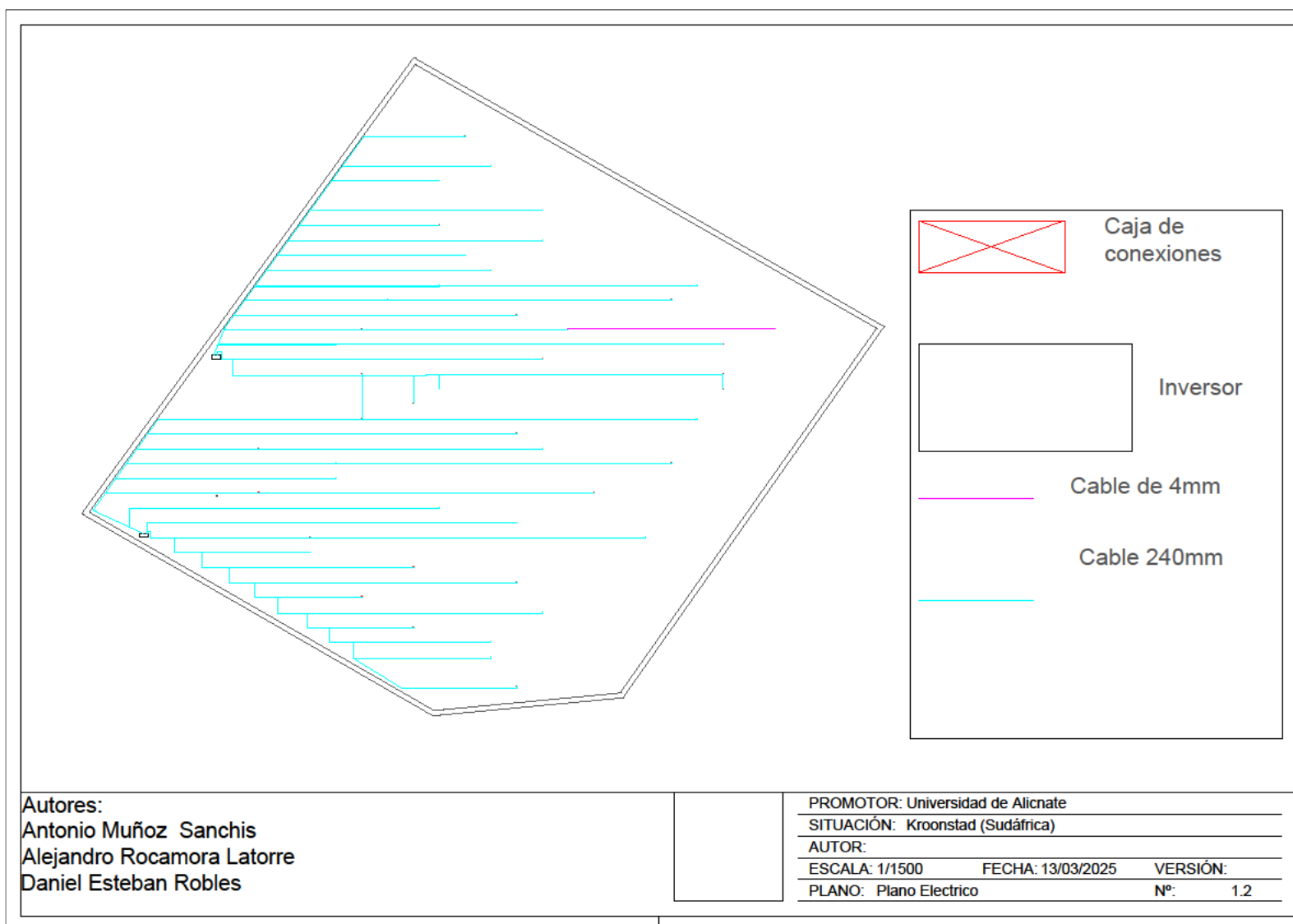
Asimismo, se cuenta con un total de 46 cajas de conexiones, cada una con 15 entradas. Los soportes hincados, junto con sus respectivos 20 paneles solares, se agrupan en conjuntos de 15 unidades, a excepción de un grupo conformado por 11 unidades.

Para la conversión de energía, el sistema dispone de dos inversores, en los cuales se están utilizando 23 entradas en cada uno.



2.2 DISTRIBUCIÓN DE CABLEADO, INVERSORES Y CAJAS DE CONEXIONES

Contamos dos tipos de cables dentro de la instalación. El cable de 4mm^2 de cobre, que utilizamos para la interconexión entre los módulos solares y la caja de conexiones. Utilizando un total de 4459 metros. El cable de 240mm^2 de aluminio, lo utilizamos para la interconexión entre las cajas de conexiones y los inversores. Utilizando un total de 9632,4 metros.



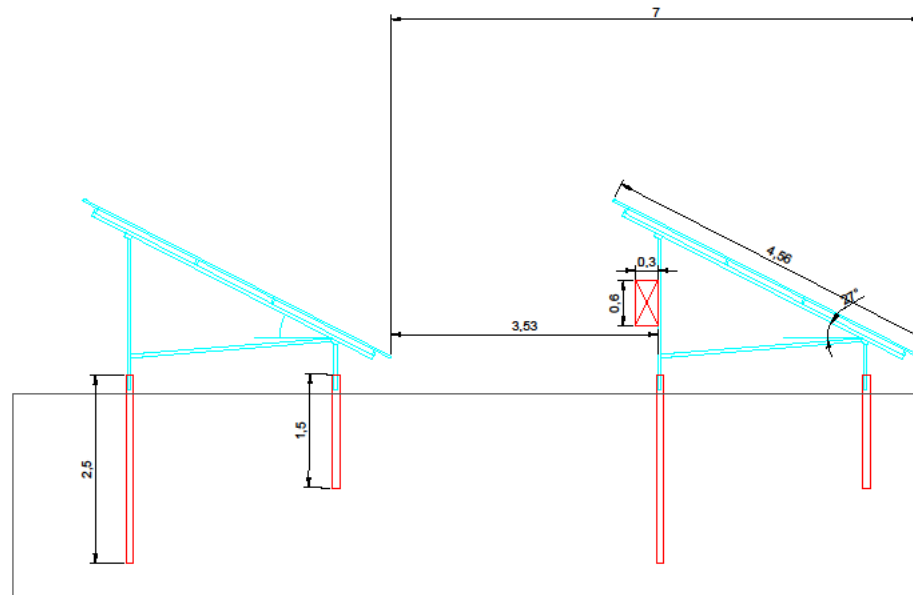
2.3 DISTRIBUCIÓN SECCIÓN

En el plano de distribución de la sección, se observa en la vista lateral la disposición de dos filas contiguas de módulos solares. La distancia entre filas, medida desde el inicio de un módulo hasta el inicio del siguiente, es de 7 metros.

El ángulo de inclinación óptimo determinado para la geolocalización del emplazamiento es de 27° . La separación entre el final de un módulo y el inicio del siguiente es de 3,53 metros.

Cada conjunto de dos módulos dispuestos verticalmente tiene una longitud total de 4,56 metros. Asimismo, se ha definido la ubicación y dimensiones de la caja de conexiones.

En cuanto a la estructura de soporte de los paneles solares, la primera hincas presenta una profundidad de 1,5 metros, mientras que la segunda alcanza los 2,5 metros.



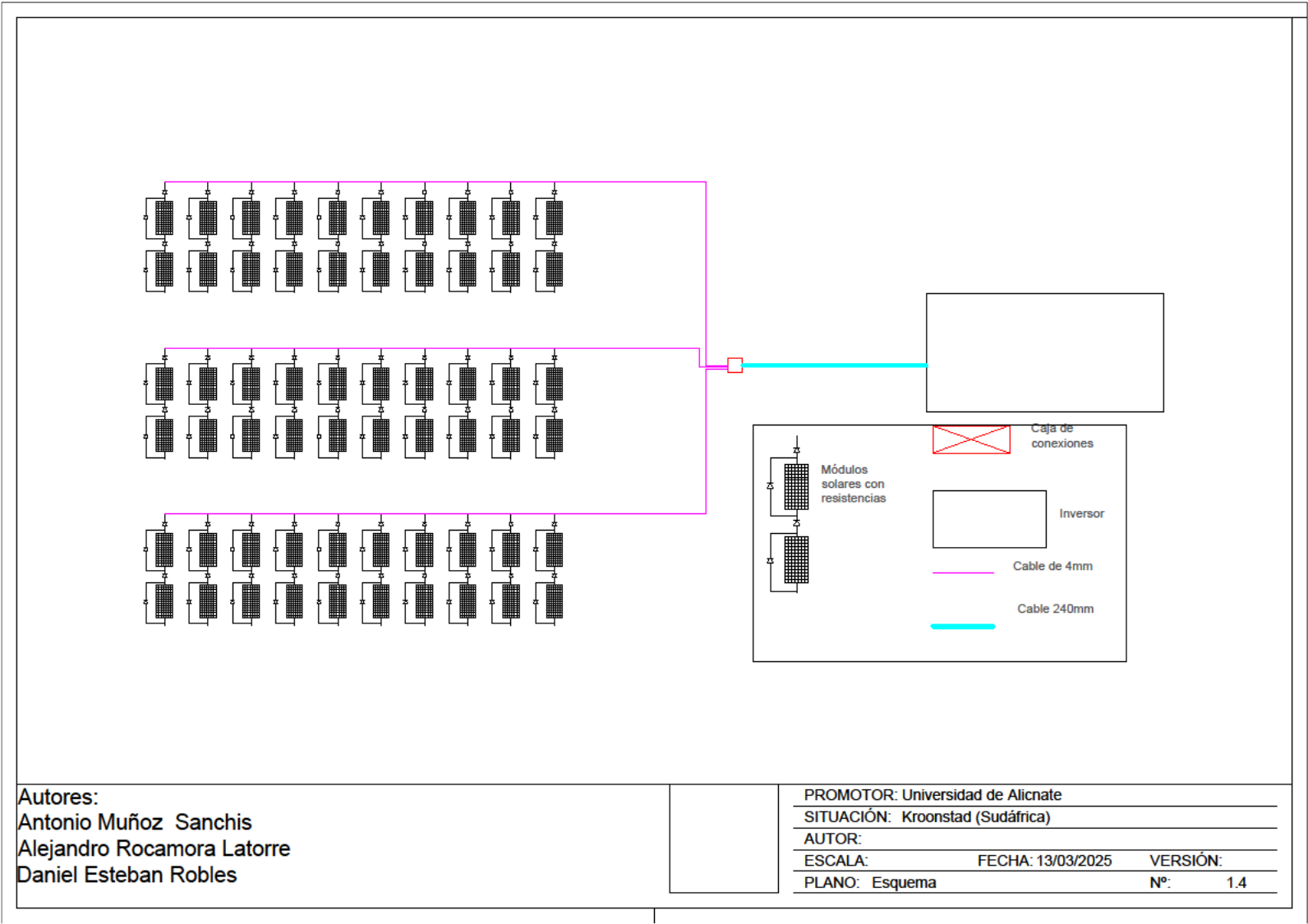
Autores:
Antonio Muñoz Sanchis
Alejandro Rocamora Latorre
Daniel Esteban Robles

PROMOTOR: Universidad de Alicante		
SITUACIÓN: Kroonstad (Sudáfrica)		
AUTOR:		
ESCALA: 1/50	FECHA: 13/03/2025	VERSIÓN:
PLANO: Plano Sección	Nº:	1.3

3.ESQUEMA GENERAL

En el siguiente esquema se muestra la interconexión de los módulos solares en configuración “Leap-frog”. Para prevenir posibles fallos en los módulos solares, se han instalado diodos de bypass en cada uno de ellos, así como un diodo de bloqueo que impide el flujo de corriente en sentido inverso, evitando posibles daños en los módulos.

Los módulos solares están interconectados entre sí y con la caja de conexiones mediante cables de cobre con una sección de 4 mm². Desde la caja de conexiones hasta el inversor, la conexión se realiza a través de un cable de aluminio con una sección de 240 mm².



PLIEGO DE CONDICIONES

1.DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO

1.1. OBJETO

El presente pliego tiene por objeto definir las obras correspondientes al proyecto del parque solar fotovoltaico de 15,436.16 MWh, en Kroonstad, Sudáfrica. Este documento afecta a todas las obras cuya ejecución queda reflejada en el proyecto. En este pliego se determinará:

- La calidad de los materiales que se emplearán.
- Las condiciones técnicas que se deben cumplir en la ejecución de las distintas unidades de obra que componen el proyecto.
- Los criterios de medición y las bases económicas para la regulación de su abono.
- Las condiciones generales a seguir durante la ejecución de las obras y hasta su entrega final a la propiedad. Las obras se regirán por el presente pliego, además de los pliegos, reglamentos, instrucciones y demás disposiciones que con carácter general se indican en el pliego de condiciones generales del presente documento.

1.2.DOCUMENTACIÓN QUE DEFINEN LAS OBRAS

El presente pliego, junto con los documentos adjuntos, constituye el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. El pliego de prescripciones técnicas particulares establece las características mínimas de las obras, complementado por la memoria y los planos adjuntos.

2.PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES DE EJECUCIÓN

2.1.INTERPRETACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

El contratista está obligado a resolver todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del proyecto o durante la ejecución de los trabajos con la Dirección Facultativa, conforme a las normas aplicables. Las especificaciones no descritas en este pliego, pero que figuren en la documentación complementaria del proyecto, deben considerarse al formular el presupuesto por parte de la empresa constructora, así como el nivel de calidad requerido. En caso de discrepancias entre documentos, la Dirección Facultativa determinará las especificaciones aplicables. El contratista deberá consultar previamente cualquier duda para garantizar una correcta interpretación de la calidad constructiva y las características del proyecto.

2.2.ACEPTACIÓN DE LOS MATERIALES

Los materiales deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa antes de su uso en la obra. Para ello, el contratista proporcionará al menos dos muestras para su examen. La Dirección Facultativa se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no cumplan con las condiciones necesarias. Los materiales rechazados deberán ser retirados de la obra lo antes posible. Las muestras aceptadas serán guardadas junto con los certificados de análisis para futuras comparaciones.

2.3.MALA EJECUCIÓN

Si la Dirección Facultativa considera que alguna parte de la obra está mal ejecutada, el contratista deberá demolerla y rehacerla tantas veces como sea necesario hasta que cumpla con las expectativas de la Dirección Facultativa, sin derecho a compensación adicional por el trabajo extra. Esta obligación se mantiene incluso si la mala ejecución se descubre después de la recepción provisional, sin afectar los plazos parciales o totales de la ejecución de la obra.

2.4.MODIFICACIONES DE LAS UNIDADES DE OBRA

Cualquier modificación en las unidades de obra que implique un número diferente al aprobado en el presupuesto de ejecución debe ser previamente conocida y aprobada por el Director Facultativo. Esta autorización y la posterior verificación de la ejecución deben constar en el Libro de Obra. Si no se obtiene esta autorización, el contratista no tendrá derecho a reclamar el pago de las unidades de obra ejecutadas en exceso respecto a las previstas en el proyecto.

3.PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DE PARTIDAS DE OBRA ESPECÍFICAS

3.CALIDAD DE LOS MATERIALES

Todos los materiales empleados en esta obra serán de primera calidad y deberán cumplir con las condiciones exigidas en las especificaciones aplicables y, como mínimo, con las características descritas en el presente proyecto.

3.1.PRUEBAS Y ENSAYOS DE LOS MATERIALES

Todos los materiales y equipos mencionados en este capítulo podrán ser sometidos a los análisis o pruebas necesarias para acreditar su calidad. Cualquier material adicional especificado y necesario deberá ser aprobado por el Director de Obra; aquellos que no cumplan con las condiciones exigidas serán rechazados.

3.2.MATERIALES NO CONSIGNADOS EN PRESUPUESTO

Los materiales o equipos no incluidos en el proyecto, que resulten en precios contradictorios, deberán cumplir con las condiciones de calidad necesarias a juicio de la Dirección Facultativa. El contratista no tendrá derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

3.3.CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán con esmero, siguiendo las buenas prácticas de la construcción y de acuerdo con las condiciones establecidas en las normas aplicables. Se cumplirán estrictamente las instrucciones de la Dirección Facultativa. La baja en la subasta no será excusa para variar la esmerada ejecución ni la alta calidad de los materiales y mano de obra proyectados, ni para solicitar proyectos adicionales.

4.EJECUCIÓN DE LAS OBRAS: ENUMERACIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES/PRESTACIONES MÍNIMAS PARA CADA ELEMENTO MATERIAL O MAQUINARIA

4.1MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

El panel solar seleccionado representa una solución avanzada y eficiente para la generación de energía fotovoltaica. Diseñado con tecnología de medio corte y conexión sin espacio entre células, este módulo ofrece una combinación de alta potencia de salida, eficiencia energética y durabilidad. Con 132 células monocristalinas bifaciales dispuestas en una configuración 6 × 22, el JA Solar JAM66D42 MB 605W maximiza la captación de luz y optimiza la conversión de energía, asegurando un rendimiento superior incluso en condiciones de baja luminosidad.

Este panel solar no solo destaca por su robusta construcción y materiales de alta calidad, sino también por su resistencia a condiciones ambientales adversas, incluyendo altas cargas de nieve y viento. Su marco de aleación de aluminio anodizado y su cubierta de vidrio templado de 2,0 mm garantizan una protección óptima contra el desgaste y los impactos externos.

Con una garantía de producto de 12 años y una garantía de potencia lineal de 30 años, el JA Solar JAM66D42 MB 605W ofrece una inversión segura y a largo plazo para proyectos de energía solar. Su eficiencia sostenida permite una degradación anual máxima del 0,45%, asegurando una producción de energía confiable a lo largo del tiempo.

Características Eléctricas en Condiciones Estándar de Prueba (STC)

- **Potencia Máxima (P_{max}):** 605 W
- **Voltaje en Circuito Abierto (V_{oc}):** 44,60 V
- **Corriente de Cortocircuito (I_{sc}):** 17,20 A
- **Voltaje en el Punto de Máxima Potencia (V_{mpp}):** 37,00 V
- **Corriente en el Punto de Máxima Potencia (I_{mpp}):** 16,35 A
- **Eficiencia del Módulo:** 22,40%

Nota: Las condiciones estándar de prueba (STC) son: irradiancia de 1000 W/m², temperatura de célula de 25°C y masa de aire AM1.5.

Características Mecánicas

- **Dimensiones del Módulo:** 2172 mm × 1303 mm × 35 mm
- **Peso:** 33,5 kg
- **Número de Células:** 132 (6 × 22)
- **Configuración de Células:** Módulo bifacial de medio corte con tecnología de conexión sin espacio entre células
- **Material de la Cubierta Frontal y Posterior:** Vidrio templado de 2,0 mm
- **Marco:** Aleación de aluminio anodizado
- **Tipo de Conector:** MC4-EVO2

Condiciones de Operación

- **Voltaje Máximo del Sistema:** 1500 V DC
- **Temperatura de Operación:** -40°C a +85°C
- **Máxima Capacidad de Fusible en Serie:** 30 A
- **Temperatura Nominal de Operación de la Célula (NOCT):** 45±2°C

Certificaciones y Garantías

- **Certificaciones:** IEC 61215, IEC 61730, ISO 9001:2015 (Gestión de Calidad), ISO 14001:2015 (Gestión Ambiental), ISO 45001:2018 (Salud y Seguridad Ocupacional)
- **Garantía del Producto:** 12 años de garantía en materiales y mano de obra
- **Garantía de Potencia Lineal:** 30 años con una degradación anual máxima del 0,45%

Características Adicionales

- **Tecnología Bifacial:** Capacidad de generar energía adicional a través de la captación de luz en la parte posterior del módulo, aumentando la producción total.

P.I.T II

- **Coeficiente de Temperatura de la Potencia (P_{max}):** $-0,35\%/^{\circ}C$
- **Coeficiente de Temperatura del Voltaje en Circuito Abierto (V_{oc}):** $-0,28\%/^{\circ}C$
- **Coeficiente de Temperatura de la Corriente de Cortocircuito (I_{sc}):** $0,048\%/^{\circ}C$

Los módulos cumplen con las siguientes normativas:

- **EC 61215:** Certificación para módulos fotovoltaicos de silicio cristalino, asegurando su rendimiento y fiabilidad en exteriores.
- **IEC 61730:** Garantiza la seguridad eléctrica y mecánica del módulo fotovoltaico.
- **IEC 62804:** Cumplimiento del **Potencial Induced Degradation (PID)**, protegiendo contra la degradación inducida por voltaje.
- **IEC 62716:** Resistencia a la **corrosión por amoníaco**, lo que permite su instalación en entornos agrícolas o industriales.
- **IEC 60068-2-68:** Resistencia a condiciones ambientales adversas como **polvo y arena**, garantizando su funcionamiento en zonas desérticas o con alta presencia de partículas en suspensión.

4.2. ESTRUCTURA

A continuación, mostramos las características del **soporte Inclinable para Terreno 35V** de Sunfer Energy:

Características Generales

- **Configuración:** Soporte inclinado para terreno, diseñado para 2 filas de módulos en disposición vertical.
- **Inclinación Estándar:** 30° , con opciones disponibles bajo pedido de 10° , 15° , 20° , 25° y 35° .
- **Capacidad de Módulos:** Kits disponibles para 4, 6, 8 o 10 módulos.

Compatibilidad

- **Dimensiones Máximas del Módulo:** Hasta $2279\text{ mm} \times 1150\text{ mm}$.
- **Espesor del Módulo:** Compatible con módulos de 28 a 40 mm de espesor.

Materiales y Resistencia

- **Perfilería:** Aluminio EN AW-6005A T6, disponible en acabado crudo o anodizado.
- **Tornillería:** Acero inoxidable A2-70.
- **Hincas:** Acero S275 galvanizado en caliente por inmersión.

- **Resistencia al Viento:** Soporta velocidades de viento de hasta 150 km/h.

Certificaciones y Garantías

- **Certificaciones:** Sunfer Energy cuenta con la certificación ISO 9001 en diseño, fabricación, venta e instalación de estructuras de energía solar, además del marcado CE.
- **Garantía Estructural:** 25 años.
- **Garantía contra la Corrosión:** Hasta 25 años.

4.3.INVERSOR

A continuación detallamos las especificaciones técnicas del inversor Gamesa Electric Proteus PV

Características Generales

Parámetro	Especificación
Tipología	Inversor fotovoltaico trifásico para instalaciones utility-scale
Densidad de potencia	473 kVA/m ³ (11,18 kVA/ft ³)
Vida útil de diseño	30 años
Relación DC/AC	Hasta 200%
Distorsión armónica total (THDi)	< 1%
Eficiencia MPPT	99,9%
Sistema de refrigeración	CoolBrid (híbrido líquido y aire forzado)
Instalación	Solución outdoor
Clase de protección	IP55 clase 1, NEMA3R
Dimensiones (A/A/P)	4.325 x 2.250 x 1.022 mm [170,3" x 88,5" x 40,2"]
Peso	4.535 kg [10.000 lb]

Especificaciones Entrada DC

Parámetro	Valor
Módulos de potencia	2, no aislados galvánicamente
MPPT	1
Corriente DC máxima @40°C [104°F]	2 x 2500 A
Corriente DC máxima @50°C [122°F]	2 x 2313 A
Corriente DC máxima @55°C [131°F]	2 x 2220 A
Corriente DC máxima @60°C [140°F]	2 x 1110 A
Corriente máxima de cortocircuito (Isc PV)	Hasta 9000 A
Número de puertos DC	Máximo 24 fusibles +/- monitorizados
Dimensiones de fusibles	125 A a 630 A
Sección máxima de cable por entrada DC	2 x 400 mm ² (800 AWG)

Especificaciones Salida AC

Parámetro	Valor
Número de fases	Trifásico
Corriente AC máxima @40°C [104°F]	3940 Arms
Rango de tolerancia de voltaje nominal	+/-15%
Rango de frecuencia	50/60 Hz (+6% / -7%)
THD de corriente AC	< 1% @Sn
Rango de factor de potencia	0 (inductivo) - 1 - 0 (capacitivo)
Sección máxima de cable por salida AC	6 x 400 mm ² (800 AWG)

Rendimiento

Parámetro	Valor
Eficiencia Euro (modelo 4100)	99,24%
Eficiencia CEC (modelo 4100)	99,02%
Consumo en standby	< 200 W
Consumo aproximado	0,35% Pn

Condiciones Ambientales

Parámetro	Valor
Rango de temperatura de operación	-20°C a +60°C [-4°F a +140°F]
Altitud máxima sin derating	< 2.000 m [6.561 ft]
Altitud máxima con derating (opcional)	Hasta 4.000 m [13.123 ft]
Humedad relativa	4% – 100% (sin condensación)

Sistemas de Protección

Protecciones AC

- Dos interruptores automáticos AC motorizados (uno por cada módulo de potencia)
- Protección contra sobretensiones tipo 1 + 2 SPD
- Protección anti-isla (implementada por software)
- Protección contra fluctuaciones de voltaje de red (LVRT, HVRT) (implementada por software)
- Protección contra fallo de frecuencia (implementada por software)

Protecciones DC

- Dos interruptores DC motorizados en carga (uno por cada módulo de potencia)
- Fusibles DC
- Protección contra sobretensiones tipo 1 + 2 SPD
- Detección de polaridad inversa
- Detección de fallo a tierra DC y monitorización de aislamiento

Protecciones Adicionales

- Protección contra sobretemperatura
- Botón de parada de emergencia

Comunicaciones

Parámetro	Especificación
Protocolo de control	Modbus TCP/IP
Protocolo de monitorización	Modbus TCP/IP
Servidor web	Incluido

Opciones Disponibles

- Kit de baja temperatura hasta -30°C [-22°F]
- Protección contra corrosión mejorada

Normativas y Certificaciones

- IEC 62109-1
- IEC 62109-2
- IEC 61000-6-2
- IEEE 1547
- Allegato A.68
- CEA 2019
- Arrêté du 9 juin 2020
- EN 55011/CISPR11:2019
- IEC 62116
- ENA G99
- NEMA 250-2014
- UTE C 15-400
- IEC 61683
- IEC 60529
- UNE-EN 5054 9
- CEI 016
- EirGrid V10:2020
- NTS 631 v1.1 SENP, v2.1 SEPE
- UL 1741-SB
- CSA C22.2
- CEC 2015
- VDE-AR-N 4110 4120 4130 2018
- IEC 62477-1:2022
- Portaria nº73/2020
- PTPIREE.28.04.2021

Características Diferenciales

- Sistema de refrigeración CoolBrid que permite a los componentes críticos trabajar muy por debajo del límite de temperatura
- Curva de derating térmico optimizada manteniendo potencia completa hasta 40°C [104°F]
- THDi más bajo del mercado (< 1%) que ayuda a extender la vida útil de los transformadores
- Unidad de control central (CCU) probada en campo y fiable
- Diseño compacto que reduce el espacio necesario para la instalación
- Mayor bloque de potencia en un solo inversor disponible en el mercado (4.700 kVA)

5. NORMAS VIGENTES Y ESPECIFICACIONES APLICABLES

Las instalaciones y los materiales empleados deberán cumplir con la normativa vigente, la cual se detalla a continuación:

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT) Este reglamento establece las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro de baja tensión, con el fin de preservar la seguridad de las personas y bienes, asegurar el funcionamiento adecuado de dichas instalaciones y prevenir perturbaciones en otras instalaciones y servicios.

Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RBT) Las instrucciones complementarias del RBT proporcionan especificaciones adicionales y aclaraciones sobre cómo aplicar correctamente el reglamento, abordando aspectos específicos que no están cubiertos de manera exhaustiva en el texto principal del RBT.

Reglamento de Verificaciones Eléctricas Este reglamento establece los procedimientos y criterios para la verificación, inspección y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, asegurando que se mantengan en condiciones seguras y operativas a lo largo del tiempo.

Normas UNE y Recomendaciones UNESA Las normas UNE (Una Norma Española) son un conjunto de estándares técnicos elaborados por la Asociación Española de Normalización (UNE), que aseguran la calidad y seguridad en la fabricación, instalación y mantenimiento de equipos y sistemas eléctricos. Las recomendaciones de UNESA (Asociación Española de la Industria Eléctrica) complementan estas normas, proporcionando directrices adicionales basadas en las mejores prácticas de la industria.

Código Técnico de la Edificación (CTE) El CTE es el marco normativo que regula las exigencias básicas de calidad y seguridad en los edificios y sus instalaciones. Este código se aplica a los proyectos de construcción y reforma de edificios, asegurando su habitabilidad, accesibilidad y eficiencia energética. En el contexto de instalaciones eléctricas, se centra en aspectos como la seguridad contra incendios, la salubridad, la protección frente al ruido y el ahorro de energía.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales Esta ley establece los derechos y deberes de los trabajadores y empleadores en materia de seguridad y salud en el trabajo. Es crucial para asegurar que las condiciones de trabajo durante la ejecución del proyecto no pongan en peligro la salud de los trabajadores. Incluye la obligación de evaluar riesgos, adoptar medidas preventivas, proporcionar equipos de protección individual (EPI) y formar a los empleados en seguridad laboral.

Normas de la Compañía Suministradora Las instalaciones deben cumplir con las normas técnicas y requisitos específicos establecidos por la compañía suministradora de energía eléctrica. Estas normas aseguran que las conexiones y el uso de la red eléctrica se realicen de manera segura y eficiente, evitando daños a la infraestructura y garantizando un suministro continuo y de calidad.

Normativa Adicional Descrita en la Memoria del Proyecto La memoria del proyecto incluye una lista detallada de normativas adicionales que deben cumplirse. Esto puede abarcar reglamentos locales, regionales o específicos del sector de la energía solar, así como normativas internacionales aplicables. Es esencial revisar esta documentación para asegurar que todas las fases del proyecto, desde el diseño hasta la instalación y el mantenimiento, cumplen con todos los requisitos legales y técnicos.

Cada una de estas normativas y regulaciones juega un papel crucial en asegurar que el proyecto del parque solar fotovoltaico cumpla con los más altos estándares de seguridad, eficiencia y calidad.

Su estricto cumplimiento es fundamental para la aprobación del proyecto, la seguridad de los trabajadores, la durabilidad de las instalaciones y la eficiencia en la generación de energía.

La fase de obra civil para la instalación de los equipos comprende diversas operaciones fundamentales que aseguran la adecuada infraestructura para el funcionamiento del parque solar fotovoltaico. A continuación, se detallan las actividades necesarias y los procedimientos específicos para cada una:

Construcción de bases de hormigón para el centro de protección y medida y la caseta de control

Las bases de hormigón en una planta fotovoltaica son esenciales para la estabilidad y soporte de los equipos, garantizando durabilidad y resistencia contra condiciones climáticas adversas. Ofrecen una superficie nivelada para una correcta instalación, protegen contra impactos y vibraciones, y facilitan el mantenimiento, asegurando una operación eficiente y segura de la planta. El proceso de construcción de las bases es el siguiente:

1. Preparar el terreno y excavar: Antes de construir la base de hormigón, es crucial limpiar y nivelar el área designada. Luego, se procede a excavar el suelo según las dimensiones y la profundidad requeridas para la base. Esta preparación inicial asegura una base sólida y estable para la construcción.
2. Instalar moldes y refuerzos: Se colocan encofrados alrededor del área excavada para dar forma al hormigón. Los encofrados pueden ser de madera, metal o plástico y sirven como moldes temporales que contienen el hormigón durante el proceso de vertido y curado. Además, se insertan barras de refuerzo de acero dentro del encofrado para fortalecer y reforzar la estructura de la base de hormigón.
3. Verter y nivelar el hormigón: Una vez que los moldes y los refuerzos están en su lugar, se procede a verter el hormigón en el interior del encofrado. El hormigón se vierte de manera uniforme y se utiliza un vibrador para asegurar que llene todos los espacios y para eliminar las burbujas de aire, lo que ayuda a compactar el material. Posteriormente, se nivelan y alisan la superficie del hormigón para garantizar una base uniforme y nivelada.
4. Curar el hormigón: Una vez completado el vertido y el nivelado, el hormigón debe curar adecuadamente. Durante este proceso, se mantiene el hormigón húmedo y se controla la temperatura para permitir que el material se endurezca de manera óptima. El período de curado puede variar según las condiciones climáticas y las especificaciones del diseño, pero es crucial para asegurar la resistencia y la durabilidad de la base de hormigón.

Caseta de control y mantenimiento

Se trata de una estructura que alberga el sistema de control y monitoreo de la planta fotovoltaica, incluyendo ordenadores, sistemas de comunicación y otros equipos electrónicos. Por lo que:

- Dimensiones de la base de hormigón: Aproximadamente 6 metros de ancho por 4 metros de largo y una profundidad de 0.30 metros.
- Refuerzo: Se utilizarán fibras de polipropileno agregadas al hormigón durante la mezcla para mejorar la resistencia a la tracción y reducir el agrietamiento. La dosificación será de 0.5 kg/m³ de hormigón.

Estas acciones garantizan que la infraestructura civil del parque solar fotovoltaico cumpla con todas las especificaciones técnicas requeridas para operar de manera segura y eficiente, en línea con los estándares y regulaciones vigentes.

Módulos Fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos soportarán tensiones de hasta 1500 V, según las especificaciones técnicas. Por lo que tendrán que cumplir con las siguientes normativas:

- IEC 61215: Esta normativa establece los requisitos de diseño y rendimiento para los módulos de silicio cristalino. Se centra en aspectos como la resistencia mecánica, la durabilidad, la calidad de los materiales y la eficiencia energética bajo diversas condiciones ambientales y de funcionamiento.
- IEC 61730: Define los requisitos de seguridad eléctrica y mecánica para los módulos fotovoltaicos. Incluye pruebas para asegurar la protección contra riesgos como cortocircuitos, sobrecargas, incendios y otros peligros potenciales durante la operación y la instalación.
- IEC 62804: El PID puede causar pérdida de rendimiento y durabilidad en los módulos, por lo que esta norma establece pruebas y requisitos para minimizar este efecto.
- IEC 62716: Establece métodos de prueba para evaluar la resistencia de los módulos fotovoltaicos a la corrosión provocada por la exposición al amoníaco, un compuesto químico comúnmente presente en entornos agrícolas e industriales.
- IEC 60068-2-68: Esta norma especifica métodos de prueba para evaluar la resistencia de los módulos fotovoltaicos a la exposición a polvo y arena, simulando condiciones ambientales severas que podrían afectar su rendimiento y durabilidad.

Inversores

Normativas para Inversores Compatibles con Módulos Fotovoltaicos de Alta Tensión (1500V)

Los inversores diseñados para trabajar con módulos fotovoltaicos que soportan tensiones de hasta 1500V deben cumplir con las siguientes normativas:

- **IEC 62109-1/2:** Establece los requisitos fundamentales de seguridad para los convertidores de potencia utilizados en sistemas fotovoltaicos. Cubre aspectos como protección contra descargas eléctricas, protección contra energía excesiva y protección contra incendios, especialmente críticos en sistemas de alta tensión de 1500V.

- **IEC 61683:** Define los procedimientos para medir la eficiencia de los inversores fotovoltaicos. En sistemas de 1500V, la eficiencia es particularmente importante debido a las mayores pérdidas potenciales asociadas con el manejo de voltajes elevados y corrientes significativas.
- **IEC 62116:** Especifica el método de ensayo para prevenir el fenómeno de isla no intencional en inversores fotovoltaicos. Esta normativa es crucial en sistemas de alta tensión para garantizar la desconexión segura del inversor cuando la red eléctrica falla, evitando riesgos para el personal de mantenimiento.
- **IEC 61000-6-2/4:** Establece los estándares de compatibilidad electromagnética (EMC) para entornos industriales. Los inversores de 1500V deben cumplir con límites más estrictos debido a su mayor potencial de interferencia electromagnética y susceptibilidad a perturbaciones externas.
- **IEEE 1547:** Define los criterios y requisitos para la interconexión de recursos de generación distribuida con sistemas eléctricos de potencia. Para inversores de 1500V, esta norma es especialmente relevante en cuanto a los requisitos de respuesta a condiciones anormales de la red y capacidades de soporte de red.
- **UL 1741-SB:** Establece los estándares para inversores, convertidores y controladores utilizados en sistemas de energía independientes, con énfasis en la seguridad y funcionalidad en condiciones de red variables. Para sistemas de 1500V, incluye requisitos adicionales de aislamiento y protección.
- **VDE-AR-N 4105/4110/4120:** Define los requisitos técnicos para la conexión y operación paralela de sistemas de generación con la red de distribución. Para inversores de 1500V, establece parámetros específicos de respuesta a sobretensiones y subtensiones, así como capacidades de soporte de red avanzadas.

6. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

6.1 CONDICIONES TÉCNICAS

Las presentes condiciones técnicas son de obligatoria observación por contratista adjudicatario de la obra. El contratista debe declarar que conoce estas condiciones y se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas, tal como se establece en la propuesta que sirve de base para la adjudicación del contrato

6.2.MARCHA DE LOS TRABAJOS

Para cumplir con el programa de desarrollo de la obra según el artículo 22 de la Ley de Contratos del Estado, el contratista deberá mantener siempre en la obra un número de obreros adecuado a la extensión y naturaleza de los trabajos que se estén realizando.

6.3.PERSONAL

Todos los trabajos deben ser ejecutados por personal cualificado. Cada oficio debe coordinarse armónicamente con los demás, facilitando la marcha de los trabajos para asegurar la buena ejecución y rapidez de la construcción, respetando la planificación económica del proyecto. El contratista deberá estar presente en la obra durante la jornada laboral, o representado por un encargado autorizado por escrito para recibir instrucciones y firmar documentos pertinentes.

6.4.PRECAUCIONES A ADOPTAR

Las precauciones durante la construcción deberán cumplir con la Ordenanza General de Seguridad y Salud en las obras de construcción según el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre. El contratista debe adherirse a todas las leyes, reglamentos y ordenanzas vigentes, así como a cualquier nueva disposición que se dicte durante la ejecución de las obras.

6.5.RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

El contratista es el único responsable de la ejecución de las obras contratadas, sin derecho a indemnización por costes adicionales derivados de errores o maniobras incorrectas durante la construcción. Será responsable ante los tribunales por accidentes debidos a inexperiencia o descuido, tanto en la construcción como en el uso de andamios, respetando siempre las disposiciones legales comunes sobre la materia.

6.6.DESPERFECTOS EN PROPIEDADES COLINDANTES

Si el contratista causa desperfectos en propiedades colindantes, deberá restaurarlas a su estado original, asumiendo todos los costos. Deberá tomar todas las medidas necesarias para evitar caídas de operarios y el desprendimiento de herramientas y materiales que puedan causar daño a personas.

7.REQUISITOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS A LOS QUE ESTÁ SOMETIDO EL PROYECTO

7.1.CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministrador

7.2.LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

7.3.EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Todo el trabajo será realizado por el personal especializado de acuerdo con los reglamentos vigentes, y el contenido de este proyecto. El instalador electricista deberá ponerse de acuerdo con las otras profesiones para el adecuado desenvolvimiento del trabajo. Todo el trabajo se hará de una forma limpia y bien acabada y el recinto de obra se conservará, dejará limpio y libre de residuos. Durante la fase de realización de la instalación, así como durante el mantenimiento de la misma, los trabajos se efectuarán sin tensión en las líneas, verificándose esta circunstancia mediante un comprobador de tensión. La instalación se entenderá terminada cuando se haya puesto en marcha y probado en carga real.

8.CONDICIONES LEGALES

8.1.REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES Y PARTICULARES

La actividad que se define en este documento está regulada de forma directa por la normativa legal que se relaciona, además de por otra que también le afecta de forma indirecta, la cual ha sido tenida en cuenta en la realización de este documento en la medida en que le afecta. 1.3.1.Leyes y Real Decreto Tanto en

la redacción del presente proyecto como durante la ejecución de las obras descritas se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones y reglamentaciones:

8.2.NORMATIVA TÉCNICA:

Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 310, de 27 de diciembre, de 2013).

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 5 de septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 Kva y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE 68, 19- 03-2008).
- Real Decreto 337/2.014, 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 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión. IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.

- ITC RAT: Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de alta Tensión.
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

8.3.NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL:

- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

8.4.NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Orden de 9 de marzo de 1.971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social.
- R. D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R. D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- 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.

8.5.NORMATIVA URBANÍSTICA:

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 1.093/1.997, de 4 de julio, por el que se aprueban las normas complementarias al Reglamento para la ejecución de la Ley Hipotecaria sobre inscripción en el Registro de la Propiedad de actos de naturaleza urbanística.
- Real Decreto 2.159/1.978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 3.288/1.978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística.

8.6.NORMATIVA GESTIÓN DE RESIDUOS:

Normativa Europea:

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- DIRECTIVA (1UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos. Normativa España:
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- ORDEN APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición (PNRCD) 2008-2011.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.

9.RECEPCIÓN DE OBRAS

9.1,RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y hallándose estas aparentemente en las condiciones exigidas, se procederá a su recepción provisional dentro del mes siguiente a su finalización. En el acto de recepción estarán presentes un representante autorizado por la propiedad contratante, el facultativo encargado de la Dirección de la obra, y el contratista, levantándose el acta correspondiente.

Si las obras no están en condiciones de ser recibidas, se hará constar así en el acta. El facultativo dará instrucciones detalladas al contratista para remediar los defectos observados, fijándole un plazo para ello. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento para la recepción provisional. Si la contrata no se ha cumplido, se declarará resuelto el contrato con pérdida de fianza, a menos que la propiedad decida fijar un nuevo plazo prorrogable.

El plazo de garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción provisional de la obra. Al realizarse la recepción provisional, el contratista deberá presentar las autorizaciones pertinentes de los organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en marcha de las instalaciones que lo requieran. Sin este requisito, no se efectuará la recepción provisional ni la definitiva.

9.2.RECEPCIÓN DEFINITIVA

Dentro del mes siguiente al cumplimiento del plazo de garantía, se procederá a la recepción definitiva de las obras. Si las obras están en las condiciones debidas, se recibirán con carácter definitivo, levantándose el acta correspondiente. Con este acto, el contratista queda relevado de toda responsabilidad, salvo la derivada de vicios ocultos debido al incumplimiento doloso del contrato.

9.3.PLAZO DE GARANTÍA

Sin perjuicio de las garantías detalladas en el pliego de cláusulas administrativas, el contratista garantiza todas las obras ejecutadas, así como los materiales empleados y su correcta manipulación. El plazo de garantía será de dos años. Durante este período, el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías causadas, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización. Si el contratista se resiste a realizar estas obras, la propiedad las ejecutará con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la propiedad contra cualquier reclamación de terceros derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o legales relacionadas con la obra.

Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva, la propiedad tomará una decisión respecto a la fianza depositada por el contratista. Tras la recepción definitiva, el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo por vicios ocultos debidos a incumplimiento doloso, que responderá en un término de dos años. Transcurrido este plazo, la responsabilidad quedará totalmente extinguida.

9.4.PRUEBAS PARA LA RECEPCIÓN

Antes de ejecutar las unidades de obra, los materiales deberán ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se ha manipulado o colocado sin esta conformidad, los materiales rechazados deberán ser retirados en un plazo de treinta días. El contratista presentará muestras de cada tipo de material para su aprobación por la Dirección, que conservará para comparación futura.

10.CARGOS AL CONTRATISTA

10.1.PLANOS DE LAS INSTALACIONES

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará en el acto de la recepción provisional los planos de todas las instalaciones ejecutadas, con las modificaciones o el estado definitivo en que hayan quedado.

10.2.AUTORIZACIONES Y LICENCIAS

El contratista se compromete a entregar las autorizaciones necesarias expedidas por las Direcciones de Industria y otros organismos pertinentes para la puesta en servicio de las instalaciones.

10.3.CONSERVACIÓN DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

Durante los años de garantía, el contratista será el mantenedor de la obra, atendiendo todas las averías y reparaciones necesarias, incluso si la propiedad ocupa o utiliza la obra antes de la recepción definitiva.

10.4.NORMAS DE APLICACIÓN

Para todo lo no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deben cumplir los materiales y equipos utilizados en la obra, así como la ejecución de cada unidad de obra y las normas para su medición y valoración, regirán las normas específicas aplicables.

10.5.RESCISIÓN DE CONTRATO

Son causas de rescisión del contrato:

- Muerte o incapacidad del contratista.
- Quiebra del contratista.

- Alteraciones del contrato por las siguientes causas: a) Modificaciones del proyecto que representen alteraciones fundamentales según la Dirección Facultativa, y siempre que la variación del presupuesto sea de al menos el 25% del importe total.

Modificaciones de unidades de obra que representen variaciones de al menos el 40% de algunas unidades del proyecto, o más del 50% de las unidades del proyecto modificado. c) Suspensión de la obra iniciada, o no comenzar la obra dentro de los 90 días a partir de la adjudicación, en cuyo caso la devolución de la fianza será automática. d) Suspensión de la obra por más de seis meses. e) No cumplir el plan cronológico de la obra, especialmente el plazo de ejecución y terminación total. f) Incumplimiento de las cláusulas contractuales por descuido inexcusable o mala fe manifiesta. g) Mala fe en la ejecución de los trabajos.

Se distinguen dos tipos de trabajos: los finalizados por completo y los incompletos. Para los primeros, existirán dos recepciones: provisional y definitiva, de acuerdo con lo estipulado en los artículos anteriores. Para los segundos, sin importar su estado de avance, se realizará una única y definitiva recepción a la mayor brevedad posible.

PRESUPUESTO

Presupuesto.

- Cuadro de Precios Unitarios. MO, MT, MQ.
- Cuadro de Precios Auxiliares y Descompuestos.
- Cuadro de Precios nº1. En Letra.
- Cuadro de Precios nº2. MO, MT, MQ, RESTOS DE OBRA, COSTES INDIRECTOS.
- Presupuesto con Medición Detallada. Por capítulos.
- Resumen de Presupuesto. PEM, PEC, PCA.

Cuadro de mano de obra				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad (Horas)	Total (Euros)
1	Instalador de placas solar	22,000	960,400 h	21.128,80
2	Ayudante instalador	15,000	960,400 h	14.406,00
3	Oficial electricista	20,000	255,726 h	5.114,52
4	Ayudante electricista	15,000	255,726 h	3.835,89
5	Instalador de las estructuras de los paneles	22,000	343,000 h	7.546,00
6	Ayudantes instalador soportes	15,000	343,000 h	5.145,00
7	Operador enccargado de la maquinaria pesada para trabajar el terreno	15,000	120,000 h	1.800,00
8	Instalador oficial de postes	20,000	119,520 h	2.390,40
9	Instalador oficial de vallado	20,000	119,520 h	2.390,40
10	Ayudante de instalador postes	13,000	119,520 h	1.553,76
11	Ayudantes instalador de vallas	13,000	119,520 h	1.553,76
			Importe total:	66.864,53
	Alicante,España. 07/03/2025 Ingeniero	Alejandro Rocamora Latorre Daniel Esteban Robles		
	Antonio Muñoz Sanchis			

Cuadro de materiales				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad Empleada	Total (Euros)
1	Panel Solar Mono JAM66DD42 de 605 W	78,650	13.720,000 ud	1.079.078,00
2	Metro de cable CC de cobre con sección de 4 mm2.			
	Cable de cobre Clase 5 diseñado según norma UNE 211002, libre de halógenos y no propagador de incendios. Con una temperatura máxima del conductor 90°C.	0,735	4.459,000 m	3.299,66
3	Canaleta de 40x40 mm de color blanco, con tapa exterior resistente y segura. Indicada para la distribución de conductos eléctricos. Fabricada con materiales libres de plomo	1,910	4.459,000 m	8.516,69
4	Codos pvc blancos 40x40. Permiten la correcta ubicación del cableado para evitar enredos y cortocircuitos. Este accesorio sirve para el modelo de 40x40 y ofrece diferentes tipos de angulos.	1,540	200,655 ud	312,13
5	Metro de cable CC de aluminio con sección de 240mm2.			
	Cable de aluminio clase 2 con cubierta color negra, diseñado según norma UNE 21123-42, libre de halógenos, no propagador de incendios, y con una temperatura máxima del conductor 90°C.	5,100	9.633,000 m	49.128,30
6	Tubo PVC rígido curvable de 40mm para canalizaciones de color negro para protección de cables eléctricos. No propagador de llama.	0,660	9.633,000 m	6.357,78
7	Inversor Proteus PV 4100 con una eficiencia de conversión del 99%, de 4095 kVA con un rango de frecuencia 50/60 Hz y de dimensiones 4,325x2,250x1,022 mm	409.500,000	2,000 ud	819.000,00
8	Caja de conexiones para 15-20 strings, 1MPPT.			
	Disyuntor, protección SPD tipo 1/2, sin fusible. Tensión máxima de entrada 1500 [V]	265,110	46,000 ud	12.195,06
9	Electrodo para red de toma de tierra, acero...	22,670	1,000 ud	22,67
10	Soldadura aluminotérmica de pica	4,300	1,000 ud	4,30
11	Pletina de conexión pica-cable para soldadura	19,450	1,000 ud	19,45
12	Pequeño material para toma tierra	1,320	1,000 ud	1,32
13	Arqueta de propileno para toma tierra	169,780	1,000 ud	169,78
14	Conductor de tierra de Cu desnudo, 35mm2	12,420	1,000 m	12,42
15	Soporte inclinado para terreno para 2 filas de módulos, hincado, 35V. Disposición de los módulos en vertical.	589,150	686,000 ud	404.156,90
16	Postes de acero quickfix galvanizado para juntar y construir el vallado. Se instalará uno cada 2.5m.	35,000	225,760 u	7.901,60
17	Panel Hércules Plus de acero galvanizado de 2 m de altura. Se instalarán justo alrededor de la parcela de 1040 m	55,000	664,000 m	36.520,00
			Importe total:	2.426.696,06
	Alicante, España. 07/03/2025 Ingeniero	Alejandro Rocamora Latorre Daniel Esteban Robles		
	Antonio Muñoz Sanchis			

Cuadro de maquinaria				
Nº	Designación	Importe		
		Precio (Euros)	Cantidad	Total (Euros)
1	Maquinaria para arreglar el terreno y nivelarlo.	150,000	120,000h	18.000,00
			Importe total:	18.000,00
	Alicante, España. 07/03/2025 Ingeniero		Alejandro Rocamora Latorre Daniel Esteban Robles	
	Antonio Muñoz Sanchis			

Cuadro de precios auxiliares

Alicante, España. 07/03/2025
Ingeniero

Alejandro Rocamora Latorre
Daniel Esteban Robles

Antonio Muñoz Sanchis

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total	
1 GENERACIÓN SOLAR					
1.1 1.1		ud	Placa solar instalada		
	1.1.1	1,000 ud	Panel Solar Mono JAM66DD42 de 605 W	78,650	78,65
	1.1.2	0,070 h	Instaladores oficial de placas solares	22,000	1,54
	1.1.3	0,070 h	Ayudantes instalador	15,000	1,05
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	81,240	2,44
Precio total por ud					83,68
Son ochenta y tres Euros con sesenta y ocho céntimos					

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
2.1 2.1		m	Cableado		
	2.1.1	1,000 m	Cable de 4mm2 de sección	0,735	0,74
	2.1.2	1,000 m	Canaleta de color blanco	1,910	1,91
	2.1.3	0,045 ud	Codos para unir canaletas	1,540	0,07
	2.5.5	0,018 h	Oficial electricista	20,000	0,36
	2.5.6	0,018 h	Ayudante electricista	15,000	0,27
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	3,350	0,10
			Precio total por m		3,45
			Son tres Euros con cuarenta y cinco céntimos		
2.2 2.2		m	Cableado string-box a inversor		
	2.2.1	1,000 m	Cable de 240mm2 de sección	5,100	5,10
	2.2.2	1,000 m	Tubo corrugado de PVC	0,660	0,66
	2.5.5	0,018 h	Oficial electricista	20,000	0,36
	2.5.6	0,018 h	Ayudante electricista	15,000	0,27
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	6,390	0,19
			Precio total por m		6,58
			Son seis Euros con cincuenta y ocho céntimos		
2.3 2.3		ud	Inversor centralizado		
	2.3.2	2,000 ud	Inversor	409.500,000	819.000,00
	2.5.5	0,010 h	Oficial electricista	20,000	0,20
	2.5.6	0,010 h	Ayudante electricista	15,000	0,15
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	819.000,350	24.570,01
			Precio total por ud		843.570,36
			Son ochocientos cuarenta y tres mil quinientos setenta Euros con treinta y seis céntimos		
2.4 2.4		ud	Caja de conexiones (String-box)		
	2.4.1	1,000 ud	Caja de conexiones	265,110	265,11
	2.5.5	0,010 h	Oficial electricista	20,000	0,20
	2.5.6	0,010 h	Ayudante electricista	15,000	0,15
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	265,460	7,96
			Precio total por ud		273,42
			Son doscientos setenta y tres Euros con cuarenta y dos céntimos		
2.5 2.5		ud	Toma tierra mediante pica de acero cobreado de 2m de longitud, en arqueta de registro con tapa de fundición , electrosoldada a conductor de Cu desnudo 35mm2 soldadura aluminotérmica.		
	2.5.1	1,000 ud	Electrodo	22,670	22,67
	2.5.2	1,000 ud	Soldadura	4,300	4,30
	2.5.3	1,000 ud	Pletina de conexión pica-cable para sol...	19,450	19,45
	2.5.4	1,000 ud	Pequeño material para tomatierra	1,320	1,32
	2.5.6	1,000 h	Ayudante electricista	15,000	15,00
	2.5.5	1,000 h	Oficial electricista	20,000	20,00
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	82,740	2,48
			Precio total por ud		85,22
			Son ochenta y cinco Euros con veintidos céntimos		
2.6 2.6		ud	Arqueta de registro de propilenobcon tapa de fundición para toma de tierra,30x30x30cm, completamente instalada		
	2.6.1	1,000 ud	Arqueta de propileno para toma tierra	169,780	169,78
	2.5.5	0,300 h	Oficial electricista	20,000	6,00
	2.5.6	0,300 h	Ayudante electricista	15,000	4,50
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	180,280	5,41
			Precio total por ud		185,69
			Son ciento ochenta y cinco Euros con sesenta y nueve céntimos		

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
2.7	2.7	m	Conductor de tierra de Cu desnudo, según ITC-BT-018, sección de 35 mm² mínimo superior, para red de toma tierra.	
	2.7.1	1,000 m	Conductor de tierra de Cu desnudo , 35...	12,420
	2.5.5	0,300 h	Oficial electricista	20,000
	2.5.6	0,300 h	Ayudante electricista	15,000
	%aux	3,000 %	Medios auxiliares	22,920
Precio total por m				23,61
Son veintitres Euros con sesenta y un céntimos				

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción	Total
----	--------	----	-------------	-------

3 ESTRUCTURA PANELES

3.1 3.1		ud	Soporte para placas		
	3.1.1	1,000 ud	Soporte para 20 placas	589,150	589,15
	3.1.2	0,500 h	Instalador oficial de las estructuras de l...	22,000	11,00
	3.1.3	0,500 h	Ayudantes instalador soportes	15,000	7,50
	%aux	5,000 %	Medios auxiliares	607,650	30,38
			Precio total por ud		638,03
			Son seiscientos treinta y ocho Euros con tres céntimos		

Cuadro de Precios Descompuestos

Nº	Código	Ud	Descripción		Total
4 OBRA CIVIL					
4.1	4.1	Preparación de Terreno			
	4.1.1	1,000 h	Operdor de maquinaria pesada	15,000	15,00
	4.1.2	1,000 h	Maquinaria obra civil	150,000	150,00
	%aux	5,000 %	Medios auxiliares	165,000	8,25
Precio total por					173,25
Son ciento setenta y tres Euros con veinticinco céntimos					
4.2	4.2	Instalación de vallas perimetrales para proteger la planta solar			
	4.2.1	0,340 u	Postes para agrupar el vallado	35,000	11,90
	4.2.3	1,000 m	Vallado perimetral	55,000	55,00
	4.2.2	0,180 h	Instalador oficial de postes	20,000	3,60
	4.2.4	0,180 h	Instalador oficial de vallado	20,000	3,60
	4.2.6	0,180 h	Ayudantes instalador de vallas	13,000	2,34
	4.2.5	0,180 h	Ayudante de instalador postes	13,000	2,34
	%aux	5,000 %	Medios auxiliares	78,780	3,94
Precio total por					82,72
Son ochenta y dos Euros con setenta y dos céntimos					
4.3	4.3	h	Gestión de permisos y honorarios de ingeniería		
	4.3.1	1,000 h	Honorarios de ingeniería	30,000	30,00
Precio total por h					30,00
Son treinta Euros					

Cuadro de precios nº 1

Nº	Designación	Importe	
		En cifra (Euros)	En letra (Euros)
1.1	1 GENERACIÓN SOLAR ud Placa solar instalada	83,68	OCHENTA Y TRES EUROS CON SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.1	2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA m Cableado	3,45	TRES EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS
2.2	m Cableado string-box a inversor	6,58	SEIS EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS
2.3	ud Inversor centralizado	843.570,36	OCHOCIENTOS CUARENTA Y TRES MIL QUINIENTOS SETENTA EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS
2.4	ud Caja de conexiones (String-box)	273,42	DOSCIENTOS SETENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS
2.5	ud Toma tierra mediante pica de acero cobreado de 2m de longitud, en arqueta de registro con tapa de fundición, electrosoldada a conductor de Cu desnudo 35mm ² soldadura aluminotérmica.	85,22	OCHENTA Y CINCO EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS
2.6	ud Arqueta de registro de propileno con tapa de fundición para toma de tierra, 30x30x30cm, completamente instalada	185,69	CIENTO OCHENTA Y CINCO EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.7	m Conductor de tierra de Cu desnudo, según ITC-BT-018, sección de 35 mm ² o superior, para red de toma tierra.	23,61	VEINTITRES EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMO
3.1	3 ESTRUCTURA PANELES ud Soporte para placas	638,03	SEISCIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS CON TRES CÉNTIMOS
4.1	4 OBRA CIVIL Preparación de Terreno	173,25	CIENTO SETENTA Y TRES EUROS CON VEINTICINCO CÉNTIMOS
4.2	Instalación de vallas perimetrales para proteger la planta solar	82,72	OCHENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS
4.3	h Gestión de permisos y honorarios de ingeniería	30,00	TREINTA EUROS
	Alicante, España. 07/03/2025 Ingeniero	Alejandro Rocamora Latorre Daniel Esteban Robles	
	Antonio Muñoz Sanchis		

Cuadro de precios nº 2

Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
1.1	1 GENERACIÓN SOLAR ud Placa solar instalada <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 2,59 78,65 2,44	 83,68
2.1	2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA m Cableado <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 0,63 2,72 0,10	 3,45
2.2	m Cableado string-box a inversor <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 0,63 5,76 0,19	 6,58
2.3	ud Inversor centralizado <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 0,35 819.000,00 24.570,01	 843.570,36
2.4	ud Caja de conexiones (String-box) <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 0,35 265,11 7,96	 273,42
2.5	ud Toma tierra mediante pica de acero cobreado de 2m de longitud, en arqueta de registro con tapa de fundición, electrosoldada a conductor de Cu desnudo 35mm ² soldadura aluminotérmica. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 35,00 47,74 2,48	 85,22
2.6	ud Arqueta de registro de propilenobcon tapa de fundición para toma de tierra, 30x30x30cm, completamente instalada <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 10,50 169,78 5,41	 185,69
2.7	m Conductor de tierra de Cu desnudo, según ITC-BT-018, sección de 35 mm ² superior, para red de toma tierra. <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 10,50 12,42 0,69	 23,61
3.1	3 ESTRUCTURA PANELES ud Soporte para placas <i>Mano de obra</i> <i>Materiales</i> <i>Medios auxiliares</i>	 18,50 589,15 30,38	 638,03
	4 OBRA CIVIL		

Cuadro de precios nº 2			
Nº	Designación	Importe	
		Parcial (Euros)	Total (Euros)
4.1	Preparación de Terreno		
	<i>Mano de obra</i>	15,00	
	<i>Maquinaria</i>	150,00	
	<i>Medios auxiliares</i>	8,25	
			173,25
4.2	Instalación de vallas perimetrales para proteger la planta solar		
	<i>Mano de obra</i>	11,88	
	<i>Materiales</i>	66,90	
	<i>Medios auxiliares</i>	3,94	
			82,72
4.3	h Gestión de permisos y honorarios de ingeniería		
	<i>Sin descomposición</i>	30,00	
			30,00
	Alicante, España. 07/03/2025	Alejandro Rocamora Latorre	
	Ingeniero	Daniel Esteban Robles	
	Antonio Muñoz Sanchis		

PRESUPUESTO Y MEDICION

PRESUPUESTO PARCIAL N° 1 GENERACIÓN SOLAR

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	Ud. Placa solar instalada					13.720,000	83,68	1.148.089,60

Total presupuesto parcial nº 1 ... 1.148.089,60

PRESUPUESTO PARCIAL N° 2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

N°	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	M. Cableado					4.459,000	3,45	15.383,55
2.2	M. Cableado string-box a inversor					9.633,000	6,58	63.385,14
2.3	Ud. Inversor centralizado					1,000	843.570,36	843.570,36
2.4	Ud. Caja de conexiones (String-box)					46,000	273,42	12.577,32
2.5	Ud. Toma tierra mediante pica de acero cobreado de 2m de longitud, en arqueta de registro con tapa de fundición, electrosoldada a conductor de Cu desnudo 35mm2 soldadura aluminotérmica.					1,000	85,22	85,22
2.6	Ud. Arqueta de registro de propilenobcon tapa de fundición para toma de tierra, 30x30x30cm, completamente instalada					1,000	185,69	185,69
2.7	M. Conductor de tierra de Cu desnudo, según ITC-BT-018, sección de 35 mm2 mo superior, para red de toma tierra.					1,000	23,61	23,61

Total presupuesto parcial n° 2 ... 935.210,89

PRESUPUESTO PARCIAL N° 3 ESTRUCTURA PANELES

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	Ud. Soporte para placas					686,000	638,03	437.688,58

Total presupuesto parcial n° 3 ... 437.688,58

PRESUPUESTO PARCIAL N° 4 OBRA CIVIL

Nº	DESCRIPCION	UDS.	LARGO	ANCHO	ALTO	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
4.1	. Preparación de Terreno					120,000	173,25	20.790,00
4.2	. Instalación de vallas perimetrales para proteger la planta solar					664,000	82,72	54.926,08
4.3	H. Gestión de permisos y honorarios de ingeniería					200,000	30,00	6.000,00

Total presupuesto parcial n° 4 ... 81.716,08

RESUMEN POR CAPITULOS

CAPITULO GENERACIÓN SOLAR	1.148.089,60
CAPITULO INSTALACIÓN ELÉCTRICA	935.210,89
CAPITULO ESTRUCTURA PANELES	437.688,58
CAPITULO OBRA CIVIL	81.716,08

REDONDEO.....

PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL.....	2.602.705,15
--	--------------

EL PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL ASCIENDE A LAS EXPRESADAS DOS MILLONES SEISCIENTOS DOS MIL SETECIENTOS CINCO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS.

Proyecto: Preosupuesto Planta Solar Sudáfrica

Capítulo	Importe
Capítulo 1 GENERACIÓN SOLAR	1.148.089,60
Capítulo 2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA	935.210,89
Capítulo 3 ESTRUCTURA PANELES	437.688,58
Capítulo 4 OBRA CIVIL	81.716,08
Presupuesto de ejecución material	2.602.705,15
13% de gastos generales	338.351,67
6% de beneficio industrial	156.162,31
Suma	3.097.219,13
21% IVA	650.416,02
Presupuesto de ejecución por contrata	3.747.635,15

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de TRES MILLONES SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE MIL SEISCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON QUINCE CÉNTIMOS.

Alicante, España. 07/03/2025
Ingeniero

Alejandro Rocamora Latorre
Daniel Esteban Robles

Antonio Muñoz Sanchis