

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



**UNIVERSITAS**  
*Miguel Hernández*

"DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE  
BALSA DE RIEGO PARA  
AUTOABASTECER ESTACIÓN DE  
BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN"

TRABAJO FIN DE GRADO

Junio -2024

AUTOR: Pablo Melón Fernández

DIRECTOR/ES: Sergio Valero Verdú

## **AGRADECIMIENTOS**

Con este Trabajo Fin de Grado, pongo fin a otra etapa educativa, la cual me ha enseñado a desenvolverme ante problemas y me ha brindado más conocimiento que me facilitará las cosas ante la nueva etapa que comienzo.

Quiero agradecer a toda mi familia, en especial a mi madre, padre y hermano, por siempre estar ahí en los malos momentos, para darme su apoyo y ese empujón necesario a veces, y en los buenos momentos, para celebrar todos los resultados conseguidos y los que vendrán. Se que para todos ellos soy un orgullo.

También me gustaría agradecer a Raúl su trato, la visita a la estación de bombeo y todos los datos que me ha facilitado para poder llevar a cabo este proyecto.



Pablo Melón Fernández

## **RESUMEN**

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo diseñar y dimensionar una instalación fotovoltaica flotante sobre una balsa de riego, destinada a autoabastecer una estación de bombeo situada en la provincia de León. Esta solución busca reducir la dependencia de la red eléctrica convencional y disminuir los costes energéticos asociados al bombeo de agua para el regadío.

El proyecto aborda diversos aspectos técnicos, incluyendo el dimensionado de los paneles solares y los inversores y la selección del sistema de flotación. Además, se realiza un estudio económico evaluando el ahorro en costes de energía y el retorno de la inversión.

## **PALABRAS CLAVE**

Energías renovables, instalación fotovoltaica flotante, estación de bombeo, autoconsumo.



## **ABSTRACT**

The aim of this Bachelor's Thesis is to design and size a floating photovoltaic system on an irrigation pond, intended to self-supply a pumping station located in the province of León. This solution seeks to reduce dependence on the conventional electrical grid and decrease energy costs associated with water pumping for irrigation.

The project addresses various technical aspects, including the sizing of solar panels and inverters and the selection of the flotation system. Additionally, an economic analysis is carried out to evaluate energy cost savings and return on investment.

## **KEY WORDS**

Renewable energies, floating photovoltaic system, pumping station, self-consumption.



## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. MEMORIA .....                                      | 7  |
| 1.1. ANTECEDENTES .....                               | 7  |
| 1.2. OBJETO .....                                     | 7  |
| 1.3. JUSTIFICACIÓN.....                               | 8  |
| 1.4. PROMOTOR.....                                    | 8  |
| 1.5. EMPLAZAMIENTO.....                               | 9  |
| 1.6. REGLAMENTACIÓN.....                              | 10 |
| 1.7. PROGRAMA DE NECESIDADES.....                     | 12 |
| 1.7.1. Potencia total instalada.....                  | 12 |
| 1.7.2. Producción de energía fotovoltaica .....       | 13 |
| 1.8. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....           | 14 |
| 1.8.1. Características generales de la planta.....    | 14 |
| 1.8.2. Equipos principales.....                       | 15 |
| 1.8.2.1. Módulos Fotovoltaicos .....                  | 15 |
| 1.8.2.2. Inversores Fotovoltaicos .....               | 16 |
| 1.8.3. Estructura flotante .....                      | 17 |
| 1.8.4. Instalaciones eléctricas .....                 | 18 |
| 1.8.4.1. Conductores corriente continua .....         | 18 |
| 1.8.4.1.1. Conductores corriente alterna .....        | 19 |
| 1.8.4.2. Dispositivos de protección .....             | 19 |
| 1.8.4.3. Centro de transformación .....               | 19 |
| 1.8.4.4. Puesta a tierra .....                        | 20 |
| 1.8.5. Obra civil.....                                | 20 |
| 1.9. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS .....                    | 21 |
| 1.9.1. Radiación solar .....                          | 21 |
| 1.9.2. Distancia mínima entre filas.....              | 21 |
| 1.9.3. Potencia prevista para el cálculo.....         | 22 |
| 1.9.3.1. Potencia eléctrica instalada .....           | 22 |
| 1.9.3.2. Potencia eléctrica simultanea .....          | 23 |
| 1.9.4. Dimensionado de los módulos fotovoltaicos..... | 24 |
| 1.9.5. Dimensionado de los inversores .....           | 25 |
| 1.9.6. Dimensionado del cableado .....                | 25 |
| 1.9.6.1. Fórmulas utilizadas.....                     | 25 |
| 1.9.6.2. Configuración líneas de continua.....        | 28 |

|          |  |    |
|----------|--|----|
| 1.9.6.3. | Configuración líneas de alterna.....                                 | 35 |
| 1.9.7.   | Cálculo de puesta a tierra.....                                      | 43 |
| 2.       | PLANOS.....  | 44 |
| 3.       | PLIEGO DE CONDICIONES.....   | 56 |
| 3.1.     | OBJETO DEL PLIEGO .....  | 56 |
| 3.2.     | ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS.....                              | 56 |
| 3.3.     | ALCANCE DE LA OBRA .....   | 57 |
| 3.4.     | DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA OBRA .....                                 | 58 |
| 3.5.     | ESPECIFICACIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES Y EQUIPOS ..... | 58 |
| 3.5.1.   | Generalidades y definiciones .....                                   | 58 |
| 3.5.1.1. | Radiación solar. ....  | 59 |
| 3.5.1.2. | Generadores Fotovoltaicos .....                                      | 59 |
| 3.5.1.3. | Inversores.....  | 60 |
| 3.5.1.4. | Procedencia de los materiales. Prueba y ensayo de materiales .....   | 61 |
| 3.5.2.   | Instalación eléctrica línea subterránea. ....                        | 61 |
| 3.5.3.   | Generadores fotovoltaicos.....                                       | 63 |
| 3.5.4.   | Inversores.....  | 65 |
| 3.5.5.   | Estructura flotante .....  | 69 |
| 3.5.6.   | Centro de transformación .....                                       | 70 |
| 3.5.7.   | Conductores .....  | 71 |
| 3.5.7.1. | Materiales .....   | 73 |
| 3.5.8.   | Aparatos de protección .....   | 73 |
| 3.5.8.1. | Interruptores automáticos .....                                      | 73 |
| 3.5.8.2. | Fusibles.....  | 74 |
| 3.5.8.3. | Interruptores diferenciales .....                                    | 75 |
| 3.5.9.   | Sistema de monitorización.....                                       | 75 |
| 3.5.10.  | Especificaciones de la ejecución de la obra .....                    | 76 |
| 4.       | PRESUPUESTO .....  | 79 |
| 4.1.     | MEDICIONES.....  | 79 |
| 4.2.     | CUADRO DE PRECIOS.....   | 85 |
| 4.3.     | PRESUPUESTO PARCIAL.....   | 88 |
| 4.4.     | RESUMEN PRESUPUESTO .....  | 94 |
| 5.       | ANEXOS.....  | 95 |

## **1. MEMORIA**

### **1.1. ANTECEDENTES**

La zona regable de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma se divide en 11 sectores, abarcando una superficie de regadío de 20.053 hectáreas, todas ellas pertenecientes a la provincia de León, y se abastece del Canal de la MI del río Porma que toma el agua del embalse del Porma.

La Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma pretende el suministro de energía, al menos en parte, mediante fuentes alternativas, concretamente mediante la energía solar fotovoltaica.

En los últimos años, las energías renovables han comenzado a integrarse de manera creciente en las explotaciones agrícolas siendo su funcionamiento adecuado y permitiendo ahorros energéticos en la práctica del riego.

La energía solar ha destacado sobre otras fuentes renovables debido a su eficiencia y viabilidad. Este creciente interés por las energías renovables se debe a la excesiva dependencia económica de los combustibles fósiles, cuyo alto precio, inseguridad en el suministro e inestabilidad geopolítica de los países productores plantean grandes desafíos. Además, el calentamiento global provocado por la emisión de gases de efecto invernadero ha impulsado la búsqueda de alternativas más sostenibles.

### **1.2. OBJETO**

El objeto del presente proyecto ha sido el diseño y descripción de una instalación fotovoltaica flotante de autoconsumo de 3.432,00 kWp y 3.150,00 kW nominales, sobre la balsa de riego de 3,15 hectáreas que abastece la estación de bombeo del Sector IV del margen izquierdo del Porma.

La estación de bombeo será alimentada en parte por energía proveniente de la red eléctrica y por otro porcentaje por la construcción de la instalación fotovoltaica flotante sobre la balsa.

### 1.3. JUSTIFICACIÓN

La elección de una instalación fotovoltaica flotante para la realización de este proyecto se basa en una serie de ventajas técnicas, ambientales y operativas que hacen que esta opción sea más adecuada y eficiente en comparación con las instalaciones solares terrestres tradicionales.

- Optimización del terreno: permite la instalación de módulos solares en cuerpos de agua, liberando terrenos terrestres para otros usos como agricultura, ganadería y conservación de la naturaleza.
- Mejora de la eficiencia energética: los paneles sobre el agua tienen menos sombreado, mejor refrigeración por la proximidad al agua y menos acumulación de polvo, lo que aumenta la eficiencia energética en un 10-15% respecto a las instalaciones terrestres.
- Conservación y calidad del agua: reducción de la evaporación del agua en más del 80%, lo cual es crucial en climas áridos y zonas con escasez de agua. Además, la sombra proyectada de los módulos reduce el crecimiento de algas, mejorando la calidad del agua para consumo humano y riego.
- Impacto visual reducido: estas instalaciones tienen un menor impacto visual y se integran mejor en el paisaje natural.
- Aprovechamiento de áreas no productivas: Se pueden regenerar áreas contaminadas o no productivas.
- Sencillez de montaje: requiere menos materiales y mano de obra, simplificando el proceso de instalación y reduciendo los costes.

### 1.4. PROMOTOR

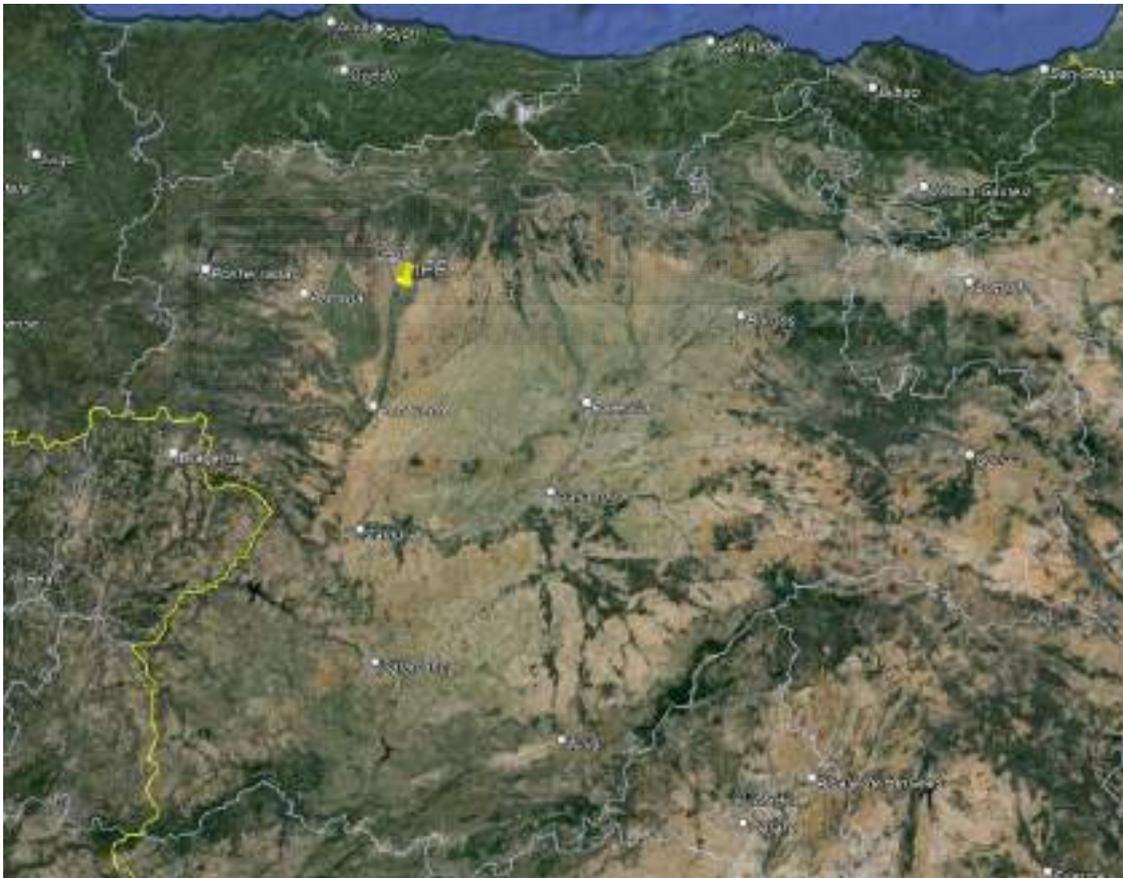
Se redacta el siguiente proyecto a petición de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma, promotor de las instalaciones descritas en el presente documento.

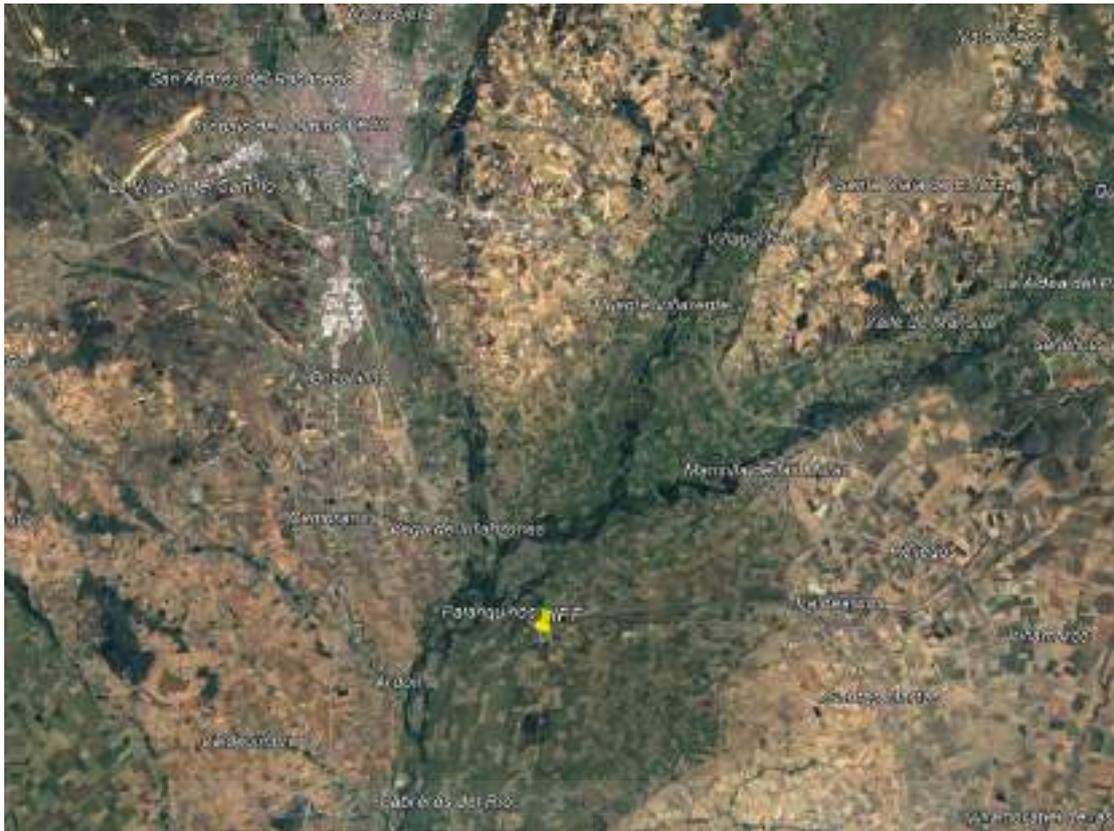
- Nombre: COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PORMA
- C.I.F.: G24066250
- Dirección: Calle La Adobera, 8 Cabrerros del Río, 24224, León

## 1.5. EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento donde se pretende ejecutar la instalación fotovoltaica objeto del presente proyecto está situado en la provincia de León:

- Localización: Carretera Campo de Villavidel, 24225, León
- Referencia catastral: 24035A102090220000OS (Polígono 102 Parcela 9022, Campo de Villavidel)
- Coordenadas UTM:
  - o 30 T
  - o X: 294209,55 m E
  - o Y: 4702464,40 m N





## 1.6. REGLAMENTACIÓN

La instalación documentada en el presente proyecto está afectada y, por tanto, cumplirá con la legislación vigente:

- REAL DECRETO 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- REAL DECRETO 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.E.B.T) y sus Instrucciones Técnicas complementarias.
- LEY 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- REAL DECRETO 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- REAL DECRETO 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- REAL DECRETO - LEY 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- REAL DECRETO 31/1995, de 8 de noviembre de 1991, de Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- REAL DECRETO 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- REAL DECRETO 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Normas UNE
- Normas IEC (Comisión Electrotécnica internacional)

## 1.7. PROGRAMA DE NECESIDADES

### 1.7.1. Potencia total instalada

La potencia total instalada en la estación de bombeo viene dada por la suma de todas las potencias de los receptores instalados que según se muestra en la tabla siguiente es de 2810,91 kW.

| <b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b> |                     |                |                 |                 |                     |                 |
|---------------------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|                                 |                     | <b>P. (kW)</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Subtotal</b> | <b>Coef. Simult</b> | <b>P. TOTAL</b> |
| BOMBAS                          | BOMBA 1             | 160            | 1               | 160             | 1                   | 160             |
|                                 | BOMBA 2,3,4,5,6     | 300            | 5               | 1500            | 1                   | 1500            |
|                                 | BOMBA 7,8           | 560            | 2               | 1120            | 1                   | 1120            |
| ALUMBRADO INT.                  | LUMINARIA IND.      | 0,25           | 7               | 1,75            | 1                   | 1,75            |
|                                 | PROYECTOR HM        | 0,25           | 17              | 4,25            | 1                   | 4,25            |
|                                 | LUMINARIA 2X36 W    | 0,072          | 4               | 0,288           | 1                   | 0,288           |
|                                 | LUMINARIA 4X18 W    | 0,072          | 10              | 0,72            | 1                   | 0,72            |
| ALUMBRADO EXT.                  | PROYECTOR VSAP      | 0,4            | 2               | 0,8             | 1                   | 0,8             |
|                                 | PROYECTOR VSAP      | 0,25           | 2               | 0,5             | 1                   | 0,5             |
|                                 | PROYECTOR VSAP      | 0,15           | 4               | 0,6             | 1                   | 0,6             |
|                                 | LUMINARIA EXT.      | 0,15           | 12              | 1,8             | 1                   | 1,8             |
| RECEPTORES INT.                 | VÁLVULAS            | 1,5            | 3               | 4,5             | 1                   | 4,5             |
|                                 | VÁLVULAS BOMBAS     | 0,2            | 8               | 1,6             | 1                   | 1,6             |
|                                 | P. GRUA             | 3              | 1               | 3               | 1                   | 3               |
|                                 | RESISTENCIA BOMBA   | 0,1            | 8               | 0,8             | 1                   | 0,8             |
|                                 | RESISTENCIA ARMARIO | 0,1            | 8               | 0,8             | 1                   | 0,8             |
|                                 | CUADRO DE CONTROL   | 2              | 1               | 2               | 1                   | 2               |
|                                 | EQUIPO DE CLIMATIZA | 4              | 1               | 4               | 1                   | 4               |
|                                 | EQUIPO INFORMÁTICO  | 0,75           | 2               | 1,5             | 1                   | 1,5             |
| RECEPTORES EXT.                 | FILTRO              | 2              | 1               | 2               | 1                   | 2               |
| <b>Total:</b>                   |                     |                |                 | <b>2810,91</b>  |                     | <b>2810,91</b>  |

Las características del equipo de bombeo se recogen a continuación:

Caudal de bombeo: 2.785,83 l/s

Presión de bombeo: 60 m

Potencia total: 2780 kW

Número de bombas: 8 bombas trifásicas que trabajan a una tensión de 690V

- 1 bomba de 160 kW con variador de frecuencia
- 1 bomba de 300 kW con variador de frecuencia
- 4 bombas de 300 kW sin variador de frecuencia
- 2 bombas de 560 kW sin variador de frecuencia

### 1.7.2. Producción de energía fotovoltaica

La producción de energía fotovoltaica está directamente relacionada con las condiciones climáticas, características técnicas de los equipos y la potencia instalada.

Para realizar el cálculo estimado de generación se ha utilizado el programa PVSyst. Los datos climáticos han sido importados desde la base de datos Meteororm.

La instalación fotovoltaica objeto del presente proyecto está dotada de una potencia pico instalada de 3.432,00 kWp y 3.150,00 kW de potencia nominal. Siendo, la potencia pico de una instalación fotovoltaica igual a la suma de las potencias nominales de los módulos solares dadas las Condiciones Estándar de Medida (STC) (1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, 1,5 G).

Las pérdidas del sistema son consecuencia del parámetro como la temperatura, ensuciamiento, mismatch, rendimiento del inversor, pérdidas óhmicas del cableado, etc. A partir de los datos de la radiación solar, las pérdidas estimadas y la potencia pico fotovoltaica instalada se obtiene la siguiente tabla de producción mensual esperada.

Balances and main results

|           | GlobHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | DiffHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | T_Amb<br>°C | GlobInc<br>kWh/m <sup>2</sup> | GlobEff<br>kWh/m <sup>2</sup> | EArray<br>kWh | E_Grid<br>kWh | PR<br>ratio |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| January   | 63.2                          | 26.83                         | 3.34        | 59.5                          | 63.2                          | 175111        | 172293        | 0.843       |
| February  | 79.8                          | 29.93                         | 4.77        | 87.7                          | 81.2                          | 262070        | 239072        | 0.794       |
| March     | 129.4                         | 47.25                         | 8.06        | 137.3                         | 130.8                         | 412487        | 387682        | 0.823       |
| April     | 182.8                         | 55.00                         | 10.49       | 169.4                         | 161.8                         | 498292        | 425491        | 0.738       |
| May       | 199.6                         | 65.18                         | 14.47       | 202.7                         | 194.9                         | 586496        | 500473        | 0.834       |
| June      | 220.3                         | 68.95                         | 18.92       | 222.1                         | 213.7                         | 628922        | 622584        | 0.817       |
| July      | 232.9                         | 62.60                         | 21.04       | 235.9                         | 227.3                         | 680713        | 653983        | 0.808       |
| August    | 203.4                         | 58.13                         | 20.76       | 209.2                         | 201.4                         | 592416        | 585732        | 0.817       |
| September | 148.5                         | 51.49                         | 17.44       | 156.3                         | 149.7                         | 452233        | 447413        | 0.834       |
| October   | 97.0                          | 40.33                         | 12.78       | 104.6                         | 98.2                          | 307107        | 303353        | 0.845       |
| November  | 60.8                          | 25.50                         | 8.95        | 68.0                          | 61.3                          | 198394        | 180488        | 0.887       |
| December  | 46.8                          | 23.33                         | 3.96        | 52.9                          | 46.6                          | 153272        | 150477        | 0.829       |
| Year      | 1634.0                        | 553.52                        | 11.96       | 1704.6                        | 1620.0                        | 4927511       | 4730049       | 0.809       |

**Legends**

- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T\_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E\_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio

## 1.8. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

### 1.8.1. Características generales de la planta

Se ha diseñado una instalación fotovoltaica flotante sobre la balsa de riego, es decir los paneles estarán montados sobre unos flotadores con una orientación e inclinación determinada por estos.

Para satisfacer las necesidades de la instalación se ha proyectado la instalación de un total de 6240 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 550 W, obteniendo una potencia pico total de 3.432,00 kWp.

Puesto que la instalación objeto de proyecto es una instalación fotovoltaica de autoconsumo, se ha proyectado la instalación de 9 inversores de red con una potencia de 350 kWac.

En base a esta configuración de módulos e inversores, la instalación fotovoltaica se compone de 240 strings con 26 módulos en cada una, divididas en:

- 6 inversores: con 27 strings de 26 módulos fotovoltaicos
- 3 inversores: con 26 strings de 26 módulos fotovoltaicos

|                                  | <i>Ud</i> | <i>Potencia Pico Unitaria (Wp)</i> | <i>Potencia Pico Total (kWp)</i> |
|----------------------------------|-----------|------------------------------------|----------------------------------|
| <i>Nº Paneles/Strings</i>        | 26        | 550                                | 14,30                            |
| <i>Nº String/Inversor</i>        | 27        | 14,30                              | 386,10                           |
| <i>Nº String/Inversor</i>        | 26        | 14,30                              | 371,80                           |
| <i>Nº Inversores/Instalación</i> | 6         | 386,10                             | <b>2.316,60</b>                  |
| <i>Nº Inversores/Instalación</i> | 3         | 371,80                             | <b>1.115,40</b>                  |
| <b>TOTAL</b>                     |           |                                    | <b>3.432,00</b>                  |

La tensión de funcionamiento en baja tensión de la estación de bombeo es de 690 V, está no es una tensión de salida estándar en los inversores de red, por tanto, la instalación deberá contar con un transformador para adaptar la tensión de generación a la de utilización.

Ya que la instalación de este transformador es indispensable se ha proyectado el montaje de inversores de red con una tensión de salida de 800 V, este tipo de inversores permite aumentar la distancia entre el inversor y la estación de bombeo en decremento de la distancia entre los módulos fotovoltaicos y el

inversor, obteniendo menores pérdidas por caída de tensión en la parte de corriente continua.

El punto de evacuación de la planta fotovoltaica será el Cuadro General de Baja Tensión de 690 V situado dentro de la estación de bombeo.

## 1.8.2. Equipos principales

### 1.8.2.1. Módulos Fotovoltaicos

El elemento fundamental de una instalación fotovoltaica son los módulos fotovoltaicos. Dichos elementos son los encargados de efectuar la transformación de la radiación solar en energía eléctrica. Dicha transformación se realiza directamente en las células fotovoltaicas mediante un fenómeno físico llamado efecto fotoeléctrico que permite obtener electricidad con solo exponer la célula a la radiación solar.

En la generación de la energía eléctrica no se produce ningún tipo de residuo, ni emisiones de gases, ni vertido de líquidos siendo una forma de generación medioambientalmente limpia.

Los módulos fotovoltaicos quedan definidos por sus características técnicas, siendo la fundamental la potencia. Se define la "Potencia Pico" de un módulo fotovoltaico como la potencia máxima de dicho módulo en las Condiciones Estándar de Medida. (STC).

En nuestro caso, el sistema de generación solar estará constituido por 6240 paneles de 550 Wp de potencia cada uno. Los paneles serán de la marca Jinko Solar modelo JKM550M-72HL4-V.

El módulo fotovoltaico está formado por un vidrio templado de alta transmisión de 3,2 mm en la parte frontal y estructura fabricada en aleación de aluminio anodizado. Dichos paneles están compuestos por 144 células monocristalinas de alta eficiencia. La caja de conexión dispone de un grado de protección IP68 y conductores eléctricos de cobre de 4 mm<sup>2</sup>.

Los módulos utilizados cumplirán todos los estándares de calidad exigidos para este tipo de instalaciones en términos de protecciones y en términos de

compatibilidad electromagnética, marcado por CE, normativa IEC y directivas europeas.

Los principales datos que caracterizan el módulo fotovoltaico seleccionado se indican a continuación:

- Potencia máxima (P<sub>máx</sub>) 550Wp
- Tensión punto máxima potencia (V<sub>mp</sub>) 40,90 V
- Corriente punto máxima potencia (I<sub>mp</sub>) 13,45 A
- Tensión de circuito abierto (V<sub>oc</sub>) 49,62 V
- Corriente de cortocircuito (I<sub>sc</sub>) 14,03 A
- Dimensiones 2278 x 1134 x 35 mm
- Peso 27 kg

Los coeficientes de temperatura de la célula fotovoltaica se indican a continuación:

- Temperatura de trabajo -40°C ~ +85°C
- Potencia 0 ~ +3%
- Coeficiente T<sup>a</sup> circuito abierto -0,28%/°C
- Coeficiente T<sup>a</sup> cortocircuito 0,048%/°C

#### 1.8.2.2. Inversores Fotovoltaicos

El inversor es un elemento que convierte la corriente continua generada en los módulos fotovoltaicos en corriente alterna que se inyecta a la red. Los inversores de conexión serán de 350 kWh y serán de la marca Sungrow modelo SG350HX.

Los principales datos que caracterizan el inversor de conexión a red seleccionado se indican a continuación:

- Dimensiones 1136 x 870 x 361 mm
- Peso <116 kg
- Rango de temperaturas -30°C – +60°C
- Consumo nocturno < 6 W
- Grado de protección IP66
- Eficiencia máxima 99,02%
- Eficiencia europea 98,8%

En los siguientes puntos se describen los principales parámetros de entrada del inversor:

- Rango de tensión Mpp 500 V – 1500 V
- Máxima tensión 1500 V
- Máxima corriente cortocircuito MPPT 60 A
- Máxima corriente 12\*40A(Opcional: 14\*30A/16\*30A)
- Numero de MPPT independientes 12 (opcional:14/16)

En los siguientes se describen los principales parámetros de salida del inversor:

- Potencia nominal 350 kW
- Tensión nominal 3 / PE, 800 V
- Frecuencia 50 Hz
- Corriente máxima salida 254 A
- Factor de potencia (cos phi) > 0,99
- THD < 3%

### 1.8.3. Estructura flotante

Los módulos fotovoltaicos irán dispuestos sobre unos flotadores de la marca ISIFLOATING. Los flotadores permiten la cobertura parcial o completa de la superficie del agua. Son adaptables a los diferentes niveles de agua que pueda haber en la balsa pudiendo descansar sobre los terraplenes. Estarán equipados con unos amarres diseñados para sujetarse a la orilla de la balsa, garantizando así la estabilidad del sistema en el cuerpo de agua.

La instalación se compone de dos tipos de flotadores que desempeñan distintas funciones. Uno de ellos es el encargado de soportar los paneles fotovoltaicos y el otro sirve como pasarela, barrera o soporte para inversores.

Se requerirá un total de 15616 flotadores, divididos en 12480 flotadores modulares para los paneles fotovoltaicos y 3136 flotadores denominados secundarios, los cuales sirven para conformar las zonas de paso.

Flotador modular (2 por módulo):

- Material HDPE Virgen

- Dimensiones 1160 x 935 x 370 mm
- Ángulo de inclinación 5°
- Flotabilidad 2,4 kN (240kg) por panel

Flotador secundario:

- Material HDPE Virgen, Antideslizante
- Dimensiones 1097 x 575 x 240 mm
- Ángulo de inclinación 0°
- Flotabilidad 157 kg/m<sup>2</sup>

#### 1.8.4. Instalaciones eléctricas

La instalación se compone de dos partes bien diferenciadas desde el punto de vista eléctrico. Una de ellas es la parte correspondiente a corriente continua en baja tensión, que contemplará la conexión entre módulos e inversores. Y la otra parte se corresponde a la corriente alterna, incluyendo los inversores, el centro de transformación y la conexión del punto de evacuación.

##### 1.8.4.1. Conductores corriente continua

La parte de corriente continua comprende la interconexión de los módulos fotovoltaicos y la línea de conexión con los inversores. Los conductores empleados serán de cobre recocido estañado, unipolares, tensión asignada de 1,5/1,5 kV CC, temperatura máxima en servicio/cortocircuito 90°C/250°C, tipo H1Z2Z2-K, aislamiento y cubierta exterior de compuesto reticulado, libre de halógenos, con baja emisión de humos y gases corrosivos, con secciones de 4 mm<sup>2</sup>. Las interconexiones de los módulos se realizarán con conectores tipo MC4.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,5% de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

A la salida de cada string se colocará una caja de interconexión, protección y comprobación, que contendrá en su interior los fusibles. El objeto principal de esta caja es la realización de mediciones de tensión con la instalación en carga y el seccionamiento y aislamiento de forma segura e independiente para cada serie.

#### 1.8.4.1.1. Conductores corriente alterna

La parte de corriente alterna comienza en los bornes de salida de los inversores, los cuales generan corriente eléctrica a una tensión de 800 V, la energía generada por estos se conducirá por el cableado colocado sobre los flotadores hasta los distintos cuadros de protecciones de cada inversor y luego hasta el Cuadro General de Baja Tensión de 800 V por canalización subterránea mediante tubo. Los conductores a emplear serán de cobre, unipolares, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos, con baja emisión de humos y gases corrosivos, del tipo RZ1-K(AS), tensión asignada 0,6/1 kV, temperatura máxima en servicio/cortocircuito 90°C/250°C y secciones comprendidas entre 120 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup>.

#### 1.8.4.2. Dispositivos de protección

Los fusibles, interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales que se plasman en el esquema unifilar garantizan la protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos de la instalación fotovoltaica.

#### 1.8.4.3. Centro de transformación

Puesto que el punto de evacuación de la planta fotovoltaica es a 690 V se debe bajar la tensión de generación de los inversores, para ello se utilizará un transformador en baño de aceite de 4000 kVA con las siguientes características:

- Potencia 4000 kVA
- Tensión primaria 690 V
- Tensión secundaria 800 V
- Frecuencia 50 Hz
- Grupo de conexión Dyn11

El cálculo de la sección de los conductores se realizará teniendo en cuenta que el valor máximo de la caída de tensión no sea superior a un 1.5 % de la tensión de línea del sistema trifásico en su totalidad y verificando que la máxima intensidad admisible de los conductores quede garantizada en todo momento.

#### 1.8.4.4. Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

Se conectarán mediante conductores de protección todas las partes metálicas de la instalación, incluyendo los módulos fotovoltaicos. Todas las conexiones de los circuitos de tierra se realizarán mediante terminales que garanticen un buen contacto permanente y protegido contra la corrosión.

Los conductores de protección son los que conectan las masas de la instalación al embarrado de puesta a tierra general con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos. Sus secciones están definidas en la tabla 2 de la ITC-BT-19.

| Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> ) | Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> ) |
|---|---|
| S < 16  | S (*)   |
| 16 < S ≤ 35   | 16  |
| S > 35  | S/2   |

(\*) Con un mínimo de:  
 2,5 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica  
 4 mm<sup>2</sup> si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y no tienen una protección mecánica

Las secciones de los conductores de protección correspondientes a cada una de las líneas pueden observarse en el esquema unifilar.

#### 1.8.5. Obra civil

La obra civil necesaria para la ejecución del proyecto comprende todas las canalizaciones subterráneas y la instalación de dos edificios prefabricados.

Las canalizaciones subterráneas estarán constituidas por tubos plásticos, de doble capa, corrugados en su cara exterior y lisos en el interior, debidamente enterrados en zanja. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estas se produzcan, se dispondrán arquetas preferentemente ciegas, para facilitar la manipulación.

Se ha proyectado la instalación de dos edificios prefabricados, uno situado en la propia parcela de la estación de bombeo, donde se situarán los cuadros generales de protección de 800V y de 690V, y otro ubicado junto al camino de servicio de la balsa de riego que contendrá los cuadros de protección de cada inversor, así como los sistemas de monitorización para el correcto funcionamiento de la planta fotovoltaica.

## 1.9. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

### 1.9.1. Radiación solar

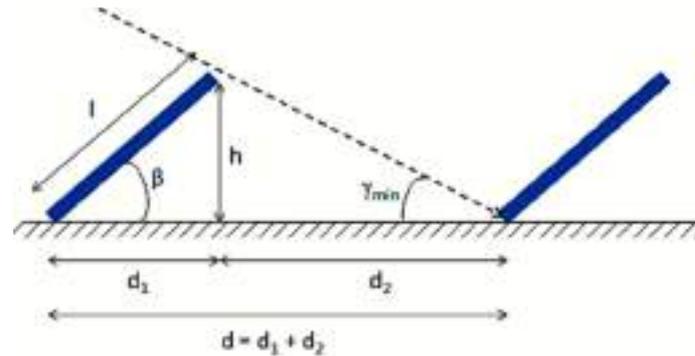
La tabla siguiente muestra la radiación promedio diaria por mes en la ubicación donde se va a situar la instalación solar flotante, latitud  $42,4472^\circ$  N, longitud  $5,502316$  W y altura sobre el nivel del mar de 781 m.

Los datos de radiación mostrados han sido obtenidos de la simulación en el software PVsyst.

| <b>Promedio de radiación solar diaria por mes (kWh/m<sup>2</sup>)</b> |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ene   | Feb  | Mar  | Abr  | May  | Jun  | Jul  | Ago  | Sep  | Oct  | Nov  | Dic  |
| 1,71  | 2,87 | 4,19 | 5,44 | 6,49 | 7,38 | 7,62 | 6,58 | 4,97 | 3,17 | 2,06 | 1,50 |

### 1.9.2. Distancia mínima entre filas

Se tendrá en cuenta la siguiente fórmula para el cálculo de la interdistancia entre filas de módulos solares.



$$d_2 = \frac{h}{\tan(61^\circ - \text{Latitud})}$$

La instalación objeto de estudio se encuentra en la latitud  $42^\circ$  y la altura  $h$  se halla de la siguiente forma:

$$h = \text{longitud del módulo} \cdot \text{sen}(\text{ángulo de inclinación del módulo})$$

$$h = 1,134 \text{ m} \cdot \text{sen}(5^\circ) = 0,1 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{0,1}{\tan(61^\circ - 42^\circ)} = 0,29 \text{ m}$$

Por lo tanto, se necesitará colocar los paneles fotovoltaicos a una distancia mínima entre filas de 0,29 m.

### 1.9.3. Potencia prevista para el cálculo

#### 1.9.3.1. Potencia eléctrica instalada

La potencia instalada será la suma de todas las potencias de los receptores instalados que según se muestra en la tabla siguiente es de 2810,91 kW.

| <b>POTENCIA TOTAL INSTALADA</b> |                     |                |                 |                 |                     |                 |
|---------------------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|                                 |                     | <b>P. (kW)</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Subtotal</b> | <b>Coef. Simult</b> | <b>P. TOTAL</b> |
| BOMBAS                          | BOMBA 1             | 160            | 1               | 160             | 1                   | 160             |
|                                 | BOMBA 2,3,4,5,6     | 300            | 5               | 1500            | 1                   | 1500            |
|                                 | BOMBA 7,8           | 560            | 2               | 1120            | 1                   | 1120            |
| ALUMBRADO INT.                  | LUMINARIA IND.      | 0,25           | 7               | 1,75            | 1                   | 1,75            |
|                                 | PROYECTOR HM        | 0,25           | 17              | 4,25            | 1                   | 4,25            |
|                                 | LUMINARIA 2X36 W    | 0,072          | 4               | 0,288           | 1                   | 0,288           |
|                                 | LUMINARIA 4X18 W    | 0,072          | 10              | 0,72            | 1                   | 0,72            |
| ALUMBRADO EXT.                  | PROYECTOR VSAP      | 0,4            | 2               | 0,8             | 1                   | 0,8             |
|                                 | PROYECTOR VSAP      | 0,25           | 2               | 0,5             | 1                   | 0,5             |
|                                 | PROYECTOR VSAP      | 0,15           | 4               | 0,6             | 1                   | 0,6             |
|                                 | LUMINARIA EXT.      | 0,15           | 12              | 1,8             | 1                   | 1,8             |
| RECEPTORES INT.                 | VÁLVULAS            | 1,5            | 3               | 4,5             | 1                   | 4,5             |
|                                 | VÁLVULAS BOMBAS     | 0,2            | 8               | 1,6             | 1                   | 1,6             |
|                                 | P. GRUA             | 3              | 1               | 3               | 1                   | 3               |
|                                 | RESISTENCIA BOMBA   | 0,1            | 8               | 0,8             | 1                   | 0,8             |
|                                 | RESISTENCIA ARMARIO | 0,1            | 8               | 0,8             | 1                   | 0,8             |
|                                 | CUADRO DE CONTROL   | 2              | 1               | 2               | 1                   | 2               |
|                                 | EQUIPO DE CLIMATIZA | 4              | 1               | 4               | 1                   | 4               |
|                                 | EQUIPO INFORMATICO  | 0,75           | 2               | 1,5             | 1                   | 1,5             |
| RECEPTORES EXT.                 | FILTRO              | 2              | 1               | 2               | 1                   | 2               |
|                                 |                     |                | <b>Total:</b>   | <b>2810,91</b>  |                     | <b>2810,91</b>  |

### 1.9.3.2. Potencia eléctrica simultanea

La potencia simultánea, es la potencia de los receptores multiplicada por los coeficientes de simultaneidad adecuados en aquellos receptores en que no se prevea su funcionamiento simultaneo, que como se muestra a continuación es de 2793,48 kW.

| <b>POTENCIA SIMULTANEA</b> |                     |                |                 |                 |                     |                 |
|----------------------------|---------------------|----------------|-----------------|-----------------|---------------------|-----------------|
|                            |                     | <b>P. (kW)</b> | <b>Cantidad</b> | <b>Subtotal</b> | <b>Coef. Simult</b> | <b>P. TOTAL</b> |
| BOMBAS                     | BOMBA 1             | 160            | 1               | 160             | 1                   | 160             |
|                            | BOMBA 2,3,4,5,6     | 300            | 5               | 1500            | 1                   | 1500            |
|                            | BOMBA 7,8           | 560            | 2               | 1120            | 1                   | 1120            |
| ALUMBRADO INT.             | LUMINARIA IND.      | 0,25           | 7               | 1,75            | 0,2                 | 0,35            |
|                            | PROYECTOR HM        | 0,25           | 17              | 4,25            | 0,2                 | 0,85            |
|                            | LUMINARIA 2X36 W    | 0,072          | 4               | 0,288           | 1                   | 0,288           |
|                            | LUMINARIA 4X18 W    | 0,072          | 10              | 0,72            | 0,2                 | 0,144           |
| ALUMBRADO EXT.             | PROYECTOR VSAP      | 0,4            | 2               | 0,8             | 0,2                 | 0,16            |
|                            | PROYECTOR VSAP      | 0,25           | 2               | 0,5             | 0,5                 | 0,25            |
|                            | PROYECTOR VSAP      | 0,15           | 4               | 0,6             | 0,5                 | 0,3             |
|                            | LUMINARIA EXT.      | 0,15           | 12              | 1,8             | 0,5                 | 0,9             |
| RECEPTORES INT.            | VÁLVULAS            | 1,5            | 3               | 4,5             | 0,2                 | 0,9             |
|                            | VÁLVULAS BOMBAS     | 0,2            | 8               | 1,6             | 1,2                 | 1,92            |
|                            | P. GRUA             | 3              | 1               | 3               | 0,2                 | 0,6             |
|                            | RESISTENCIA BOMBA   | 0,1            | 8               | 0,8             | 0,2                 | 0,16            |
|                            | RESISTENCIA ARMARIO | 0,1            | 8               | 0,8             | 0,2                 | 0,16            |
|                            | CUADRO DE CONTROL   | 2              | 1               | 2               | 1                   | 2               |
|                            | EQUIPO DE CLIMATIZA | 4              | 1               | 4               | 0,5                 | 2               |
|                            | EQUIPO INFORMATICO  | 0,75           | 2               | 1,5             | 1                   | 1,5             |
| RECEPTORES EXT.            | FILTRO              | 2              | 1               | 2               | 0,5                 | 1               |
|                            |                     |                | <b>Total:</b>   | <b>2810,91</b>  |                     | <b>2793,48</b>  |

Al ser una estación de bombeo no se puede aplicar factor de simultaneidad en las bombas ya que, si existe una gran demanda de caudal, estas funcionarían todas a la vez.

#### 1.9.4. Dimensionado de los módulos fotovoltaicos

La siguiente fórmula determinará la potencia de diseño de la instalación para el mes de mayor consumo y determinará el número de paneles necesarios.

$$P_{instalada} = \frac{E_{demandada}}{PR \cdot Irradiación \cdot n^{\circ} \text{ dias}}$$

donde:

- $E_{demandada}$  = Energía demandada por la planta (kWh)
- PR = "Performance Ratio" de la instalación
- Irradiación = Irradiación de la zona (kWh/m<sup>2</sup> · día)

A continuación, se detallan los consumos mensuales por periodo de la estación de bombeo.

| CONSUMOS MENSUALES POR PERIODOS (CRPORMA) |                |                |                |                |               |                  |                  |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------------|------------------|
| Mes                                       | P1 [kWh]       | P2 [kWh]       | P3 [kWh]       | P4 [kWh]       | P5 [kWh]      | P6 [kWh]         | Total            |
| Enero                                     | 1.556          | 1.182          | -              | -              | -             | 3459             | <b>6.197</b>     |
| Febrero                                   | 1.468          | 1.142          | -              | -              | -             | 3016             | <b>5.626</b>     |
| Marzo                                     | -              | 1.581          | 1.286          | -              | -             | 3184             | <b>6.051</b>     |
| Abril                                     | -              | -              | -              | 56.441         | 36.837        | 72205            | <b>165.483</b>   |
| Mayo                                      | -              | -              | -              | 67.450         | 53.918        | 127316           | <b>248.684</b>   |
| Junio                                     | -              | -              | 56.562         | 44.904         | -             | 131725           | <b>233.191</b>   |
| Julio                                     | 125.134        | 96.609         | -              | -              | -             | 489.510          | <b>711.253</b>   |
| Agosto                                    | -              | -              | 108.163        | 82.976         | -             | 426.498          | <b>617.637</b>   |
| Septiembre                                | -              | -              | 3.097          | 2.357          | -             | 26.789           | <b>32.243</b>    |
| Octubre                                   | -              | -              | -              | 2.209          | 1.712         | 3.730            | <b>7.651</b>     |
| Noviembre                                 | -              | 1.132          | 1.101          | -              | -             | 2923             | <b>5.156</b>     |
| Diciembre                                 | 1.514          | 1.272          | -              | -              | -             | 3.478            | <b>6.264</b>     |
| <b>Total</b>                              | <b>129.672</b> | <b>102.918</b> | <b>170.209</b> | <b>256.337</b> | <b>92.467</b> | <b>1.293.833</b> | <b>2.045.436</b> |

El mes con mayor consumo es julio, por lo que se hallará la potencia fotovoltaica instalada con el valor de energía de consumo y la irradiación solar de ese mes.

$$P_{instalada} = \frac{711253 \text{ kWh}}{0,877 \cdot 7,62 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2 \cdot \text{día}} \cdot 31 \text{ dias}} = 3433,27 \text{ kWp}$$

Para obtener el número de paneles necesarios en la instalación se hará la división de la potencia de diseño entre la potencia máxima de cada módulo solar.

$$N^{\circ} \text{ Paneles} = \frac{3433,27 \text{ kWp}}{0,55 \text{ kWp}} \approx 6240 \text{ paneles}$$

Los valores previamente obtenidos son meramente estimativos, pero que sirven como guía para poder dimensionar la planta utilizando softwares de simulación.

Al diseñar la instalación considerando el mes de mayor consumo puede resultar en un sobredimensionamiento, lo que generará un excedente de energía durante varios meses, especialmente cuando la estación de bombeo se encuentre fuera de campaña de riego de enero a marzo, y de octubre a diciembre. Sin embargo, este enfoque garantiza que la instalación proporcionará suficiente energía para abastecer a las bombas de riego en los meses en que sea necesario.

#### 1.9.5. Dimensionado de los inversores

La potencia generada en la instalación solar es de 3432,00 kW y los inversores seleccionados tienen una potencia de 350 kW, al realizar la división se obtienen:

$$N^{\circ} \text{ Inversores} = \frac{3432,00 \text{ kWp}}{350 \text{ kW}} = 9,8 \text{ inversores}$$

$$\text{Ratio DC/AC} = \frac{3432,00 \text{ kWp}}{9 * 350 \text{ kW}} = 1,09$$

Con los anteriores cálculos efectuados se llega a la conclusión de elegir un total de 9 inversores porque se asegura que los inversores tengan suficiente energía de los paneles solares para trabajar a un nivel óptimo y eficiente durante la mayor parte del tiempo y cuando existan condiciones de baja irradiación.

#### 1.9.6. Dimensionado del cableado

##### 1.9.6.1. Fórmulas utilizadas

##### Cálculo de los conductores por caída de tensión

Para el cálculo de las secciones de los conductores de todos los circuitos monofásicos (corriente continua) por caída de tensión, se empleará la siguiente fórmula:

$$S_{calc} = \frac{2 \cdot P_{calc} \cdot L_{calc}}{\gamma \cdot e_{max} \cdot u_n}$$

donde:

- $S_{calc}$  = sección de cálculo (mm<sup>2</sup>)
- $\gamma$  = conductividad del cobre (45,60 m/Ω·mm<sup>2</sup>)
- $P_{calc}$  = Potencia de cálculo (W)
- $L_{calc}$  = Longitud (m)
- $e_{max}$  = Caída de tensión máxima admisible (V)
- $U_n$  = Tensión nominal fase-neutro (V)

Para el cálculo de las secciones de los conductores de todos los circuitos trifásicos por caída de tensión, se empleará la siguiente fórmula:

$$S_{calc} = \frac{P_{calc} \cdot L_{calc}}{\gamma \cdot e_{max} \cdot U_f}$$

donde:

- $S_{calc}$  = sección de cálculo (mm<sup>2</sup>)
- $\gamma$  = conductividad del cobre (45,60 m/Ω·mm<sup>2</sup>)
- $P_{calc}$  = Potencia de cálculo (W)
- $L_{calc}$  = Longitud (m)
- $e_{max}$  = Caída de tensión máxima admisible (V)
- $U_f$  = Tensión nominal fase-fase (V)

#### Cálculo de los conductores por intensidad máxima admisible

Para el cálculo de las secciones de los conductores de todos los circuitos monofásicos (corriente continua) por intensidad máxima admisible, se empleará la siguiente fórmula:

$$I_{calc} = \frac{P_{calc}}{U_n \cdot \cos\varphi}$$

donde:

- $I_{calc}$  = intensidad de cálculo (A)
- $P_{calc}$  = Potencia de cálculo (W)
- $U_n$  = Tensión nominal fase-neutro (V)
- $\cos\varphi$  = coseno de  $\varphi$ , factor de potencia

Para el cálculo de las secciones de los conductores de todos los circuitos trifásicos por intensidad máxima admisible, se empleará la siguiente fórmula:

$$I_{calc} = \frac{P_{calc}}{\sqrt{3} \cdot U_f \cdot \cos\varphi}$$

donde:

- $I_{calc}$  = intensidad de cálculo (A)
- $P_{calc}$  = Potencia de cálculo (W)
- $U_f$  = Tensión nominal fase-fase (V)
- $\cos\varphi$  = coseno de  $\varphi$ , factor de potencia

### Cálculo de las protecciones contra sobrecargas de circuitos

De acuerdo con la Norma UNE 20.460 se tendrán en cuenta las siguientes fórmulas:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 \cdot I_z$$

donde:

- $I_b$  = Intensidad utilizada en el circuito
- $I_n$  = Intensidad máxima del dispositivo de potencia
- $I_z$  = Intensidad admisible en la canalización
- $I_2$  = Intensidad que asegura el funcionamiento del dispositivo de potencia en el tiempo de desconexión.

### Cálculo de las intensidades de cortocircuito convencional

La corriente  $I_{cc}$  se calculará por el método simplificado:

$$I_{cc} = \frac{U_a}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_t^2 + X_t^2)}}$$

donde:

- $U_a$  = tensión en el secundario (V)
- $I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito (kA)
- $R_t$  = Resistencia total desde el transformador al consumo más alejado (m  $\Omega$ )
- $X_t$  = Reactancia total desde el transformador al consumo más alejado (m  $\Omega$ )

### 1.9.6.2. Configuración líneas de continua

La parte de corriente continua comprende la distancia desde la salida de los módulos fotovoltaicos hasta la entrada de cada inversor. Esta instalación está dotada de 9 inversores con 14 MPPT, de los cuales 6 inversores tendrán 27 strings de 26 módulos cada una y 3 inversores con 26 strings de 26 módulos cada una.

En la siguiente tabla se muestran los valores calculados de las string de cada inversor:



| <i>Tramo</i>      | <i>Serie</i> | <i>Tensión nominal (V)</i> | <i>Intensidad Máxima (A)</i> | <i>Potencia (W)</i> | <i>Sección (mm<sup>2</sup>)</i> | <i>Longitud (m)</i> | <i>c.d.t. (V)</i> | <i>c.d.t. (%)</i> |
|-------------------|--------------|----------------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Inversor 1</i> | 1            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 31                  | 9,14              | 0,86              |
| <i>Inversor 1</i> | 2            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 29                  | 8,55              | 0,80              |
| <i>Inversor 1</i> | 3            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 26                  | 7,67              | 0,72              |
| <i>Inversor 1</i> | 4            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 24                  | 7,08              | 0,67              |
| <i>Inversor 1</i> | 5            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 21                  | 6,19              | 0,58              |
| <i>Inversor 1</i> | 6            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 19                  | 5,60              | 0,53              |
| <i>Inversor 1</i> | 7            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 16                  | 4,72              | 0,44              |
| <i>Inversor 1</i> | 8            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 14                  | 4,13              | 0,39              |
| <i>Inversor 1</i> | 9            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 12                  | 3,54              | 0,33              |
| <i>Inversor 1</i> | 10           | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 9                   | 2,65              | 0,25              |
| <i>Inversor 1</i> | 11           | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 7                   | 2,06              | 0,19              |
| <i>Inversor 1</i> | 12           | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 4                   | 1,18              | 0,11              |
| <i>Inversor 1</i> | 13           | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 2                   | 0,59              | 0,06              |
| <i>Inversor 1</i> | 14           | 1063,4                     | 13,45                        | 14249,56            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 1                   | 0,15              | 0,01              |
| <i>Inversor 2</i> | 1            | 1063,4                     | 13,45                        | 14249,56            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 32                  | 4,72              | 0,44              |
| <i>Inversor 2</i> | 2            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 29                  | 8,55              | 0,80              |
| <i>Inversor 2</i> | 3            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 26                  | 7,67              | 0,72              |
| <i>Inversor 2</i> | 4            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 24                  | 7,08              | 0,67              |
| <i>Inversor 2</i> | 5            | 1063,4                     | 26,90                        | 28605,46            | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu          | 21                  | 6,19              | 0,58              |

|                   |    |        |       |          |                        |    |      |      |
|-------------------|----|--------|-------|----------|------------------------|----|------|------|
| <i>Inversor 2</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 2</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 2</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 2</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 2</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 2</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 2</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |
| <i>Inversor 2</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 2</i> | 14 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,29 | 0,03 |
| <i>Inversor 3</i> | 1  | 1063,4 | 13,45 | 14249,56 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 32 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 3</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 29 | 8,55 | 0,80 |
| <i>Inversor 3</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 26 | 7,67 | 0,72 |
| <i>Inversor 3</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 24 | 7,08 | 0,67 |
| <i>Inversor 3</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 21 | 6,19 | 0,58 |
| <i>Inversor 3</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 3</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 3</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 3</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 3</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 3</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 3</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |

|                   |    |        |       |          |                        |    |      |      |
|-------------------|----|--------|-------|----------|------------------------|----|------|------|
| <i>Inversor 3</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 3</i> | 14 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,29 | 0,03 |
| <i>Inversor 4</i> | 1  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 31 | 9,14 | 0,86 |
| <i>Inversor 4</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 29 | 8,55 | 0,80 |
| <i>Inversor 4</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 26 | 7,67 | 0,72 |
| <i>Inversor 4</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 24 | 7,08 | 0,67 |
| <i>Inversor 4</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 21 | 6,19 | 0,58 |
| <i>Inversor 4</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 4</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 4</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 4</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 4</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 4</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 4</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |
| <i>Inversor 4</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 4</i> | 14 | 1063,4 | 13,45 | 14249,56 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,15 | 0,01 |
| <i>Inversor 5</i> | 1  | 1063,4 | 13,45 | 14249,56 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 31 | 4,57 | 0,43 |
| <i>Inversor 5</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 29 | 8,55 | 0,80 |
| <i>Inversor 5</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 26 | 7,67 | 0,72 |
| <i>Inversor 5</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 24 | 7,08 | 0,67 |
| <i>Inversor 5</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 21 | 6,19 | 0,58 |

|                   |    |        |       |          |                        |    |      |      |
|-------------------|----|--------|-------|----------|------------------------|----|------|------|
| <i>Inversor 5</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 5</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 5</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 5</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 5</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 5</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 5</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |
| <i>Inversor 5</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 5</i> | 14 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,29 | 0,03 |
| <i>Inversor 6</i> | 1  | 1063,4 | 13,45 | 14249,56 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 31 | 4,57 | 0,43 |
| <i>Inversor 6</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 29 | 8,55 | 0,80 |
| <i>Inversor 6</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 26 | 7,67 | 0,72 |
| <i>Inversor 6</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 24 | 7,08 | 0,67 |
| <i>Inversor 6</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 21 | 6,19 | 0,58 |
| <i>Inversor 6</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 6</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 6</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 6</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 6</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 6</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 6</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |

|                   |    |        |       |          |                        |    |      |      |
|-------------------|----|--------|-------|----------|------------------------|----|------|------|
| <i>Inversor 6</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 6</i> | 14 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,29 | 0,03 |
| <i>Inversor 7</i> | 1  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 32 | 9,44 | 0,89 |
| <i>Inversor 7</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 30 | 8,85 | 0,83 |
| <i>Inversor 7</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 27 | 7,96 | 0,75 |
| <i>Inversor 7</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 25 | 7,37 | 0,69 |
| <i>Inversor 7</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 22 | 6,49 | 0,61 |
| <i>Inversor 7</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 20 | 5,90 | 0,55 |
| <i>Inversor 7</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 18 | 5,31 | 0,50 |
| <i>Inversor 7</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 15 | 4,42 | 0,42 |
| <i>Inversor 7</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 13 | 3,83 | 0,36 |
| <i>Inversor 7</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 10 | 2,95 | 0,28 |
| <i>Inversor 7</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 8  | 2,36 | 0,22 |
| <i>Inversor 7</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 6  | 1,77 | 0,17 |
| <i>Inversor 7</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 3  | 0,88 | 0,08 |
| <i>Inversor 8</i> | 1  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 29 | 8,55 | 0,80 |
| <i>Inversor 8</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 26 | 7,67 | 0,72 |
| <i>Inversor 8</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 24 | 7,08 | 0,67 |
| <i>Inversor 8</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 21 | 6,19 | 0,58 |
| <i>Inversor 8</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 8</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |

|                   |    |        |       |          |                        |    |      |      |
|-------------------|----|--------|-------|----------|------------------------|----|------|------|
| <i>Inversor 8</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 8</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 8</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 8</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 8</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |
| <i>Inversor 8</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 8</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,29 | 0,03 |
| <i>Inversor 9</i> | 1  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 29 | 8,55 | 0,80 |
| <i>Inversor 9</i> | 2  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 26 | 7,67 | 0,72 |
| <i>Inversor 9</i> | 3  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 24 | 7,08 | 0,67 |
| <i>Inversor 9</i> | 4  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 21 | 6,19 | 0,58 |
| <i>Inversor 9</i> | 5  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 19 | 5,60 | 0,53 |
| <i>Inversor 9</i> | 6  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 16 | 4,72 | 0,44 |
| <i>Inversor 9</i> | 7  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 14 | 4,13 | 0,39 |
| <i>Inversor 9</i> | 8  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 12 | 3,54 | 0,33 |
| <i>Inversor 9</i> | 9  | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 9  | 2,65 | 0,25 |
| <i>Inversor 9</i> | 10 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 7  | 2,06 | 0,19 |
| <i>Inversor 9</i> | 11 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 4  | 1,18 | 0,11 |
| <i>Inversor 9</i> | 12 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 2  | 0,59 | 0,06 |
| <i>Inversor 9</i> | 13 | 1063,4 | 26,90 | 28605,46 | 4,0 mm <sup>2</sup> Cu | 1  | 0,29 | 0,03 |

### 1.9.6.3. Configuración líneas de alterna

Las líneas de corriente alterna se componen de todo el cableado desde la salida de cada inversor pasando por la caseta prefabricada de la balsa con las diferentes protecciones de los inversores para continuar enterradas en una zanja hasta llegar al nuevo centro de transformación y conectar en el cuadro general de la estación de bombeo.

La tabla siguiente muestra los cálculos en corriente alterna obtenidos con el software dmELECT:



| <i>Tramo</i>               | <i>Tensión nominal (V)</i> | <i>Longitud (m)</i> | <i>Potencia (W)</i> | <i>Sección (mm<sup>2</sup>)</i> | <i>I. Calculo (A)</i> | <i>I. Adm. (A)</i> | <i>c.d.t. Parcial (%)</i> | <i>c.d.t. Total (%)</i> |
|----------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| <i>Inversor 1-SubC 1</i>   | 800                        | 163                 | 350000              | 2(3x240+TTx120)Cu               | 255.66                | 978                | 0.35                      | 1.37                    |
| <i>Inversor 2-SubC 2</i>   | 800                        | 129                 | 350000              | 2(3x240+TTx120)Cu               | 255.66                | 978                | 0.28                      | 1.3                     |
| <i>Inversor 3-SubC 3</i>   | 800                        | 128                 | 350000              | 2(3x240+TTx120)Cu               | 255.66                | 978                | 0.27                      | 1.3                     |
| <i>Inversor 4-SubC 4</i>   | 800                        | 160                 | 350000              | 2(3x240+TTx120)Cu               | 255.66                | 978                | 0.34                      | 1.36                    |
| <i>Inversor 5-SubC 5</i>   | 800                        | 90                  | 350000              | 3x240+TTx120Cu                  | 255.66                | 489                | 0.4                       | 1.42                    |
| <i>Inversor 6-SubC 6</i>   | 800                        | 91                  | 350000              | 3x240+TTx120Cu                  | 255.66                | 489                | 0.4                       | 1.43                    |
| <i>Inversor 7-SubC 7</i>   | 800                        | 157                 | 350000              | 2(3x240+TTx120)Cu               | 255.66                | 978                | 0.34                      | 1.36                    |
| <i>Inversor 8-SubC 8</i>   | 800                        | 61                  | 350000              | 3x240+TTx120Cu                  | 255.66                | 489                | 0.27                      | 1.29                    |
| <i>Inversor 9-SubC 9</i>   | 800                        | 61                  | 350000              | 3x240+TTx120Cu                  | 255.66                | 489                | 0.27                      | 1.29                    |
| <i>SubCs – CGBT 800V</i>   | 800                        | 260                 | 3150000             | 10(3x240+TTx120)Cu              | 2300.93               | 4000               | 1,02                      | 1,02                    |
| <i>CGBT 690V-CG (E.B.)</i> | 690                        | 10                  | 3150000             | 10(3x240+TTx120)Cu              | 3126,5                | 4000               | 0,09                      | 0,09                    |

### DEMANDA DE POTENCIAS: Inversores - Subcuadros

- Potencia total instalada:

|            |           |
|------------|-----------|
| Inversor 1 | 350000 W  |
| Inversor 2 | 350000 W  |
| Inversor 3 | 350000 W  |
| Inversor 4 | 350000 W  |
| Inversor 5 | 350000 W  |
| Inversor 6 | 350000 W  |
| Inversor 7 | 350000 W  |
| Inversor 8 | 350000 W  |
| Inversor 9 | 350000 W  |
| TOTAL....  | 3150000 W |

### Cálculo de la Línea: Inversor 1

- Potencia nominal: 350000 W
- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 163 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 2(3x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 I.ad. a 40°C (Fc=1) 978 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

e(parcial): 2.8 V, 0.35%;

e(total): 10.97 V, 1.37%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

### Cálculo de la Línea: Inversor 2

- Potencia nominal: 350000 W
- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 129 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

Calentamiento:

Intensidad(A)\_R: 319.57

Se eligen conductores Unipolares  $2(3 \times 240 + TT \times 120) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y  
emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 978 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
e(parcial): 2.21 V, 0.28%;  
e(total): 10.39 V, 1.3%;

Prot. Térmica:  
I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.  
Protección diferencial:  
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Inversor 3

- Potencia nominal: 350000 W
- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 128 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0.08; r: 0.99

Calentamiento:  
Intensidad(A)\_R: 319.57  
Se eligen conductores Unipolares  $2(3 \times 240 + TT \times 120) \text{ mm}^2 \text{ Cu}$   
Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y  
emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a  $40^\circ\text{C}$  ( $F_c=1$ ) 978 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:  
e(parcial): 2.2 V, 0.27%;  
e(total): 10.37 V, 1.3%;

Prot. Térmica:  
I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.  
Protección diferencial:  
Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Inversor 4

- Potencia nominal: 350000 W
- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 160 m; Cos j: 1;  $X_u(\text{mW/m})$ : 0.08; r: 0.99

Calentamiento:

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 2(3x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 I.ad. a 40°C (Fc=1) 978 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

e(parcial): 2.74 V, 0.34%;

e(total): 10.92 V, 1.36%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Inversor 5

- Potencia nominal: 350000 W

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 90 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

Calentamiento:

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 3x240+TTx120mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1 I.ad. a 40°C (Fc=1) 489 A. según ITC-BT-19

Caída de tensión:

e(parcial): 3.2 V, 0.4%;

e(total): 11.38 V, 1.42%;

Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 372 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

#### Cálculo de la Línea: Inversor 6

- Potencia nominal: 350000 W

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 91 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

**Calentamiento:**

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 3x240+TTx120mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y  
emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 489 A. según ITC-BT-19

**Caída de tensión:**

e(parcial): 3.24 V, 0.4%;

e(total): 11.41 V, 1.43%;

**Prot. Térmica:**

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 372 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Inversor 7

- Potencia nominal: 350000 W
- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 157 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

**Calentamiento:**

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 2(3x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y  
emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 978 A. según ITC-BT-19

**Caída de tensión:**

e(parcial): 2.69 V, 0.34%;

e(total): 10.87 V, 1.36%;

**Prot. Térmica:**

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 400 A.

Protección diferencial:

Relé y Transformador. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

Cálculo de la Línea: Inversor 8

- Potencia nominal: 350000 W
- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra
- Longitud: 61 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

**Calentamiento:**

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 3x240+TTx120mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y  
emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 489 A. según ITC-BT-19

**Caída de tensión:**

e(parcial): 2.17 V, 0.27%;

e(total): 10.35 V, 1.29%;

**Prot. Térmica:**

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 372 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

**Cálculo de la Línea: Inversor 9**

- Potencia nominal: 350000 W

- Tensión de servicio: 800 V.

- Canalización: B1-Unip.Tubos Superf.o Emp.Obra

- Longitud: 61 m; Cos j: 1; Xu(mW/m): 0.08; r: 0.99

**Calentamiento:**

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 319.57

Se eligen conductores Unipolares 3x240+TTx120mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE+Pol - No propagador incendio y  
emisión humos y opacidad reducida -. Desig. UNE: RZ1-K(AS) Cca-s1b,d1,a1  
I.ad. a 40°C (Fc=1) 489 A. según ITC-BT-19

**Caída de tensión:**

e(parcial): 2.17 V, 0.27%;

e(total): 10.35 V, 1.29%;

**Prot. Térmica:**

I. Aut./Tri. In.: 400 A. Térmico reg. Int.Reg.: 372 A.

Protección diferencial:

Relé y Transfor. Diferencial Sens.: 30 mA. Clase AC.

**DEMANDA DE POTENCIAS : Subcuadros – CGBT 800V**

- Potencia total instalada:

|                        |           |
|------------------------|-----------|
| Subcuadros – CGBT 800V | 3150000 W |
| TOTAL....              | 3150000 W |

### Cálculo de la Línea: Subcuadros – CGBT 800V

- Tensión de servicio: 800 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 260 m;  $\cos j$ : 1;  $X_u$ (mW/m): 0.08;

#### Calentamiento:

Intensidad(A)<sub>R</sub>: 2364.84

Se eligen conductores Unipolares 10(3x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 4000 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 10(225) mm.

#### Caída de tensión:

e(parcial): 8.18 V, 1.02%;

e(total): 8.18 V, 1.02%;

#### Protección Térmica

I. Aut./Tri. In.: 2500 A. Térmico reg. Int.Reg.: 2500 A.

### DEMANDA DE POTENCIAS: CGBT 690V - CG (Estación Bombeo)

- Potencia total instalada:

CGBT 690V – CG (Estación Bombeo) 3150000 W

TOTAL.... 3150000 W

### Cálculo de la Línea: CGBT 690V – CG (Estación Bombeo)

- Potencia nominal: 3150000 W
- Tensión de servicio: 690 V.
- Canalización: Enterrados Bajo Tubo (R.Subt)
- Longitud: 10 m;  $\cos j$ : 0.87;  $X_u$ (mW/m): 0.08; r: 0.97

#### Calentamiento:

Intensidad(A)<sub>S</sub>: 3908.12

Se eligen conductores Unipolares 10(4x240+TTx120)mm<sup>2</sup>Cu

Nivel Aislamiento, Aislamiento: 0.6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

I.ad. a 25°C (Fc=1) 4000 A. según ITC-BT-07

Diámetro exterior tubo: 10(225) mm.

#### Caída de tensión:

e(parcial): 0.35 V, 0.09%

e(total): 0.35 V, 0.09%

#### Prot. Térmica:

I. Aut./Tri. In.: 3200 A. Térmico reg. Int.Reg.: 3200 A.

### 1.9.7. Cálculo de puesta a tierra

La instalación dispondrá de un sistema de tierra de forma que en ningún punto normalmente accesible del interior o exterior de la instalación eléctrica donde las personas puedan circular o permanecer, exista el riesgo de que puedan estar sometidas a una tensión peligrosa durante cualquier defecto.

- Resistividad del terreno 300 ohmios x m
- El electrodo de la puesta a tierra de la instalación se constituye con los siguientes elementos:
  - M. conductor de Cu desnudo                      35 mm<sup>2</sup>      30m
  - Longitud de las picas                                      2m
  - N° picas    1

Con lo que se obtendrá una resistencia de tierra de 17,56 ohmios

Los conductores de protección, se calcularon adecuadamente y según la ITC-BT-18, en el apartado del cálculo de circuitos. Así mismo cabe señalar que la línea principal de tierra no será inferior a 16 mm<sup>2</sup> en Cu, y la línea de enlace con tierra, no será inferior a 25 mm<sup>2</sup> en Cu.

## 2. PLANOS

PLANO Nº1: SITUACIÓN

PLANO Nº2: EMPLAZAMIENTO

PLANO Nº3: LAYOUT GENERAL

PLANO Nº4: DIMENSIONES DE LA PLANTA

PLANO Nº5: FLOTADORES

PLANO Nº6: DISTRIBUCIÓN STRINGS

PLANO Nº7: CONEXIÓN STRINGS 1/2

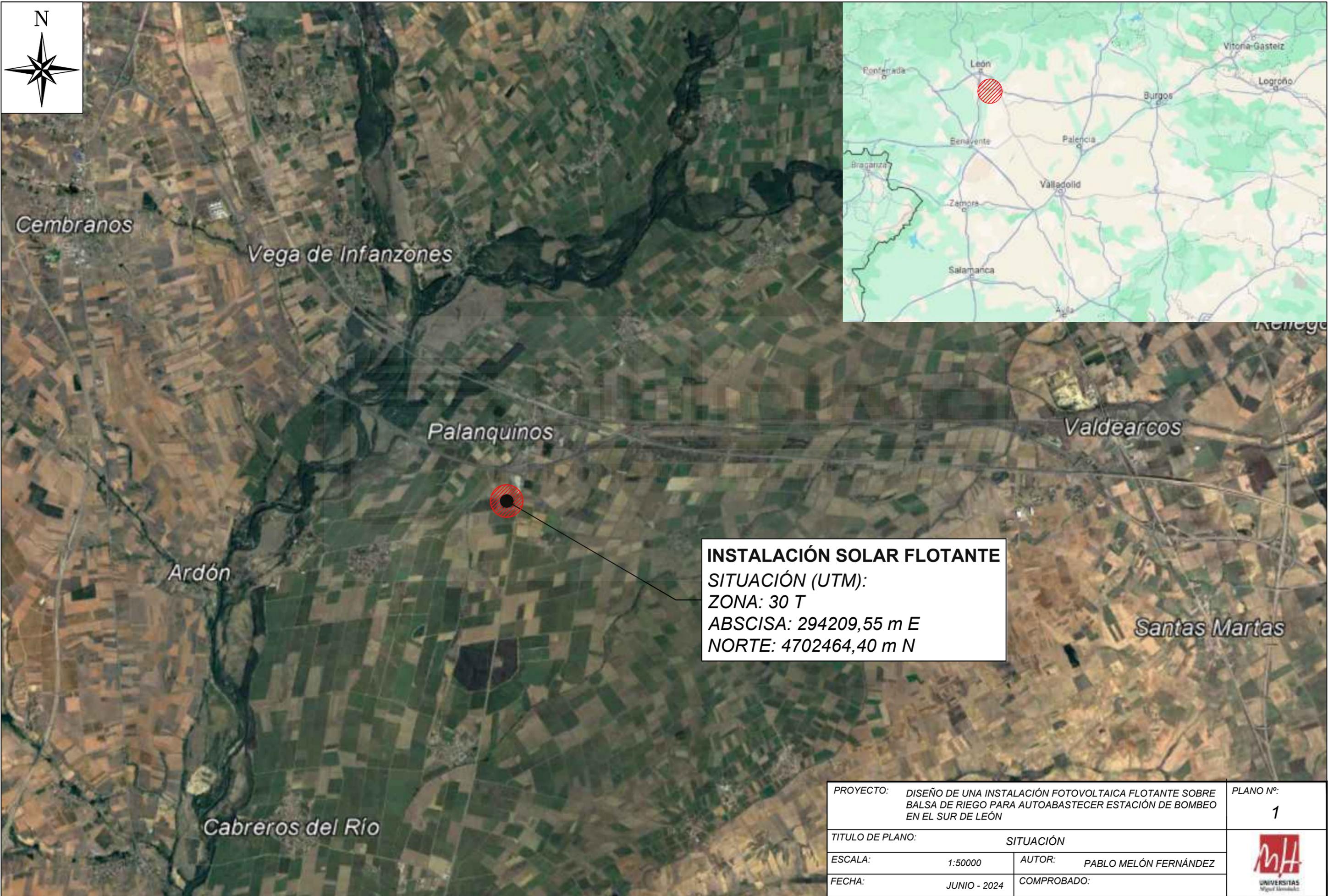
PLANO Nº8: : CONEXIÓN STRINGS 2/2

PLANO Nº9: CANALIZACIONES 1/2

PLANO Nº10: CANALIZACIONES 2/2

PLANO Nº11: ESQUEMA UNIFILAR ESTACIÓN BOMBEO

PLANO Nº12: ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN SOLAR



**INSTALACIÓN SOLAR FLOTANTE**  
**SITUACIÓN (UTM):**  
ZONA: 30 T  
ABSCISA: 294209,55 m E  
NORTE: 4702464,40 m N

|   |                                     |                       |
|---|-------------------------------------|-----------------------|
| <b>PROYECTO:</b> DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN |                                     | <b>PLANO N°:</b><br>1 |
| <b>TÍTULO DE PLANO:</b> SITUACIÓN   |                                     |                       |
| <b>ESCALA:</b> 1:50000  | <b>AUTOR:</b> PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |                       |
| <b>FECHA:</b> JUNIO - 2024  | <b>COMPROBADO:</b>                  |                       |



ESTACIÓN DE BOMBEO

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

CUADROS ELÉCTRICOS

INSTALACIÓN SOLAR FLOTANTE

LÍNEA AÉREA EXISTENTE 45 kV

| LEYENDA  |               |
|--|---------------|
|  | Módulo FV     |
|  | Flotadores    |
|  | Inversor      |
|  | Caja conexión |

|                  |              |  |                       |           |   |
|------------------|--------------|--|-----------------------|-----------|---|
| PROYECTO:        |              | DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para autoabastecer Estación de Bombeo en el Sur de León |                       | PLANO N°: | 2 |
| TÍTULO DE PLANO: |              | EMPLAZAMIENTO  |                       |           |   |
| ESCALA:          | 1:2000       | AUTOR:   | PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |           |   |
| FECHA:           | JUNIO - 2024 | COMPROBADO:  |                       |           |   |





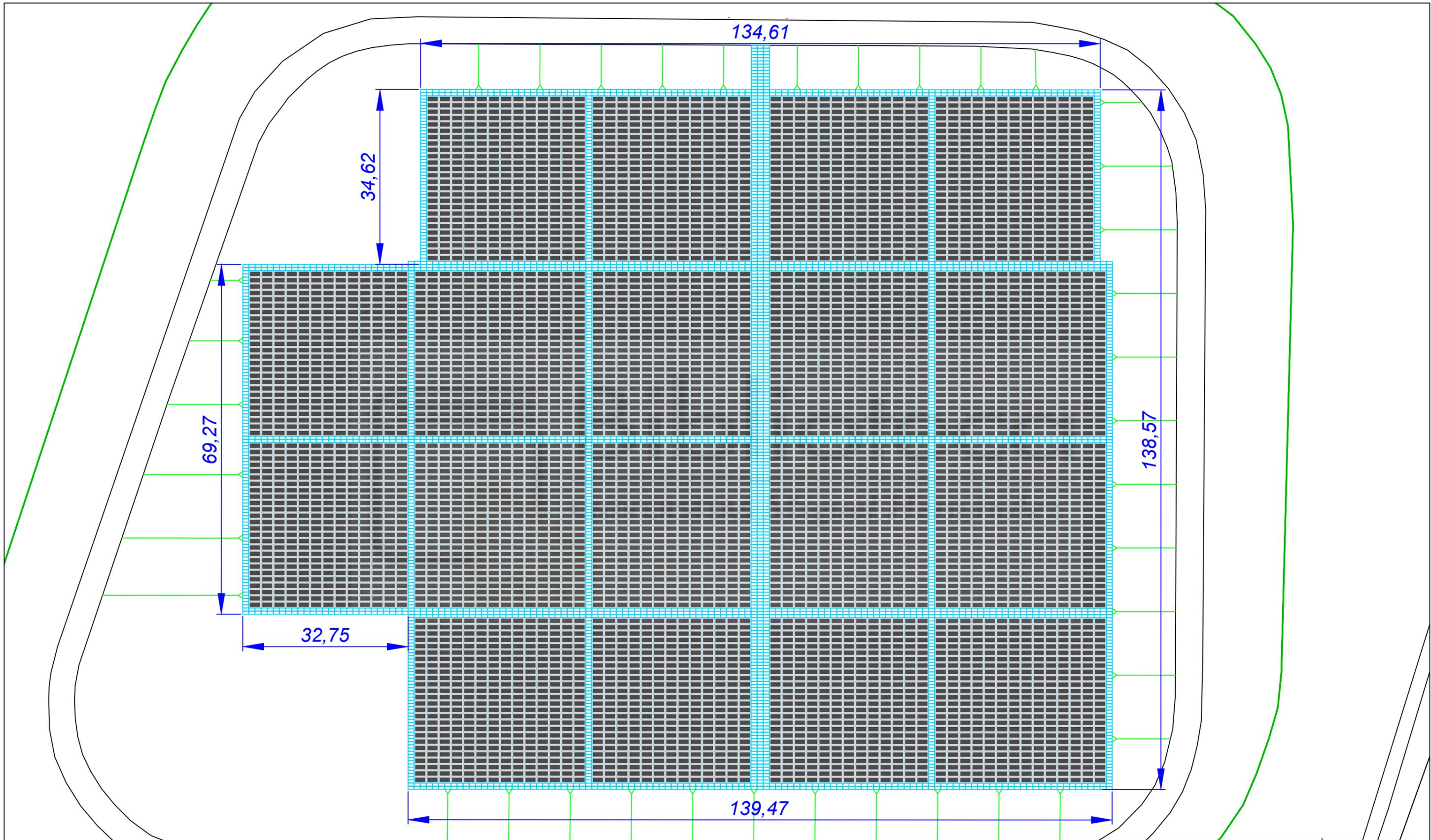
|                                 |  |
|---------------------------------|--|
| <b>LOCALIZACIÓN</b>             |  |
| 24225 Campo de Villavidel, León |  |
| Potencia Pico: 3432 kWp         |  |
| Potencia Nominal: 3150 kW AC    |  |

|                              |                     |
|------------------------------|---------------------|
| <b>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b> |                     |
| Fabricante                   | JINKO SOLAR         |
| Modelo                       | JKM550M-72HL4-V     |
| Dimensiones                  | 2278 × 1134 × 35 mm |
| Unidades                     | 6240                |
| Potencia Unitaria            | 550 Wp              |
| Potencia Total               | 3432 kWp            |

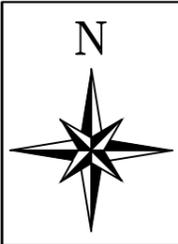
|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| <b>INVERSORES FOTOVOLTAICOS</b> |                     |
| Fabricante                      | SUNGROW             |
| Modelo                          | SG350HX             |
| Dimensiones                     | 1136 x 870 x 361 mm |
| Unidades                        | 9                   |
| Potencia Unitaria               | 350 kW AC           |
| Potencia Total                  | 3150 kW AC          |



|  |                              |                       |
|--|------------------------------|-----------------------|
| PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN |                              | PLANO N°:<br><b>3</b> |
| TITULO DE PLANO: LAYOUT GENERAL  |                              |                       |
| ESCALA: 1:1000   | AUTOR: PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |                       |
| FECHA: JUNIO - 2024  | COMPROBADO:                  |                       |



|  |                              |   |
|--|------------------------------|---|
| PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para autoabastecer Estación de Bombeo en el Sur de León |                              | PLANO N°:<br><b>4</b>   |
| TITULO DE PLANO: DIMENSIONES DE LA PLANTA  |                              |   |
| ESCALA: 1:500  | AUTOR: PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |  |
| FECHA: JUNIO - 2024  | COMPROBADO:                  |   |



### FLOTADORES ISIFLOATING

| Modelo             | Flotador principal  | Flotador secundario |
|--------------------|---------------------|---------------------|
| Dimensiones        | 1160 x 935 x 370 mm | 1097 x 575 x 240 mm |
| Ángulo inclinación | 5°                  | 0°                  |
| Unidades           | 12480               | 3136                |

### ESTRUCTURA FLOTANTE



|  |                              |             |
|--|------------------------------|-------------|
| PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para autoabastecer estación de bombeo en el Sur de León |                              | PLANO N°: 5 |
| TITULO DE PLANO: FLOTADORES  |                              |             |
| ESCALA: 1:500  | AUTOR: PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |             |
| FECHA: JUNIO - 2024  | COMPROBADO:                  |             |



| DISTRIBUCIÓN STRINGS |                         |                           |
|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| Uds. Inversor        | Uds. Strings            | Inclinacion / Orientacion |
| 3                    | 26 Mod. FV x 26 Strings | 5° / -11°                 |
| 6                    | 26 Mod. FV x 27 Strings |                           |

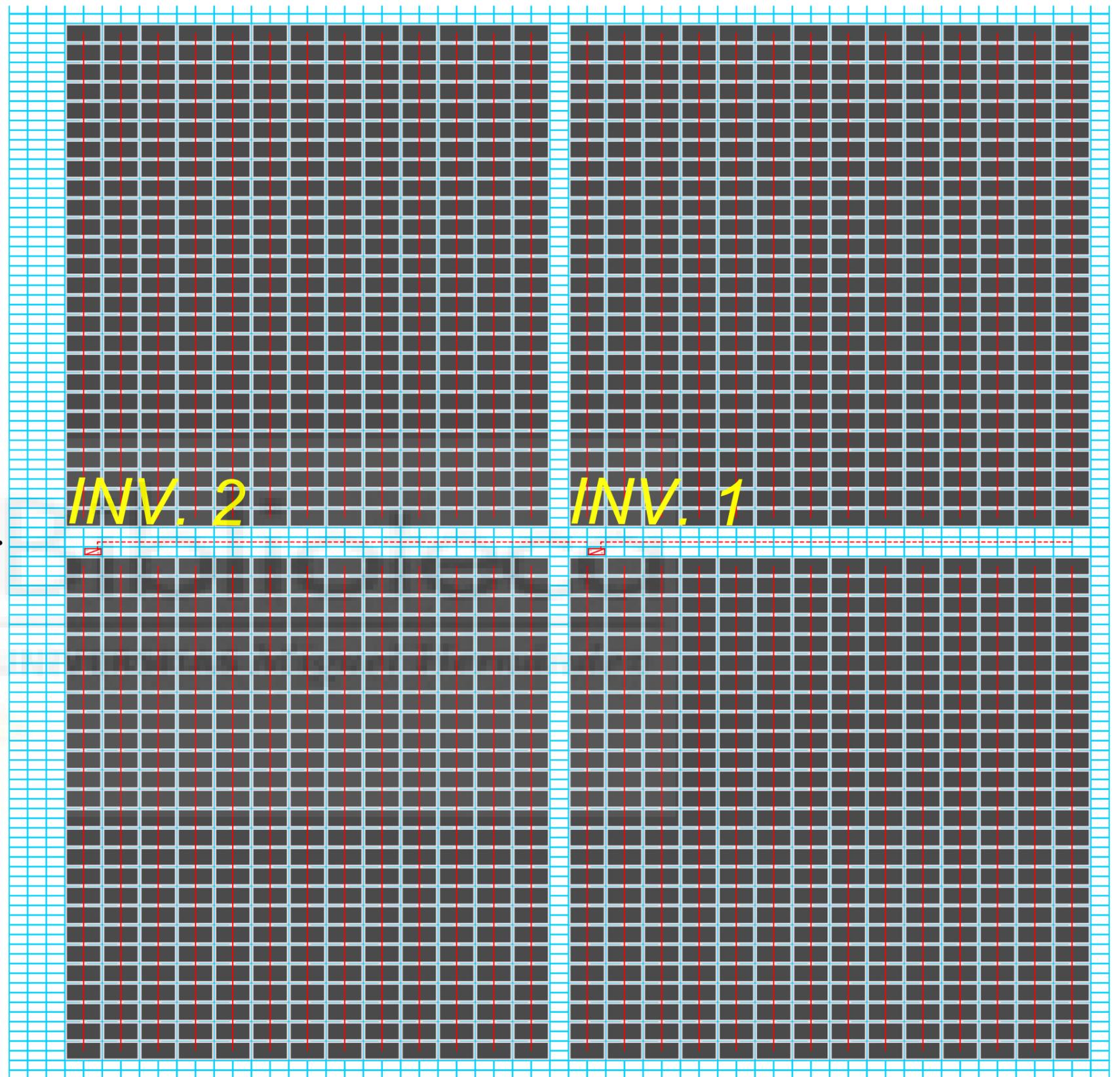
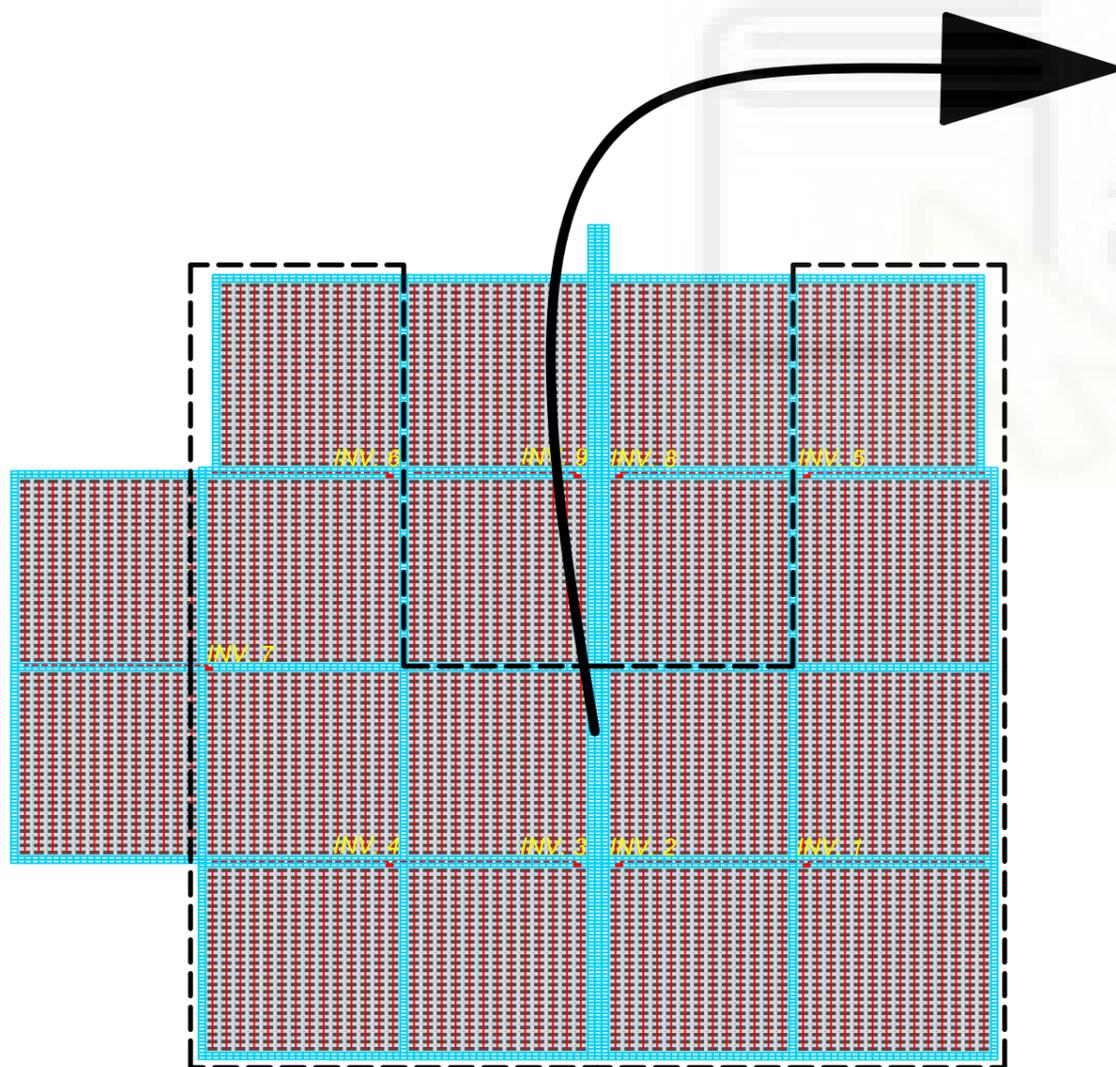


|                  |  |                              |
|------------------|--|------------------------------|
| PROYECTO:        | DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para autoabastecer Estación de Bombeo en el Sur de León |                              |
| TITULO DE PLANO: | DISTRIBUCIÓN STRINGS   |                              |
| ESCALA:          | 1:500  | AUTOR: PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |
| FECHA:           | JUNIO - 2024   | COMPROBADO:                  |

PLANO N°:  
**6**

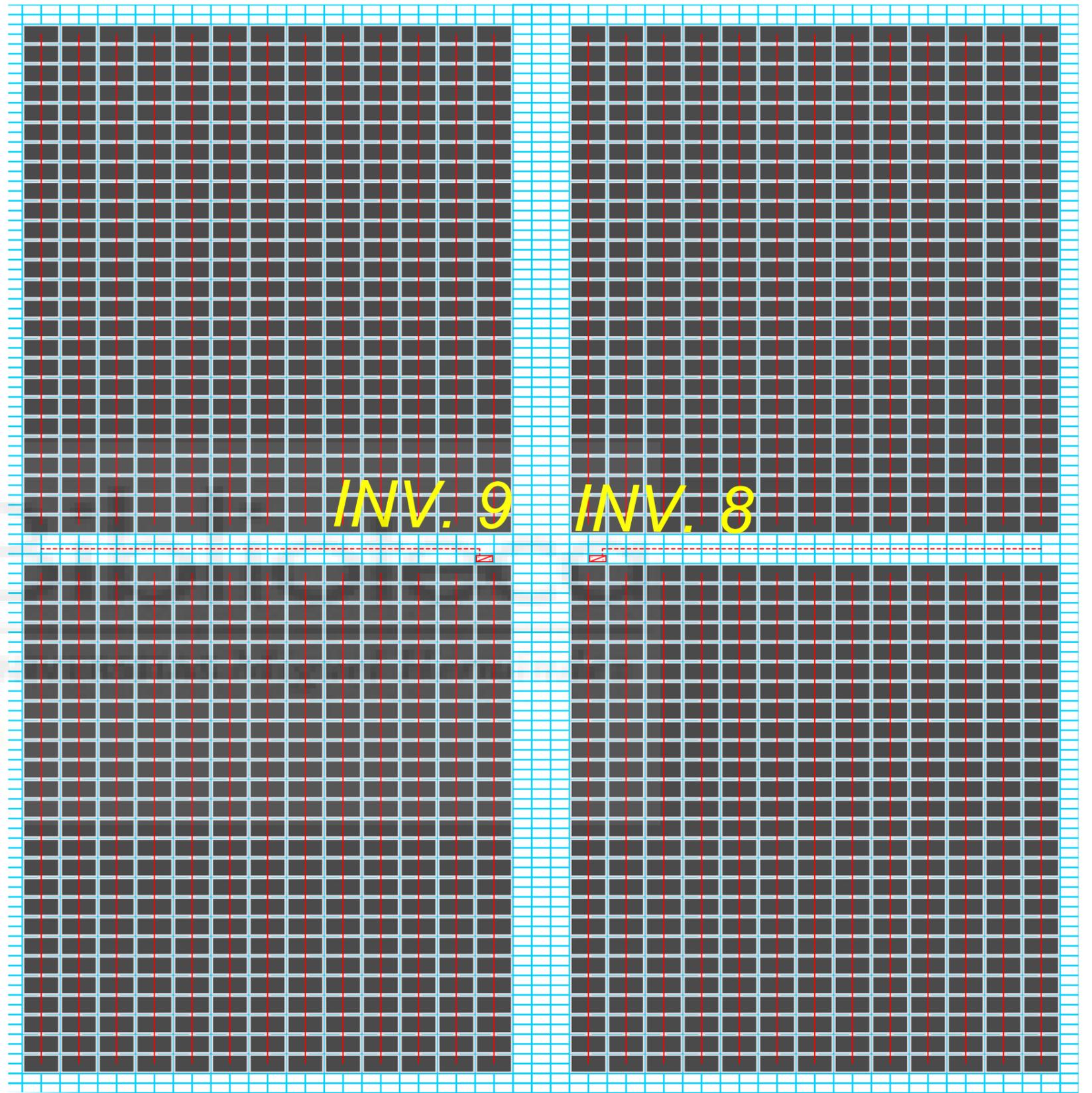
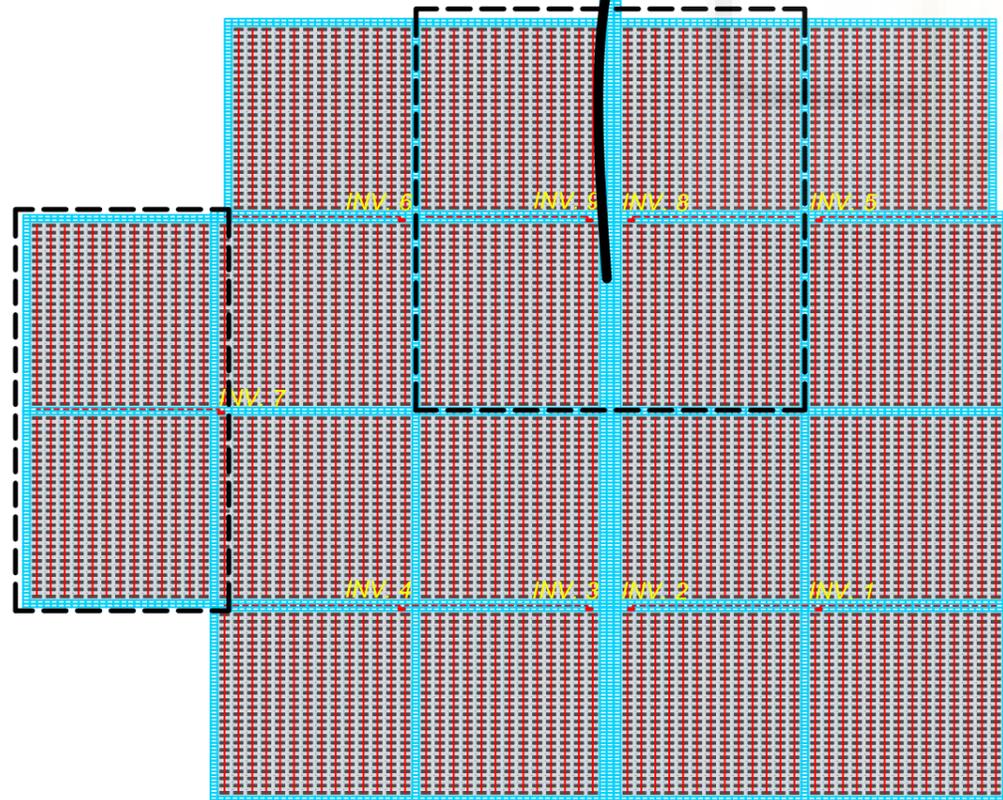
UNIVERSITAS  
Miguel Alemán

**CONEXIÓN STRINGS INVERSORES**  
1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6



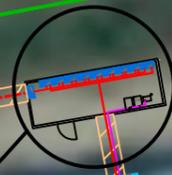
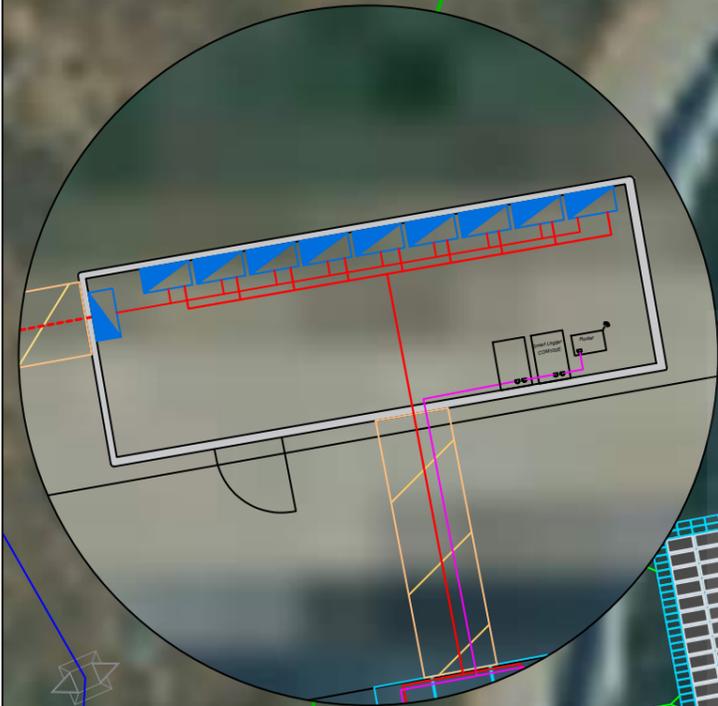
|  |                              |   |
|--|------------------------------|---|
| PROYECTO: DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN |                              | PLANO N°:<br>7  |
| TITULO DE PLANO: CONEXIÓN STRINGS 1/2  |                              |  |
| ESCALA: S/E  | AUTOR: PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |   |
| FECHA: JUNIO - 2024  | COMPROBADO:                  |   |

**CONEXIÓN STRINGS INVERSORES  
7 - 8 - 9**



|                  |  |             |                       |   |
|------------------|--|-------------|-----------------------|---|
| PROYECTO:        | DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para autoabastecer Estación de Bombeo en el Sur de León |             | PLANO N°:             | 8 |
| TÍTULO DE PLANO: | CONEXIÓN STRINGS 2/2   |             |                       |   |
| ESCALA:          | S/E  | AUTOR:      | PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |   |
| FECHA:           | JUNIO - 2024   | COMPROBADO: |                       |   |

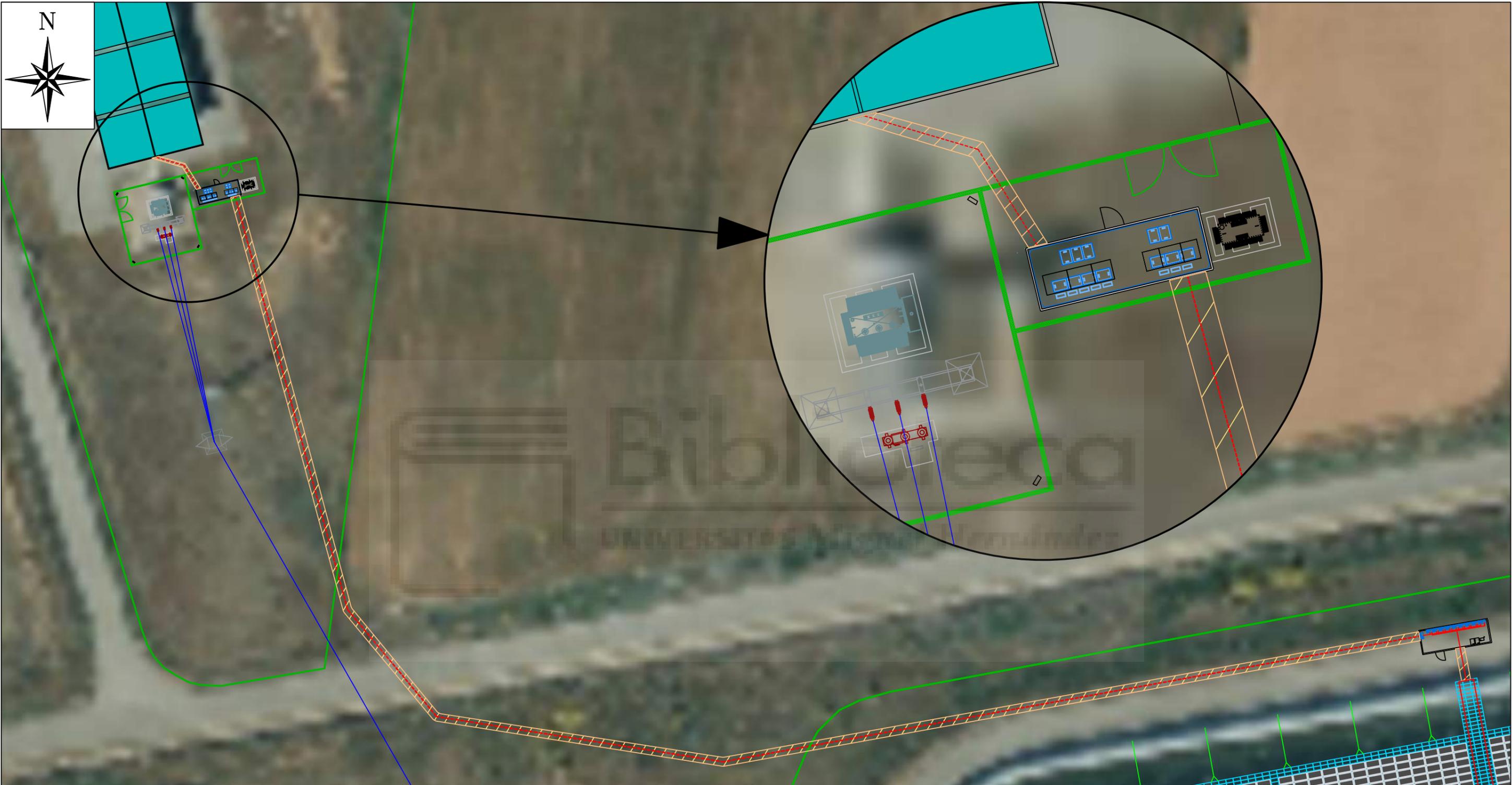




| LEYENDA |                             |
|---------|-----------------------------|
|         | Inversor                    |
|         | Caja conexión               |
|         | Cuadros Protecciones        |
|         | Canalización sobre flotador |
|         | Cable UTP                   |
|         | Canalización subterránea    |
|         | Zanja                       |

|                  |  |             |                       |   |
|------------------|--|-------------|-----------------------|---|
| PROYECTO:        | DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN |             | PLANO N°:             | 9 |
| TITULO DE PLANO: | CANALIZACIONES 1/2   |             |                       |   |
| ESCALA:          | 1:500  | AUTOR:      | PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |   |
| FECHA:           | JUNIO - 2024   | COMPROBADO: |                       |   |

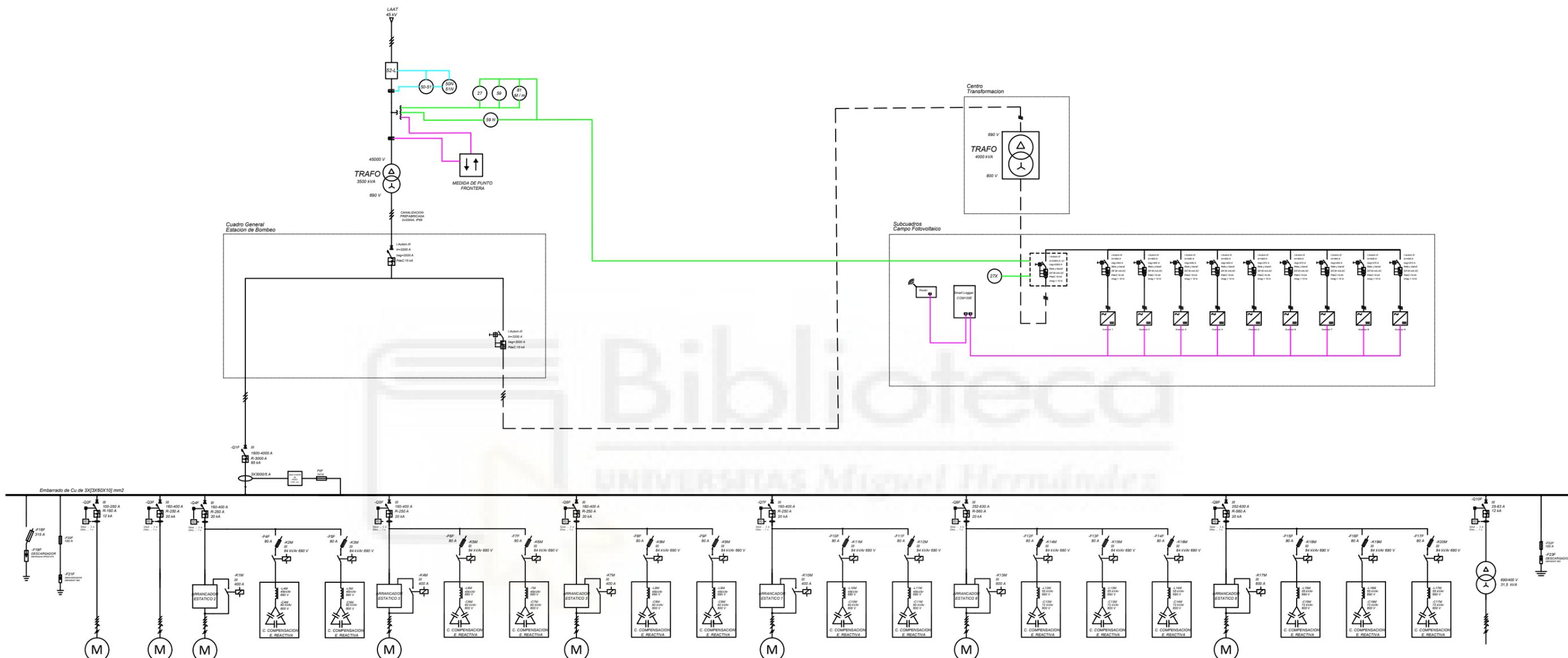




| LEYENDA  |                          |
|--|--------------------------|
|  | Transformador            |
|  | Celdas de Protección     |
|  | Cuadros Protecciones     |
|  | Canalización subterránea |
|  | Zanja                    |



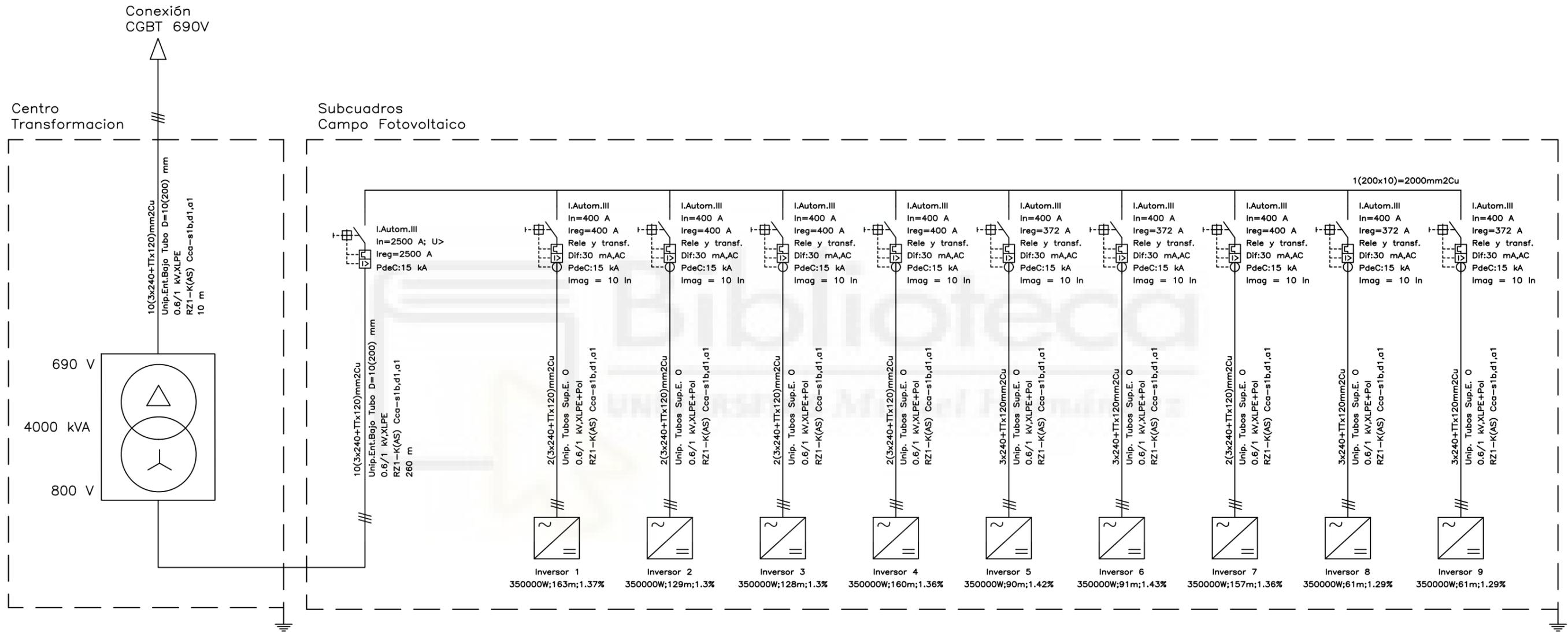
|                  |  |             |   |                       |
|------------------|--|-------------|---|-----------------------|
| PROYECTO:        | DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN |             | PLANO N°:   | 10                    |
| TÍTULO DE PLANO: | CANALIZACIONES 2/2   |             | <br>UNIVERSITAS<br>Miguel Alemán |                       |
| ESCALA:          | 1:500  | AUTOR:      |   | PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |
| FECHA:           | JUNIO - 2024   | COMPROBADO: |   |                       |



| DENOMINACION CUADRO | 150 kW                 | 300 kW                 | 550 kW                 | 550 kW                 | 710 kW              |
|---------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|---------------------|
| POTENCIA            | 150 kW                 | 300 kW                 | 550 kW                 | 550 kW                 | 710 kW              |
| LINEA               | VARIADOR 1-SOMBA 1     | VARIADOR 2-SOMBA 2     | SCOMBA 3               | SCOMBA 4               | SCOMBA 5               | SCOMBA 6               | SCOMBA 7               | SCOMBA 8               | TRAFIO REDUCTOR     |
| DISTANCIA           |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                        |                     |
| TIPO                | Cu RZ1KZ1-AJAS 0.61 kV | Cu RZ1-AJAS 0.61 kV |
| SECCION             | 40150 mm2              | 40150 mm2              | 2K40150 mm2            | 2K40150 mm2            | 2K40150 mm2            | 2K40150 mm2            | 2K40150 mm2            | 2K40150 mm2            | 508 mm2             |

**PROYECTO:** DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN  
**TÍTULO DE PLANO:** ESQUEMA UNIFILAR ESTACIÓN BOMBEO  
**ESCALA:** S/E **AUTOR:** PABLO MELÓN FERNÁNDEZ  
**FECHA:** JUNIO - 2024 **COMPROBADO:**

**PLANO N°:**  
**11**  
  
 UNIVERSITAS Miguel Hernández



|                  |  |             |                       |   |
|------------------|--|-------------|-----------------------|---|
| PROYECTO:        | DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE BALSA DE RIEGO PARA AUTOABASTECER ESTACIÓN DE BOMBEO EN EL SUR DE LEÓN |             | PLANO N°:             | 12  |
| TITULO DE PLANO: | ESQUEMA UNIFILAR INSTALACION SOLAR   |             |                       |  |
| ESCALA:          | S/E  | AUTOR:      | PABLO MELÓN FERNÁNDEZ |   |
| FECHA:           | JUNIO - 2024   | COMPROBADO: |                       |   |

### **3. PLIEGO DE CONDICIONES**

#### **3.1. OBJETO DEL PLIEGO**

El presente pliego tiene por objeto definir el establecimiento de las prescripciones técnicas en que se ha de desarrollar el proyecto "DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para Autoabastecer Estación de Bombeo en el Sur de León", el alcance y condiciones de ejecución de los trabajos a realizar, condiciones que tienen que cumplir los materiales y equipos, los aspectos legales y administrativos, así como ordenar las condiciones técnicas que han de regir la planificación, ejecución, desarrollo, control, recepción y puesta en marcha de las instalaciones.

El proyecto se desarrollará siguiendo las condiciones establecidas en este documento y las especificaciones aquí mencionadas.

#### **3.2. ASPECTOS LEGALES Y ADMINISTRATIVOS**

A continuación, se enumeran algunas normas, códigos y especificaciones de orden general que se considerarán para la ejecución del presente contrato de proyecto y obra, sin excluir otras que sean aplicables, pero no estén listadas aquí. El contratista está obligado a cumplir con la reglamentación vigente en el campo laboral, técnico y de seguridad e higiene en el trabajo.

- Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión del Ministerio de Industria.
- Guía Técnica de aplicación del Reglamento de Baja Tensión.

- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, de 10 de noviembre.
- Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, Real Decreto 614/2001, de 8 de junio.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las obras de construcción, R.D. 1267/1997 de 24 de octubre.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de Equipos de Trabajo, R. D. 1215/1997, de 18 de julio.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo.

En caso de discrepancia entre el pliego de condiciones o normas anteriormente mencionadas, se aplicará la norma más rigurosa.

### 3.3. ALCANCE DE LA OBRA

En el volumen de suministro y en el de los trabajos a realizar por el contratista se incluye:

Este pliego contempla la realización de una instalación fotovoltaica flotante en la balsa de riego del Sector IV del margen izquierdo del Porma, de 3.432,00 kWp. Los trabajos incluyen el diseño, ejecución y puesta en marcha del sistema para autoconsumo (con vertido), conforme al R.D. 244/2019, de 5 de abril.

Suministro, montaje y puesta en servicio de todos los elementos que intervienen en la instalación, salvo aquellos que sean aportados por terceros.

Instalación del sistema de control necesario para adaptar la producción de energía fotovoltaica al sistema de control-demanda de la estación de bombeo existente.

El diseño y preparación de todos los requisitos para la adquisición y montaje de todos los elementos que intervienen en la instalación, tomando como base los planos de construcción.

La obtención de los permisos correspondientes, en caso necesario, para la realización de las instalaciones, su legalización, y puesta en marcha.

#### 3.4. DOCUMENTOS QUE DEFINEN LA OBRA

Los documentos que definen el proyecto son la memoria, los planos, el pliego de condiciones y el presupuesto.

#### 3.5. ESPECIFICACIONES QUE DEBEN SATISFACER LOS MATERIALES Y EQUIPOS

##### 3.5.1. Generalidades y definiciones

Los materiales empleados para la ejecución de este proyecto serán de primera calidad y deberán cumplir con las normas especificadas en este Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en sus características técnicas de fabricación, como en su instalación.

No se permitirá el uso de materiales que no hayan sido previamente aprobados por el Director de Obra.

Se llevarán a cabo todos los ensayos y análisis que indique el Director de Obra, incluso si no están especificados en este Pliego de Condiciones.

#### 3.5.1.1. Radiación solar.

- Radiación solar: Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.
- Irradiancia: Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.
- Irradiación: Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en MJ/m<sup>2</sup> o kWh/m<sup>2</sup>.
- Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT): Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

#### 3.5.1.2. Generadores Fotovoltaicos

- Célula solar o fotovoltaica: Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.
- Célula de tecnología equivalente (CTE): Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.
- Módulo fotovoltaico: Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.
- Rama fotovoltaica: Subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados, en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.
- Generador fotovoltaico: Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

- Condiciones Estándar de Medida (STC): Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas como referencia para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos y definidas del siguiente modo:
  - o Irradiancia (GSTC): 1000 W/m<sup>2</sup>
  - o Masa de aire: AM 1,5 G
  - o Incidencia normal
  - o Temperatura de célula: 25 °C
- Potencia máxima del generador (potencia pico): Potencia máxima que puede entregar el módulo en las STC.
- NOCT: Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con masa de aire AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento de 1 m/s.

### 3.5.1.3. Inversores

- Inversor: Convertidor de corriente continua en corriente alterna.
- VRMS: Valor eficaz de la tensión alterna de salida.
- Potencia nominal (VA): Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.
- Capacidad de sobrecarga: Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.
- Rendimiento del inversor: Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.
- Factor de potencia: Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.
- Distorsión armónica total THD (%): Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida.

#### 3.5.1.4. Procedencia de los materiales. Prueba y ensayo de materiales

Los materiales procederán, exclusivamente, de los lugares, fábricas o marcas propuestas por el Contratista y que hayan sido previamente aprobadas por la Dirección de Obra. Para ello el Contratista presentará como mínimo para cada uno de los elementos a colocar en la obra objeto del presente proyecto, una terna de materiales que cumplan con el presente pliego para su posterior elección y aprobación por la Dirección de Obra.

Los materiales y elementos que formen parte de la obra objeto del presente proyecto deberán transportarse y almacenarse protegidos contra los posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas que pudieran producirse.

No se procederá a realizar el acopio ni empleo de ninguna clase de materiales ni elementos, sin que previamente se haya presentado por el Contratista a la Dirección de Obra para su aceptación, lo especificado a continuación:

- las especificaciones y muestras necesarias para garantizar el cumplimiento del presente pliego.
- las pruebas y ensayos necesarios para garantizar el cumplimiento del presente pliego, o que sean solicitados por la Dirección de Obra.
- los manuales de puesta en marcha, mantenimiento y seguridad correspondientes.

Antes de colocar cualquier elemento en obra se comprobará visualmente para garantizar que no presentan ningún tipo de daños, así como que tienen todos los elementos que lo componen y que cumplen con los requisitos del pedido y del presente pliego.

#### 3.5.2. Instalación eléctrica línea subterránea.

En la medida de lo posible los trazados serán ejecutados por las lindes de las parcelas, procurando la menor afección posible a elementos e infraestructuras.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos.

En el cableado subterráneo al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor.

Los cables instalados deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes

Como principio general se ha de asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

La instalación incorporará todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no deberá provocar en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirán las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en castellano y, además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas. Para ello se colocará una placa de PVC RU 0206 A a lo largo de la longitud de la canalización, cuando esta no esté entubada.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima del ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

### 3.5.3. Generadores fotovoltaicos

Los módulos fotovoltaicos deberán incorporar el marcado CE. Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos, o UNE-EN IEC 62941 sobre Sistema de calidad para la fabricación de módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.

Los módulos solares fotovoltaicos serán monocristalinos y de al menos 550 Wp de potencia cada uno de ellos.

Los módulos escogidos estarán en el listado TIER 1 de los últimos 12 meses y el fabricante tiene que haber obtenido un resultado positivo en las 4 pruebas del DNVGL TEST.

La garantía total del producto ha de ser por un mínimo de 10 años.

El rendimiento de los módulos fotovoltaicos estará garantizado por el fabricante durante un período mínimo de 25 años. La garantía de rendimiento se establecerá en un 90% de su potencia nominal durante los 10 primeros años y del 80% desde el año 11 al 25.

La eficiencia del módulo será igual o superior al 21,29%

El módulo llevará de forma claramente visible y permanente el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.

La tensión de aislamiento del sistema será de 1.500 V.

Los módulos cumplirán como mínimo las siguientes características técnicas en condiciones STC AM1.5, 1000W/m<sup>2</sup> y 25°C:

- Potencia nominal: 550W
- Tensión de salida: 1500 V (IEC)
- Rango de temperatura: -40°C ~ +85°C
- Tensión en el punto P<sub>máx</sub>-VMPP: 40,90 V
- Corriente en el punto P<sub>máx</sub>-IMPP: 13,45 A
- Tensión en circuito abierto-VOC: 49,62 V
- Corriente de cortocircuito-ISC: 14,03 A
- Peso: 27 kg
- Dimensiones: 2.278 x 1.134 x 35 mm

- Tipo de células: Monocristalinas
- Número de células: 144 (6x24)
- Eficiencia: 21,29%
- Tipo: Half-Cut

La configuración del generador fotovoltaico vendrá condicionada por el rango de tensiones en MPPT del inversor en cuestión y condiciones meteorológicas propias del emplazamiento de la instalación

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.

Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.

#### 3.5.4. Inversores

Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos).

Los inversores serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día. Serán de onda senoidal pura.

El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.

El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de las cargas.

Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:

- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
- Desconexión del acumulador.
- Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
- Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- Sobretensiones de CC Tipo II
- Sobretensiones de CA Tipo II

El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre -30 °C y 60 °C de temperatura y entre 0 % y 100 % de humedad relativa.

Las características básicas de los inversores serán las siguientes:

#### ENTRADA V<sub>cc</sub>

- Voltaje de entrada máx: 1.500V
- Corriente máx por MPPT: 30A
- Corriente de cortocircuito máx por MPPT: 60A
- Voltaje de entrada inicial: 550V
- Rango de voltaje de operación de MPPT: 500-1.500V

- Voltaje nominal de entrada: 1.080V
- Número de entradas: 28
- Número de MPPT: 14

#### SALIDA Vac

- Potencia nominal activa: 352 kVA @30°C, 320 kVA @40°C, 295 kVA @50°C
- Potencia máx activa (cos=1): 350.000 W
- Voltaje nominal de salida: 800V, 3 / PE
- Frecuencia nominal de red de AC: 50Hz / 60 Hz
- Corriente de salida nominal: 126,3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 115.5 A @50°C
- Máx. corriente de salida 254 A
- Rango de factor de potencia ajustable: 0.8 inductivo - 0.8 capacitivo
- Máx. distorsión armónica total: <3%

#### EFICIENCIA

- Eficiencia máxima 99.02%
- Eficiencia europea 98.8%

#### PROTECCIONES

- Protección de conexión DC inversa
- Protección de cortocircuito de AC
- Protección contra corriente de fuga
- Monitorización de red
- Monitorización de fallo a tierra
- Interruptor DC
- Monitorización de corrientes string FV

- Función Q en noche
- Protección contra sobretensión DC Tipo II
- Protección contra sobretensión AC Tipo II

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Dimensiones (L x A x F): 1.136 x 870 x 361 mm
- Peso (con soporte de montaje): <116 kg
- Temperatura de operación: -30°C ~ 60°C
- Método de enfriamiento: Refrigeración forzada inteligente
- Máx. altitud de operación: 4,000 m
- Humedad relativa: 0 ~ 100%
- Conector de DC: MC4-EVO2
- Conector de AC: Terminal de PG resistente al agua + Conector OT/DT
- Grado de protección IP66
- Topología: Sin transformador

La caracterización de los inversores deberá hacerse según las normas siguientes:

- UNE-EN 62109 :2011 Seguridad de los convertidores de potencia utilizados en sistemas de potencia fotovoltaicos
- UNE-EN 50530:2011/A1:2013 Rendimiento global de los inversores fotovoltaicos conectados a la red
- UNE-EN 62116:2014 V2 Inversores fotovoltaicos conectados a la red de las compañías eléctricas. Procedimiento de ensayo para las medidas de prevención de formación de islas en la red.
- UNE-EN 61683:2001 Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas serán certificadas por el fabricante).

Adicionalmente, han de cumplir con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA)
- Tensión nominal de entrada (V)
- Tensión (VRMS) y frecuencia (Hz) nominales de salida
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
- Polaridad y terminales

Los inversores para instalaciones fotovoltaicas estarán garantizados por el fabricante durante un período mínimo de 3 años.

### 3.5.5. Estructura flotante

Los flotadores que constituyen toda la estructura de flotación de la instalación fotovoltaica deben estar fabricados con materiales de alta resistencia y durabilidad, como polietileno de alta densidad (HDPE) o materiales compuestos que sean resistentes a la corrosión, a la radiación UV y a las condiciones ambientales adversas. Además, deben poseer una resistencia estructural adecuada para soportar el peso de los paneles solares, los inversores y cualquier equipo adicional, así como resistir fuertes vientos, olas y temperaturas extremas específicas del sitio de instalación.

En cuanto al diseño y construcción, los flotadores deben proporcionar suficiente flotabilidad para mantener la estabilidad y el nivel de los paneles solares sobre la superficie del agua y ofrecer una mínima resistencia al viento gracias a su diseño aerodinámico de 5º de inclinación. Es esencial que cuenten con un sistema de

interconexión modular que facilite la instalación y el mantenimiento, siendo este sistema robusto y capaz de soportar las fuerzas mecánicas y dinámicas. Asimismo, el diseño debe minimizar el impacto ambiental, permitiendo la circulación de agua y evitando la acumulación de residuos.

Los flotadores deben ser compatibles con las estructuras de montaje de los paneles solares, permitiendo un ángulo óptimo de inclinación para maximizar la captación de energía solar. Deben incluir un sistema de anclaje seguro y ajustable que mantenga la estabilidad del sistema en el cuerpo de agua. La seguridad operativa es crucial, por lo que deben incluir bordes redondeados, superficies antideslizantes y señalización adecuada, y cumplir con normativas y certificaciones internacionales de seguridad y calidad.

Es necesario realizar pruebas de flotabilidad, estabilidad y resistencia mecánica bajo diferentes condiciones para asegurar el cumplimiento de los requisitos de diseño especificados. La vida útil de los flotadores debe ser como mínimo de 25 años con un mantenimiento mínimo, y deben ser fácilmente reparables en caso de daños, con disponibilidad de piezas de repuesto y manuales de reparación.

Se deben proporcionar manuales detallados de instalación, operación y mantenimiento, así como planos y especificaciones detalladas de los flotadores y sistemas de anclaje. Finalmente, el proveedor debe garantizar la entrega oportuna y segura de los flotadores al sitio de instalación y ofrecer soporte técnico durante la instalación inicial y puesta en marcha del sistema.

### 3.5.6. Centro de transformación

Puesto que el punto de evacuación de la planta fotovoltaica es diferente a la tensión de utilización en la estación de bombeo se debe modificar la tensión de generación de los inversores, para ello se utilizará un transformador en baño de aceite de potencia y tensión secundaria adecuada según lo especificado en los documentos planos y presupuesto. Este transformador será fabricado según la norma UNE-EN60076.

La protección interna de dicho transformador se realizará mediante la instalación de un relé tipo DGTP2 el cual proporciona el control de la temperatura interna del equipo, la detección de gases internos en el equipo y la generación interna de una sobrepresión. El neutro del transformador será conectado a tierra en el lado de 800V, se instalará un transformador diferencial con objeto de detectar el paso de corriente por la puesta a tierra. Todas estas protecciones del transformador deberán ordenar la apertura de los correspondientes interruptores automáticos tanto en el lado de 690 V como en el de 800 V dejando, en caso de avería, el transformador aislado de ambas instalaciones.

### 3.5.7. Conductores

La parte de corriente continua comprende la interconexión de los módulos fotovoltaicos y la línea de conexión con los inversores. Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con las cajas de interconexión, protección y comprobación serán de cobre recocido estañado, unipolares, tensión asignada de 1,5/1,5 kV CC, temperatura máxima en servicio/cortocircuito 90°C/250°C, tipo H1Z2Z2-K, aislamiento y cubierta exterior de compuesto reticulado, libre de halógenos, con baja emisión de humos y gases corrosivos, con secciones de 4 mm<sup>2</sup>.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no supere el 1,5 % de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

A la salida de cada string se colocará una caja de interconexión, protección y comprobación, esta caja será aislante y contendrá en su interior los fusibles. El objeto principal de esta caja es la realización de mediciones de tensión con la instalación en carga y el seccionamiento y aislamiento de forma segura e independiente para cada serie.

Las interconexiones eléctricas de los módulos se realizarán con conectores tipo MC4 con las siguientes características:

Clase de protección: 2

Corriente nominal: 22 (2,5 mm<sup>2</sup>), 30 A (4,6 mm<sup>2</sup>)

Grado de protección: IP2X, sin acoplamiento, IP67, acoplado

Voltaje de funcionamiento: 1500 V DC

Contacto resistencia: menos de 0,5 mΩ

Rango de temperatura: -40 C ~ +90 C

Clase: UL94-VO o UL94-5VA

Cable conveniente: 2.5mm<sup>2</sup>, 4mm<sup>2</sup>, 6mm<sup>2</sup>

Resistencia del contacto: ≤ 0,2 mΩ

Grado impermeable: IP67

Material de aislamiento: PPO + PA

Material del contacto: cobre plateado

La parte de corriente alterna comienza en los bornes de salida de los inversores, los cuales generan corriente eléctrica a una tensión de 800V, la energía generada por éstos se conducirá hasta el Cuadro General de Baja Tensión 800V de la planta fotovoltaica. Los conductores a emplear serán de cobre, unipolares, con aislamiento de XLPE, libre de halógenos, con baja emisión de humos y gases corrosivos, del tipo RZ1-K(AS), tensión asignada 0,6/1 kV, temperatura máxima en servicio/cortocircuito 90°C/250°C y secciones comprendidas entre 120 mm<sup>2</sup> y 240 mm<sup>2</sup>. Serán tendidos sobre los flotadores en canalización en tubo y bajo canalización subterránea.

Todos los conductores serán de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, de acuerdo con los estándares establecidos para este tipo de instalaciones, según las normas UNE-HD 603-5X, UNE-EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2, UNE-EN 60754-1, IEC 60754-1, UNE-EN 60754-2, IEC 60754-2, UNE-EN 61034, IEC 61034, UNE 21 022, UNE 21 167-1, UNE HD 603-5N, UNE 21123, UNE-HD 603, UNE 21030 y deberán tener clasificación CPR según EN 50575.

En el caso de que haya cables de diferente tensión en el mismo canal, se agruparán por clases de tensión. Se preverá en los canales espacio suficiente de reserva para la adición de un 50% de cables.

Cuando los cables contengan un conductor de tierra, será continuo desde el punto de alimentación hasta el equipo. Cuando el equipo, cajas de derivación, etc., esté equipado con terminales de tierra, el conductor de tierra se conectará a los mismos. De no estar previsto este terminal, se tendrá que realizar una conexión adecuada. Los cables se conectarán a los equipos por medio de accesorios terminales adecuados.

En tendidos largos se preverá que los cables puedan expansionarse sin que les afecte las dilataciones de los soportes del cable producidas por cambios de temperatura.

#### 3.5.7.1. Materiales

El material conductor para todos los conductores empleados será el cobre y los conductores serán de las características definidas en las mediciones.

El aislamiento estará constituido por una capa de mezcla aislante de etileno-propileno. La máxima temperatura admisible será de 90°C y la máxima temperatura en cortocircuito será de 250°C. A no ser que se especifiquen otros.

La cubierta estará constituida por una capa de poliolefina termoplástica libre de halógenos. No propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos y reducida emisión de humos, cumplirán con las normas UNE 21123-4, UNE-EN 50265-1, UNE-EN 50266-1, UNE-EN 50267-1-2, UNE-EN 50268-1-2. De buena resistencia a la humedad y a la intemperie.

#### 3.5.8. Aparatos de protección

##### 3.5.8.1. Interruptores automáticos

En el origen de la instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará el cuadro general de mando y protección, en el que se dispondrá un interruptor general de corte omnipolar, así como dispositivos de

protección contra sobreintensidades de cada uno de los circuitos que parten de dicho cuadro.

La protección contra sobreintensidades para todos los conductores de cada circuito se hará con interruptores magnetotérmicos o automáticos de corte omnipolar, con curva térmica de corte para la protección a sobrecargas y sistema de corte electromagnético para la protección a cortocircuitos.

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados. No obstante, no se exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente.

Los interruptores serán de ruptura al aire y de disparo libre y tendrán un indicador de posición. El accionamiento será directo por polos con mecanismos de cierre por energía acumulada. El accionamiento será manual o manual y eléctrico, según se indique en el esquema o sea necesario por necesidades de automatismo. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de funcionamiento, así como el signo indicador de su desconexión.

El interruptor de entrada al cuadro, de corte omnipolar, será selectivo con los interruptores situados aguas abajo, tras él.

#### 3.5.8.2. Fusibles

Los fusibles de protección de circuitos de control o de consumidores óhmicos serán de alta capacidad ruptura y de acción rápida.

Se dispondrán sobre material aislante e incombustible, y estarán contruidos de tal forma que no se pueda proyectar metal al fundirse. Llevarán marcadas la intensidad y tensión nominales de trabajo.

No serán admisibles elementos en los que la reposición del fusible pueda suponer un peligro de accidente. Estará montado sobre una empuñadura que pueda ser retirada fácilmente de la base.

### 3.5.8.3. Interruptores diferenciales

La protección contra contactos indirectos se conseguirá mediante "corte automático de la alimentación".

Esta medida consiste en impedir, después de la aparición de un fallo, que una tensión de contacto de valor suficiente se mantenga durante un tiempo tal que pueda dar como resultado un riesgo. La tensión límite convencional es igual a 50 V, valor eficaz en corriente alterna, en condiciones normales y a 24 V en locales húmedos.

Todas las masas de los equipos eléctricos protegidos por un mismo dispositivo de protección deben ser interconectadas y unidas por un conductor de protección a una misma toma de tierra. El punto neutro de cada generador o transformador debe ponerse a tierra.

Se cumplirá la siguiente condición:

$$R_a \times I_a \leq U$$

donde:

- $R_a$  es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.
- $I_a$  es la corriente que asegura el funcionamiento automático del dispositivo de protección. Cuando el dispositivo de protección es un dispositivo de corriente diferencial-residual es la corriente diferencial-residual asignada.
- $U$  es la tensión de contacto límite convencional.

### 3.5.9. Sistema de monitorización

El sistema de monitorización proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:

- Tensión y corriente CC del generador.
- Estado del Inversor
- Valores instantáneos e históricos de energía generada por la planta fotovoltaica
- Valores instantáneos e históricos de energía total consumida por la instalación
- Valores instantáneos e históricos de energía neta consumida de la red de distribución

El sistema de monitorización será fácilmente accesible para el usuario mediante el acceso al servidor web integrado en el sistema de monitorización. Se integrará un acceso directo a dicho sistema de monitorización en los sistemas de control existente en la Comunidad de Regantes, así como los datos de generación y consumo en tiempo real.

### 3.5.10. Especificaciones de la ejecución de la obra

#### APERTURA DE ZANJAS.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc. Las excavaciones se realizarán con los útiles apropiados según el tipo de terreno.

#### CIERRE DE ZANJAS.

El cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 20 cm. de espesor, las cuales se compactarán al 95 % de próctor modificado con terreno seleccionado procedente de la excavación. Para ello serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

#### CANALIZACIONES

El cable en todo su recorrido irá en el interior de tubos de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables. Para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de hormigón H-100 de 10 cm de espesor. Se debe evitar la posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente. En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m según el tipo de cable y la interdistancia de arquetas, para facilitar su tendido se dejarán catas abiertas de una longitud mínima de 200 cm en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería. Una vez tendido el cable estas catas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

#### OTRAS CONSIDERACIONES

La obra deberá adaptarse a las condiciones de cultivo de la zona, no debiendo entorpecer o afectar en modo alguno el buen desarrollo de dichos cultivos, ni el acceso a las parcelas de la maquinaria, personal o vehículos que puedan intervenir en el desarrollo de las labores o la recolección de los citados cultivos.

Se tomarán las medidas necesarias para evitar afección a los cultivos y/o las instalaciones colindantes a la actuación, por cualquier elemento (barro, polvo en suspensión, etc.) debido al tráfico rodado de camiones, vehículos y maquinaria implicada en la obra; así como sobre los viales de acceso a la parcela donde se ubica la actuación, ya sean estos públicos o privados.

Asimismo, habrán de tenerse en cuenta las prescripciones específicas para esta obra, tales como:

- Cumplimiento de las medidas medioambientales correctoras y preventivas durante la ejecución de las obras.
- Coordinación para la ejecución de las reposiciones de los servicios afectados en su caso (incluyendo catas y sondeos si fuesen necesarios), accesos o viales, protección de tuberías, cables, cerramientos, vallados, afecciones en general, etc.

- Desvíos, ocupaciones, accesos provisionales, señalización (vertical, horizontal o gálibo) que pudieran afectar al tráfico rodado, incluyendo la identificación previa de los riesgos existentes.
- Adaptabilidad de las obras a la campaña de riego de la Comunidad de Regantes.
- Localización de materiales, clasificación y señalización de los mismos por su naturaleza (peligrosos, contaminantes, defectuosos, inservibles, etc.), incluyendo las medidas preventivas en materia de prevención de riesgos y de seguridad y salud que cada uno de ellos requiera.
- Establecimiento de un punto limpio temporal, durante la ejecución de la obra, hasta la retirada definitiva a vertedero de los materiales que lo requieran.



## 4. PRESUPUESTO

### 4.1. MEDICIONES

#### CAPÍTULO 01. Instalación Solar

| Nº            | Ud        | Descripción  | Medición                     |
|---------------|-----------|--|------------------------------|
| <b>MOD550</b> | <b>Ud</b> | Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino y tecnología de celda partida, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 40,90 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,45 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,62 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 14,03 A, eficiencia 21,29%, 144 células, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27 kg. | <b>Total ud : 6.240,000</b>  |
| <b>INV350</b> | <b>Ud</b> | Inversor trifásico 350 kW, tensión de entrada máxima 1500 Vcc, rango de tensión de entrada de 500 a 1500 Vcc, hasta 16 MPPTs, potencia nominal de salida 350 kW, eficiencia máxima 98,8%, dimensiones 1136x870x361 mm, peso 116 kg, función Q en noche, comunicación PLC.  | <b>Total ud : 9,000</b>      |
| <b>FLOT1</b>  | <b>Ud</b> | Estructura flotante para sustentar los módulos fotovoltaicos fabricada con material HDPE virgen, ángulo de inclinación 5°, dimensiones 1160x935x370 mm.  | <b>Total ud : 12.480,000</b> |
| <b>FLOT2</b>  | <b>Ud</b> | Estructura flotante auxiliar para zonas de paso y soporte de inversores, fabricada con material HDPE virgen, antideslizante, ángulo de inclinación 0°, dimensiones 1097x575x240 mm.  | <b>Total ud : 3.136,000</b>  |



## CAPÍTULO 02. Cableado

| Nº                           | Ud | Descripción  | Medición                    |
|------------------------------|----|--|-----------------------------|
| <b>02.01. Conductores CC</b> |    |  |                             |
| H1Z2Z2                       | M  | Conductor H1Z2Z2-K, siendo su tensión asignada de 1,5 kV CC, tensión máxima 1,8 kV, con conductor de cobre estañado de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado a base de poliolefina.  | <b>Total m : 3.778,000</b>  |
| TUBCC                        | M  | Canalización de tubo de PVC, corrugado de color negro con 16 mm de diámetro nominal. No propagador de la llama e instalación fija en superficie.   | <b>Total m : 1.889,000</b>  |
| <b>02.02. Conductores CA</b> |    |  |                             |
| RZ1240                       | M  | Conductor RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV CA, t <sup>a</sup> max. de servicio 90°C, conductor de cobre recocido de 240 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos. | <b>Total m : 13.431,000</b> |
| RZ1120                       | M  | Conductor RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV CA, t <sup>a</sup> max. de servicio 90°C, conductor de cobre recocido de 120 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos. | <b>Total m : 4.477,000</b>  |
| TUBCA                        | M  | Canalización de tubo de PVC, corrugado de color negro con 250 mm de diámetro nominal. No propagador de la llama e instalación fija en superficie.  | <b>Total m : 1.777,000</b>  |
| TUBENT                       | M  | Canalización enterrada de tubo flexible, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de 250 mm de diámetro nominal.   | <b>Total m : 2.700,000</b>  |

### CAPÍTULO 03. Protecciones

| Nº              | Ud        | Descripción   | Medición                  |
|-----------------|-----------|---|---------------------------|
| <b>FUS40</b>    | <b>Ud</b> | Fusibles cilíndricos de 40A utilizados para proteger las strings y colocados antes de las entradas de cada inversor |                           |
|                 |           |   | <b>Total ud : 480,000</b> |
| <b>IMAG400</b>  | <b>Ud</b> | Interruptor automático magnetotérmico y relé diferencial de caja moldeada con capacidad de hasta 400A 3P            |                           |
|                 |           |   | <b>Total ud : 9,000</b>   |
| <b>IMAG2500</b> | <b>Ud</b> | Interruptor-seccionador con capacidad de hasta 2500A con maneta negra rotativa                                      |                           |
|                 |           |   | <b>Total ud : 1,000</b>   |
| <b>CUAPROT</b>  | <b>Ud</b> | Cuadros para colocar todas las protecciones de las salidas de cada inversor en CA.                                  |                           |
|                 |           |   | <b>Total ud : 9,000</b>   |



## CAPÍTULO 04. Centro de Transformación

| Nº     | Ud | Descripción   | Medición                |
|--------|----|---|-------------------------|
| TRAFO4 | Ud | Suministro e instalación de transformador de exterior trifásico de 4000kVA, tensión primaria 690V, tensión secundaria 800V, frecuencia 50Hz, grupo de conexión Dyn11. |                         |
|        |    |   | <b>Total ud :</b> 1,000 |



## CAPÍTULO 05. Obra civil

| Nº                                    | Ud | Descripción   | Medición                 |
|---------------------------------------|----|---|--------------------------|
| <b>05.01. Excavaciones</b>            |    |   |                          |
| ZANJA                                 | M  | Apertura de zanja de dimensiones 1300mm de profundidad, por 1000mm de ancho para colocar canalización enterrada sobre cama de arena y rellena con tierra de excavación.         |                          |
|                                       |    |   | <b>Total m : 270,000</b> |
| <b>05.02. Edificios prefabricados</b> |    |   |                          |
| CASCT                                 | Ud | Instalación de edificio prefabricado de hormigón. Incluye cuadros generales de baja tensión de 690V y 800V, celdas de protección y demás aparatos del centro de transformación. |                          |
|                                       |    |   | <b>Total ud : 1,000</b>  |
| CASPROT                               | Ud | Instalación de edificio prefabricado de hormigón para contener los cuadros con las protecciones de los inversores   |                          |
|                                       |    |   | <b>Total ud : 1,000</b>  |



## CAPÍTULO 06. Seguridad y Salud

| Nº         | Ud | Descripción   | Medición |
|------------|----|---|----------|
| EBSS       | Ud | Partida correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud |          |
| Total ud : |    |   | 1,000    |



## 4.2. CUADRO DE PRECIOS

| Nº     | Designación   | Importe             |  |
|--------|---|---------------------|--|
|        |   | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)  |
|        | <b>01. Instalación Solar</b>  |                     |  |
| MOD550 | ud Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino y tecnología de celda partida, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 40,90 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,45 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,62 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 14,03 A, eficiencia 21,29%, 144 células, vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27 kg. | <b>80,00 €</b>      | OCHENTA EUROS  |
| INV350 | ud Inversor trifásico 350 kW, tensión de entrada máxima 1500 Vcc, rango de tensión de entrada de 500 a 1500 Vcc, hasta 16 MPPTs, potencia nominal de salida 350 kW, eficiencia máxima 98,8%, dimensiones 1136x870x361 mm, peso 116 kg, función Q en noche, comunicación PLC.  | <b>9.147,60 €</b>   | NUEVE MIL CIENTO CUARENTA Y SIETE EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS |
| FLOT1  | ud Estructura flotante para sustentar los módulos fotovoltaicos fabricada con material HDPE virgen, ángulo de inclinación 5°, dimensiones 1160x935x370 mm.  | <b>27,50 €</b>      | VEINTISIETE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS                     |
| FLOT2  | ud Estructura flotante auxiliar para zonas de paso y soporte de inversores, fabricada con material HDPE virgen, antideslizante, ángulo de inclinación 0°, dimensiones 1097x575x240 mm.  | <b>24,00 €</b>      | VEINTICUATRO EUROS   |
|        | <b>02. Cableado</b>   |                     |  |
|        | <b>02.01. Conductores CC</b>  |                     |  |
| H1Z2Z2 | m Conductor H1Z2Z2-K, siendo su tensión asignada de 1,5 kV CC, tensión máxima 1,8 kV, con conductor de cobre estañado de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado a base de poliolefina.   | <b>0,96 €</b>       | NOVENTA Y SEIS CÉNTIMOS                                      |
| TUBCC  | m Canalización de tubo de PVC, corrugado de color negro con 16 mm de diámetro nominal. No propagador de la llama e instalación fija en superficie.  | <b>1,37 €</b>       | UN EURO CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS                         |
|        | <b>02.02. Conductores CA</b>  |                     |  |

|                                       |  |             |   |
|---------------------------------------|--|-------------|---|
| RZ1240                                | m Conductor RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV CA, 1ª max. de servicio 90°C, conductor de cobre recocido de 240 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos. | 31,65 €     | TREINTA Y UN EUROS CON SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS                           |
| RZ1120                                | m Conductor RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV CA, 1ª max. de servicio 90°C, conductor de cobre recocido de 120 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos. | 17,13 €     | DIECISIETE EUROS CON TRECE CÉNTIMOS                                       |
| TUBCA                                 | m Canalización de tubo de PVC, corrugado de color negro con 250 mm de diámetro nominal. No propagador de la llama e instalación fija en superficie.  | 9,87 €      | NUEVE EUROS CON OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                  |
| TUBENT                                | m Canalización enterrada de tubo flexible, suministrado<br><br>en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de 250 mm de diámetro nominal.  | 15,35 €     | QUINCE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS                                 |
| <b>03. Protecciones</b>               |  |             |   |
| FUS40                                 | ud Fusibles cilíndricos de 40A utilizados para proteger las strings y colocados antes de las entradas de cada inversor   | 1,21 €      | UN EURO CON VEINTIUN CÉNTIMOS   |
| IMAG400                               | ud Interruptor automático magnetotérmico y relé diferencial de caja moldeada con capacidad de hasta 400A 3P  | 1.318,90 €  | MIL TRESCIENTOS DIECIOCHO EUROS CON NOVENTA CÉNTIMOS                      |
| IMAG2500                              | ud Interruptor-seccionador con capacidad de hasta 2500A con maneta negra rotativa  | 9.681,46 €  | NUEVE MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y UN EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS     |
| CUAPROT                               | ud Cuadros para colocar todas las protecciones de las salidas de cada inversor en CA.  | 108,50 €    | CIENTO OCHO EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS                                  |
| <b>04. Centro de Transformación</b>   |  |             |   |
| TRAFO4                                | ud Suministro e instalación de transformador de exterior trifásico de 4000kVA, tensión primaria 690V, tensión secundaria 800V, frecuencia 50Hz, grupo de conexión Dyn11.   | 74.150,49 € | SETENTA Y CUATRO MIL CIENTO CINCUENTA EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS |
| <b>05. Obra civil</b>                 |  |             |   |
| <b>05.01. Excavaciones</b>            |  |             |   |
| ZANJA                                 | m Apertura de zanja de dimensiones 1300mm de profundidad, por 1000mm de ancho para colocar canalización enterrada sobre cama de arena y rellena con tierra de excavación.  | 42,40 €     | CUARENTA Y DOS EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS                                |
| <b>05.02. Edificios prefabricados</b> |  |             |   |

|                              |  |                    |  |
|------------------------------|--|--------------------|--|
| CASCT                        | ud Instalacion de edificio prefabricado de hormigon. Incluye cuadros generales de baja tension de 690V y 800V, celdas de protección y demas aparamenta del centro de transformación. | <b>14.500,00 €</b> | CATORCE MIL QUINIENTOS EUROS   |
| CASPROT                      | ud Instalación de edificio prefabricado de hormigon para contener los cuadros con las protecciones de los inversores   | <b>5.500,00 €</b>  | CINCO MIL QUINIENTOS EUROS   |
| <b>06. Seguridad y Salud</b> |  |                    |  |
| EBSS                         | ud Partida correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud   | <b>20.319,29 €</b> | VEINTE MIL TRESCIENTOS<br>DIECINUEVE EUROS CON<br>VEINTINUEVE CÉNTIMOS |



### 4.3. PRESUPUESTO PARCIAL

#### Capítulo nº 01. Instalación Solar

| Nº  | Ud | Descripción   | Medición   | Precio   | Importe           |
|---|----|---|------------|----------|-------------------|
| MOD550  | Ud | Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino y tecnología de celda partida, potencia máxima (Wp) 550 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 40,90 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 13,45 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,62 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 14,03 A, eficiencia 21,29%, 144 células , vidrio exterior templado de 3,2 mm de espesor, dimensiones 2278x1134x35 mm, peso 27 kg. |            |          |                   |
|   |    | Total ud :  | 6.240,000  | 80,00    | <b>499.200,00</b> |
| INV350  | Ud | Inversor trifásico 350 kW, tensión de entrada máxima 1500 Vcc, rango de tensión de entrada de 500 a 1500 Vcc, hasta 16 MPPTs, potencia nominal de salida 350 kW, eficiencia máxima 98,8%, dimensiones 1136x870x361 mm, peso 116 kg, función Q en noche, comunicación PLC.   |            |          |                   |
|   |    | Total ud :  | 9,000      | 9.147,60 | <b>82.328,40</b>  |
| FLOT1   | Ud | Estructura flotante para sustentar los módulos fotovoltaicos fabricada con material HDPE virgen, ángulo de inclinación 5°, dimensiones 1160x935x370 mm.   |            |          |                   |
|   |    | Total ud :  | 12.480,000 | 27,50    | <b>343.200,00</b> |
| FLOT2   | Ud | Estructura flotante auxiliar para zonas de paso y soporte de inversores, fabricada con material HDPE virgen, antideslizante, ángulo de inclinación 0°, dimensiones 1097x575x240 mm.   |            |          |                   |
|   |    | Total ud :  | 3.136,000  | 24,00    | <b>75.264,00</b>  |
| <b>Total Presupuesto parcial nº 01. Instalación Solar :</b> |    |   |            |          | <b>999.992,40</b> |

## Capítulo nº 02. Cableado

| Nº   | Ud | Descripción  | Medición  | Precio     | Importe           |                   |
|--|----|--|-----------|------------|-------------------|-------------------|
| <b>02.01. Conductores CC</b>                       |    |  |           |            |                   |                   |
| H1Z2Z2   | M  | Conductor H1Z2Z2-K, siendo su tensión asignada de 1,5 kV CC, tensión máxima 1,8 kV, con conductor de cobre estañado de 4 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado a base de poliolefina.  |           |            |                   |                   |
|  |    |  | Total m : | 3.778,000  | 0,96              | <b>3.626,88</b>   |
| TUBCC  | M  | Canalización de tubo de PVC, corrugado de color negro con 16 mm de diámetro nominal. No propagador de la llama e instalación fija en superficie.   |           |            |                   |                   |
|  |    |  | Total m : | 1.889,000  | 1,37              | <b>2.587,93</b>   |
| <b>Total 02.01. Conductores CC</b>                 |    |  |           |            | <b>6.214,81</b>   |                   |
| <b>02.02. conductores CA</b>                       |    |  |           |            |                   |                   |
| RZ1240   | M  | Conductor RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV CA, t <sup>º</sup> max. de servicio 90°C, conductor de cobre recocido de 240 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos. |           |            |                   |                   |
|  |    |  | Total m : | 13.431,000 | 31,65             | <b>425.091,15</b> |
| RZ1120   | M  | Conductor RZ1-K (AS), siendo su tensión asignada de 0,6/1 kV CA, t <sup>º</sup> max. de servicio 90°C, conductor de cobre recocido de 120 mm <sup>2</sup> , aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de poliolefina termoplástica libre de halógenos. |           |            |                   |                   |
|  |    |  | Total m : | 4.477,000  | 17,13             | <b>76.691,01</b>  |
| TUBCA  | M  | Canalización de tubo de PVC, corrugado de color negro con 250 mm de diámetro nominal. No propagador de la llama e instalación fija en superficie.  |           |            |                   |                   |
|  |    |  | Total m : | 1.777,000  | 9,87              | <b>17.538,99</b>  |
| TUBENT   | M  | Canalización enterrada de tubo flexible, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared (interior lisa y exterior corrugada), de 250 mm de diámetro nominal.   |           |            |                   |                   |
|  |    |  | Total m : | 2.700,000  | 15,35             | <b>41.445,00</b>  |
| <b>Total 02.02. Conductores CA</b>                 |    |  |           |            | <b>560.766,15</b> |                   |
| <b>Total Presupuesto parcial nº 02. Cableado :</b> |    |  |           |            | <b>566.980,96</b> |                   |

### Capítulo nº 03. Protecciones

| Nº   | Ud | Descripción   | Medición   | Precio  | Importe          |
|--|----|---|------------|---------|------------------|
| FUS40  | Ud | Fusibles cilíndricos de 40A utilizados para proteger las strings y colocados antes de las entradas de cada inversor |            |         |                  |
|  |    |   | Total ud : | 480,000 | 1,21             |
|  |    |   |            |         | <b>580,80</b>    |
| IMAG400  | Ud | Interruptor automático magnetotérmico y relé diferencial de caja moldeada con capacidad de hasta 400A 3P            |            |         |                  |
|  |    |   | Total ud : | 9,000   | 1.318,90         |
|  |    |   |            |         | <b>11.870,10</b> |
| IMAG2500   | Ud | Interruptor-seccionador con capacidad de hasta 2500A con maneta negra rotativa                                      |            |         |                  |
|  |    |   | Total ud : | 1,000   | 9.681,46         |
|  |    |   |            |         | <b>9.681,46</b>  |
| CUAPROT  | Ud | Cuadros para colocar todas las protecciones de las salidas de cada inversor en CA.                                  |            |         |                  |
|  |    |   | Total ud : | 9,000   | 108,50           |
|  |    |   |            |         | <b>976,50</b>    |
| <b>Total Presupuesto parcial nº 03. Protecciones :</b> |    |   |            |         | <b>23.108,86</b> |



## Capítulo nº 04. Centro de Transformación

| Nº     | Ud | Descripción   | Medición   | Precio | Importe  |
|--------|----|---|------------|--------|--|
| TRAFO4 | Ud | Suministro e instalación de transformador de exterior trifásico de 4000kVA, tensión primaria 690V, tensión secundaria 800V, frecuencia 50Hz, grupo de conexión Dyn11. |            |        |  |
|        |    |   | Total ud : | 1,000  | 74.150,49  |
|        |    |   |            |        | <b>74.150,49</b>   |
|        |    |   |            |        | <b>Total Presupuesto parcial nº 04. Centro de Transformación :</b> |
|        |    |   |            |        | <b>74.150,49</b>   |



Capítulo nº 05. Obra civil

| Nº                                    | Ud | Descripción  | Medición   | Precio  | Importe          |
|---------------------------------------|----|--|--|---------|------------------|
| <b>05.01. Excavaciones</b>            |    |  |  |         |                  |
| ZANJA                                 | M  | Apertura de zanja de dimensiones 1300mm de profundidad, por 1000mm de ancho para colocar canalización enterrada sobre cama de arena y rellena con tierra de excavación.          |  |         |                  |
|                                       |    |  | Total m :  | 270,000 | 42,40            |
|                                       |    |  |  |         | <b>11.448,00</b> |
|                                       |    |  | <b>Total 05.01. Excavaciones</b>                     |         | <b>11.448,00</b> |
| <b>05.02. Edificios prefabricados</b> |    |  |  |         |                  |
| CASCT                                 | Ud | Instalación de edificio prefabricado de hormigón. Incluye cuadros generales de baja tensión de 690V y 800V, celdas de protección y demás aparataje del centro de transformación. |  |         |                  |
|                                       |    |  | Total ud :   | 1,000   | 14.500,00        |
|                                       |    |  |  |         | <b>14.500,00</b> |
| CASPROT                               | Ud | Instalación de edificio prefabricado de hormigón para contener los cuadros con las protecciones de los inversores  |  |         |                  |
|                                       |    |  | Total ud :   | 1,000   | 5.500,00         |
|                                       |    |  |  |         | <b>5.500,00</b>  |
|                                       |    |  | <b>Total 05.02. Edificios prefabricados</b>          |         | <b>20.000,00</b> |
|                                       |    |  | <b>Total Presupuesto parcial nº 05. Obra civil :</b> |         | <b>31.448,00</b> |



## Capítulo nº 06. Seguridad y Salud

| Nº   | Ud | Descripción   | Medición  | Precio | Importe          |
|------|----|---|---|--------|------------------|
| EBSS | Ud | Partida correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud |   |        |                  |
|      |    |   | Total ud :  | 1,000  | 20.319,29        |
|      |    |   |   |        | <b>20.319,29</b> |
|      |    |   | <b>Total Presupuesto parcial nº 06. Seguridad y Salud :</b> |        | <b>20.319,29</b> |



#### 4.4. RESUMEN PRESUPUESTO

|  |                     |
|--|---------------------|
| <b>1 Instalación Solar .</b>   | <b>999.992,40</b>   |
| <b>2 Cableado .</b>  | <b>566.980,96</b>   |
| <b>3 Protecciones .</b>  | <b>23.108,86</b>    |
| <b>4 Centro de Transformación .</b>  | <b>74.150,49</b>    |
| <b>5 Obra civil .</b>  | <b>31.448,00</b>    |
| <b>6 Seguridad y Salud .</b>   | <b>20.319,29</b>    |
| <hr/>  |                     |
| <b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>                                   | <b>1.716.000,00</b> |
| 13% de gastos generales  | 223.080,00          |
| 6% de beneficio industrial   | 102.960,00          |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>               | <b>2.042.040,00</b> |
| 21% IVA  | 428.828,40          |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b> | <b>2.470.868,40</b> |

**Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de DOS MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA MIL OCHOCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA CÉNTIMOS.**

## 5. ANEXOS

ANEXO Nº1: ESTUDIO ECONÓMICO

ANEXO Nº2: ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

ANEXO Nº3: SIMULACIÓN PVSYS

ANEXO Nº4: FICHA TÉCNICA MÓDULO JKM550M-72HL4-V

ANEXO Nº5: FICHA TÉCNICA INVERSOR SUNGROW SG350HX

ANEXO Nº6: FICHA TÉCNICA FLOTADORES ISIFLOATING

ANEXO Nº7: FICHA TÉCNICA CABLE SOLAR H1Z2Z2-K

ANEXO Nº8: FICHA TÉCNICA CABLE RZ1-K(AS)

ANEXO Nº9: BIBLIOGRAFÍA

ANEXO N°1  
ESTUDIO ECONÓMICO



UNIVERSITAS  
*Miguel Hernández*



"DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE  
BALSA DE RIEGO PARA  
AUTOABASTECER ESTACIÓN DE  
BOMBEO EN EL SUR DE LEON"

## ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 3  |
| 2. CONSUMOS ESTACIÓN DE BOMBEO.....                         | 3  |
| 2.1. Análisis del consumo.....                              | 3  |
| 2.2. Datos de Consumo Histórico.....                        | 4  |
| 2.3. Clasificación por periodos tarifarios.....             | 6  |
| 3. CÁLCULO DE PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA.....                  | 7  |
| 3.1. Dimensionamiento de la instalación solar flotante..... | 7  |
| 3.2. Estimación de la producción energética.....            | 7  |
| 3.3. Reducción Anual de Eficiencia.....                     | 8  |
| 4. ESTUDIO ECONÓMICO.....                                   | 9  |
| 4.1. Análisis de ahorro económico.....                      | 9  |
| 4.2. Retorno de la inversión.....                           | 13 |
| 5. CONCLUSIÓN.....  | 15 |



## **1. INTRODUCCIÓN**

El objetivo principal de esta instalación fotovoltaica flotante es suministrar energía a la estación de bombeo utilizada para el riego de cultivos. Para que el proyecto sea viable, es esencial que proporcione beneficios económicos a la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma. Por ello, se llevará a cabo un estudio económico que permitirá determinar si la generación de energía eléctrica mediante la instalación fotovoltaica resulta en un ahorro económico.

Las facturas de consumo eléctrico de la estación de bombeo tienen una tarifa 6.2TD y se dividen en seis periodos (P1 a P6), dependiendo del mes y la hora del día. Cada uno de estos periodos tiene un precio distinto, siendo P1 el más caro y el P6 el más barato. Por esta razón, es de especial interés reducir el consumo de red durante el periodo con el precio más alto.

El procedimiento consistirá en analizar la producción de energía solar de la instalación fotovoltaica en diferentes horas del día y meses del año, para determinar la producción en cada periodo. Una vez obtenida esta información, se comparará la producción solar con el consumo eléctrico por periodo de la estación de bombeo. Esta comparación permitirá evaluar el potencial de ahorro económico proporcionado por la instalación fotovoltaica.

## **2. CONSUMOS ESTACIÓN DE BOMBEO**

### **2.1. Análisis del consumo**

El análisis de los consumos eléctricos de la estación de bombeo revela patrones específicos que dependen tanto de la hora del día como de la estación del año. Los datos horarios muestran mayor consumo durante las horas de operación intensiva, generalmente en las horas de madrugada, cuando la demanda de riego es más alta.

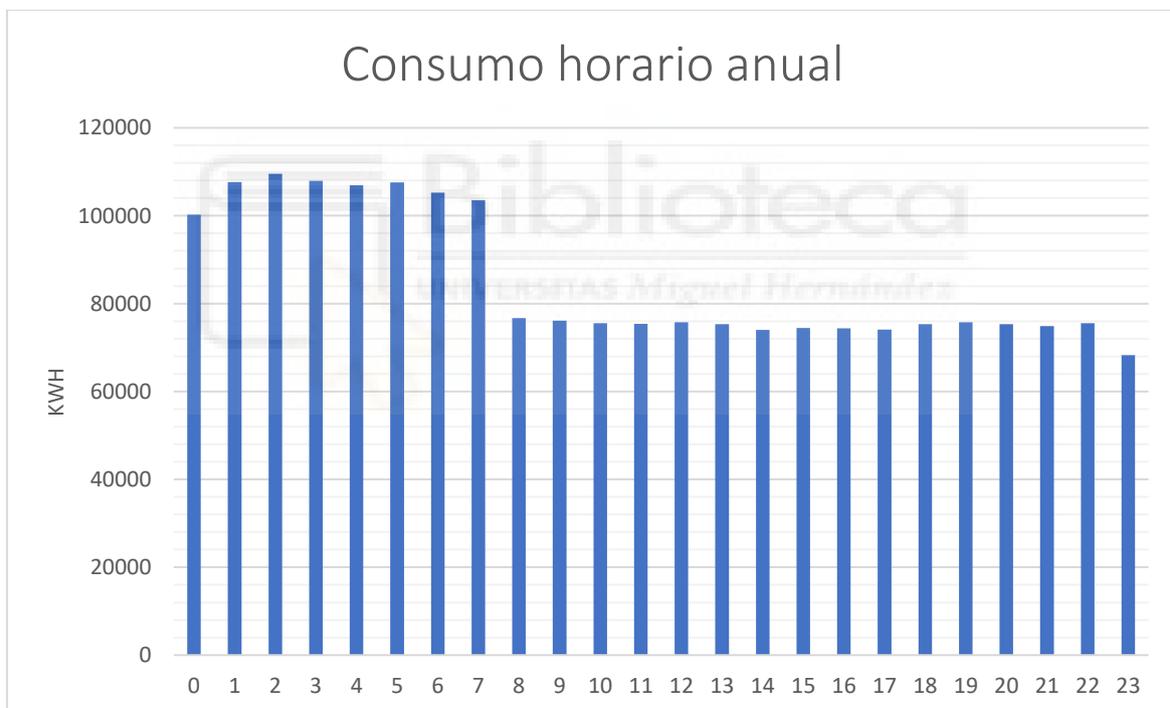
En términos estacionales, se observa que el consumo es mayor durante los meses de verano, coincidiendo con la campaña de riego. En los meses de invierno la

estación se encuentra parada por lo que el consumo es muy reducido comparándolo con los meses en los cuales se encuentra en funcionamiento.

## 2.2. Datos de Consumo Histórico

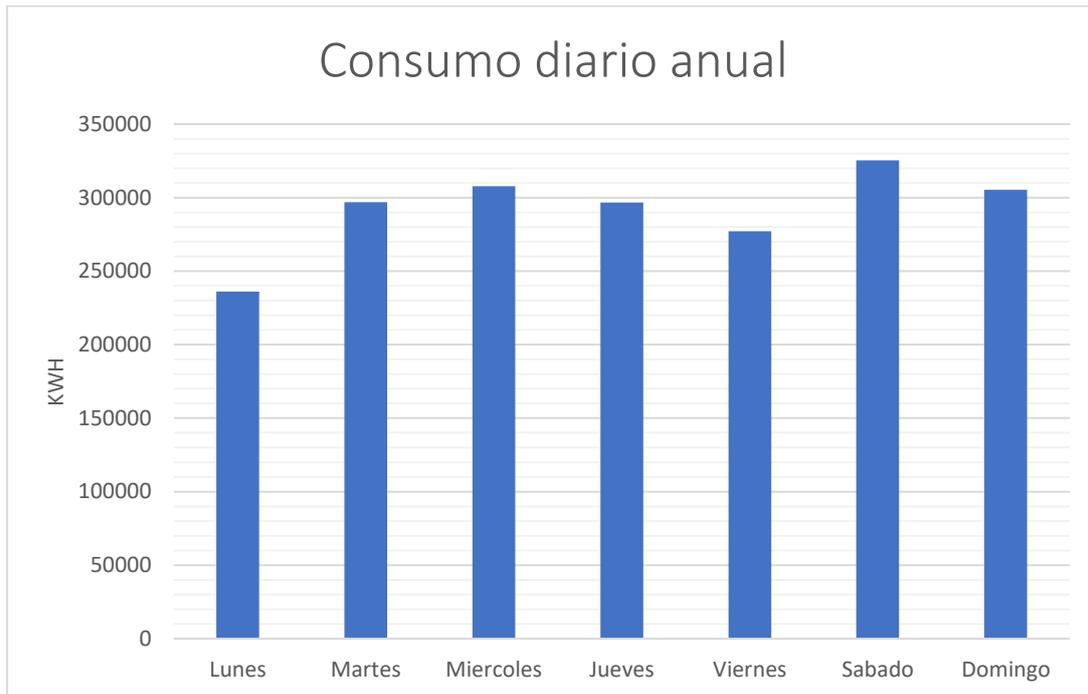
Los datos de consumo desglosados por horas, días y meses, permiten identificar claramente los periodos de mayor demanda de la estación de bombeo. A partir de las facturas eléctricas, facilitadas por la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma, se han podido obtener los consumos del último año. A continuación, se presentan gráficos detallados que ilustran estos patrones.

**Consumo Horario:** El gráfico de consumo horario muestra un patrón diario típico.



Se observa que durante la madrugada el consumo de la estación de bombeo es mayor debido a que se encuentra en periodo P6 y el precio de la electricidad es más barato. Además, hay menos evaporación por la noche y por lo tanto mayor ahorro en el riego por aspersión.

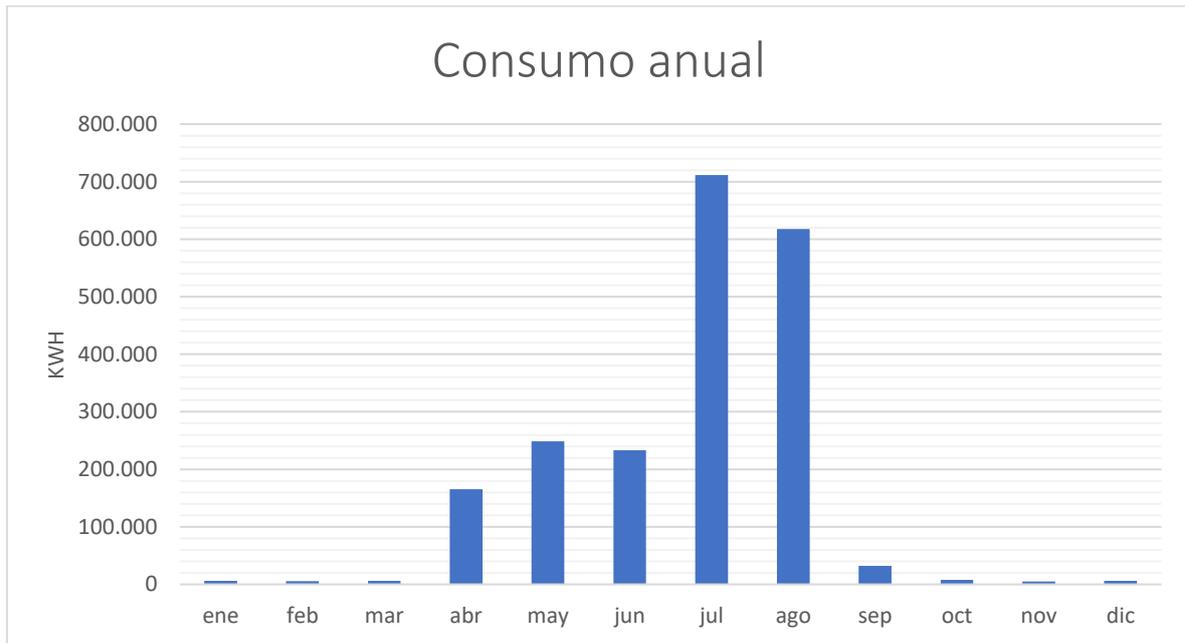
**Consumo Diario:** La gráfica de consumo diario revela las variaciones a lo largo de la semana.



Al igual que en la anterior gráfica, el consumo es mayor los fines de semana por estar en periodo P6

**Consumo Mensual:** El consumo mensual se representa en un gráfico que indica la variabilidad estacional, con picos en los meses de verano por coincidir con la campaña de riego.

| Mes          | Consumo Red (kWh) |
|--------------|-------------------|
| Enero        | 6.197             |
| Febrero      | 5.626             |
| Marzo        | 6.051             |
| Abril        | 165.483           |
| Mayo         | 248.684           |
| Junio        | 233.191           |
| Julio        | 711.253           |
| Agosto       | 617.637           |
| Septiembre   | 32.243            |
| Octubre      | 7.651             |
| Noviembre    | 5.156             |
| Diciembre    | 6.264             |
| <b>TOTAL</b> | <b>2.045.436</b>  |



Los meses de julio y agosto son los que mayor consumo tienen porque se incrementan las temperaturas y los cultivos necesitan regarse con más frecuencia.

### 2.3. Clasificación por periodos tarifarios

Las tarifas eléctricas 6.2TD están divididas en seis periodos distintos (P1 a P6), cada uno con precios variables dependiendo del mes y la hora del día. P1 es el periodo con el precio más alto, mientras que P6 es el más económico.

| HORARIO TARIFA 6.2 LUNES A VIERNES |       |         |       |       |      |       |       |        |            |         |           |           |
|------------------------------------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------|-----------|-----------|
| Hora                               | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 0:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 1:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 2:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 3:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 4:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 5:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 6:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 7:00                               | P6    | P6      | P6    | P6    | P6   | P6    | P6    | P6     | P6         | P6      | P6        | P6        |
| 8:00                               | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |
| 9:00                               | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 10:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 11:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 12:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 13:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 14:00                              | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |
| 15:00                              | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |
| 16:00                              | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |
| 17:00                              | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |
| 18:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 19:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 20:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 21:00                              | P1    | P1      | P2    | P4    | P4   | P3    | P1    | P3     | P3         | P4      | P2        | P1        |
| 22:00                              | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |
| 23:00                              | P2    | P2      | P3    | P5    | P5   | P4    | P2    | P4     | P4         | P5      | P3        | P2        |

| HORARIO TARIFA 6.2 SABADOS, DOMINGOS Y FESTIVOS |              |    |
|---|--------------|----|
| Todos los meses                                 | 0:00 a 23:00 | P6 |

Al analizar el consumo de la estación de bombeo en relación con estos periodos, se observa que la mayor parte del consumo se realiza durante el periodo P6 que se corresponde con las horas de madrugada y los fines de semana, el cual tiene un precio más barato. Sin embargo, existe un interés significativo en reducir el consumo durante P1 para minimizar los costes.

### 3. CÁLCULO DE PRODUCCIÓN FOTOVOLTAICA

#### 3.1. Dimensionamiento de la instalación solar flotante

La instalación solar flotante de autoconsumo está compuesta de 6240 módulos fotovoltaicos con una potencia pico de 550 Wp, lo cual hace una potencia pico total de 3.432,00 kWp.

Se instalan 9 inversores de 350 kWac, que hacen un total de 3.150,00 kW nominales y cuya función es convertir la corriente continua en corriente alterna para que las bombas de riego pueden funcionar.

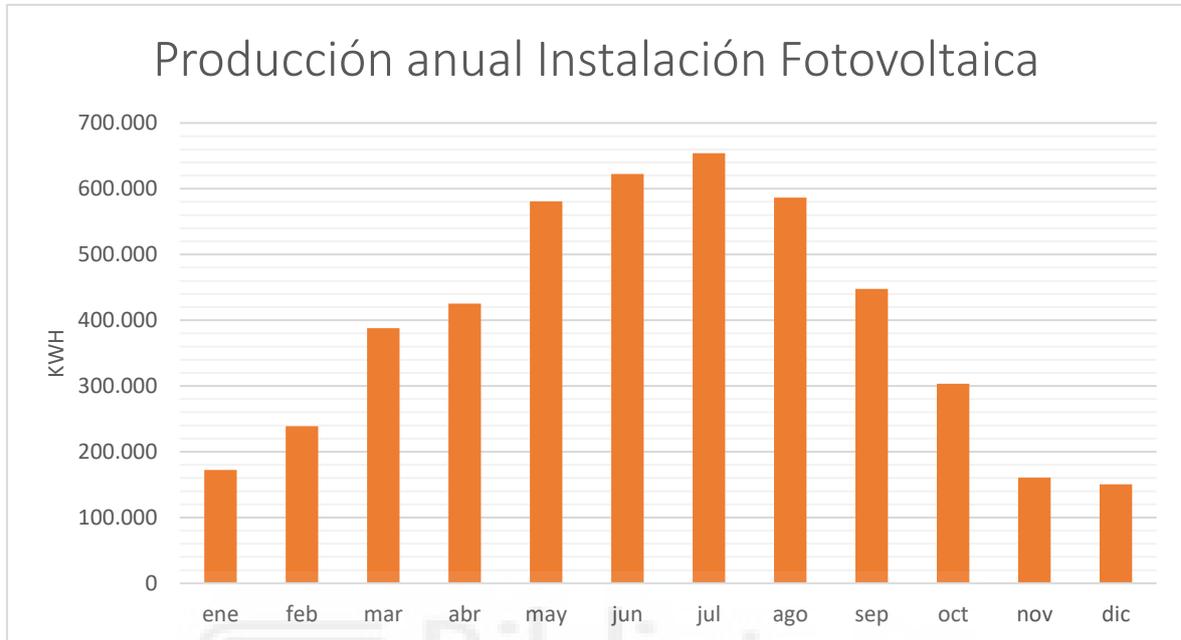
#### 3.2. Estimación de la producción energética

La producción energética se estima utilizando el software PVsyst. Se recopilan datos geográficos y meteorológicos del sitio, y se configura el sistema fotovoltaico en el software. La simulación proporciona una estimación detallada de la producción energética mensual y anual, considerando las variaciones estacionales y las condiciones climáticas específicas de la ubicación de la planta.

Los datos obtenidos en PVsyst de producción energética anual se presentan en la siguiente gráfica:

| Mes        | Generación FV (kWh) |
|------------|---------------------|
| Enero      | 172.310             |
| Febrero    | 239.086             |
| Marzo      | 387.696             |
| Abril      | 425.504             |
| Mayo       | 580.485             |
| Junio      | 622.604             |
| Julio      | 653.994             |
| Agosto     | 586.745             |
| Septiembre | 447.426             |

|              |                  |
|--------------|------------------|
| Octubre      | 303.368          |
| Noviembre    | 160.502          |
| Diciembre    | 150.494          |
| <b>TOTAL</b> | <b>4.730.214</b> |



### 3.3. Reducción Anual de Eficiencia

Los módulos solares tienen una tasa de degradación anual del 0,55%, lo que implica una reducción gradual en su eficiencia a lo largo del tiempo. Esta pérdida se considera en el análisis de la producción energética a largo plazo. Se proyecta la producción anual ajustada durante la vida útil del proyecto, mostrando la disminución acumulativa de energía producida debido a la degradación de los paneles.

| Año | Generación E.S. (kWh) |
|-----|-----------------------|
| 1   | 4.730.214             |
| 2   | 4.704.198             |
| 3   | 4.678.324             |
| 4   | 4.652.594             |
| 5   | 4.627.004             |
| 6   | 4.601.556             |
| 7   | 4.576.247             |
| 8   | 4.551.078             |
| 9   | 4.526.047             |
| 10  | 4.501.154             |

|              |                        |
|--------------|------------------------|
| 11           | 4.476.397              |
| 12           | 4.451.777              |
| 13           | 4.427.292              |
| 14           | 4.402.942              |
| 15           | 4.378.726              |
| 16           | 4.354.643              |
| 17           | 4.330.693              |
| 18           | 4.306.874              |
| 19           | 4.283.186              |
| 20           | 4.259.629              |
| 21           | 4.236.201              |
| 22           | 4.212.901              |
| 23           | 4.189.731              |
| 24           | 4.166.687              |
| 25           | 4.143.770              |
| <b>Total</b> | <b>110.769.866 kWh</b> |

## 4. ESTUDIO ECONÓMICO

### 4.1. Análisis de ahorro económico

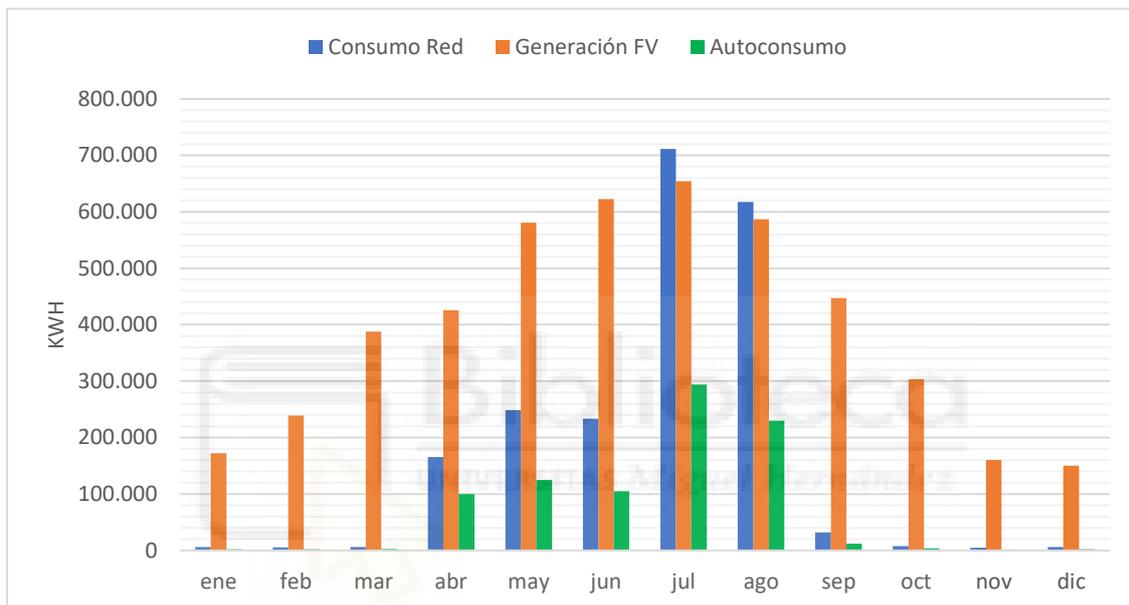
En este apartado se determina el ahorro económico proyectado para la estación de bombeo al integrar la instalación fotovoltaica flotante. Para ello, se comparará la producción solar con el consumo eléctrico y se estimará el ahorro en costes de electricidad.

Se necesita el historial de consumo de la estación de bombeo desglosado por horas y clasificados en los periodos tarifarios P1 a P6. Además, se requiere la estimación de generación fotovoltaica anual de la instalación solar cuyos datos se obtienen a través de PVSyst donde se permite simular la producción de energía solar considerando factores como la ubicación geográfica, el ángulo de inclinación y azimut de los paneles, las pérdidas y las condiciones climáticas.

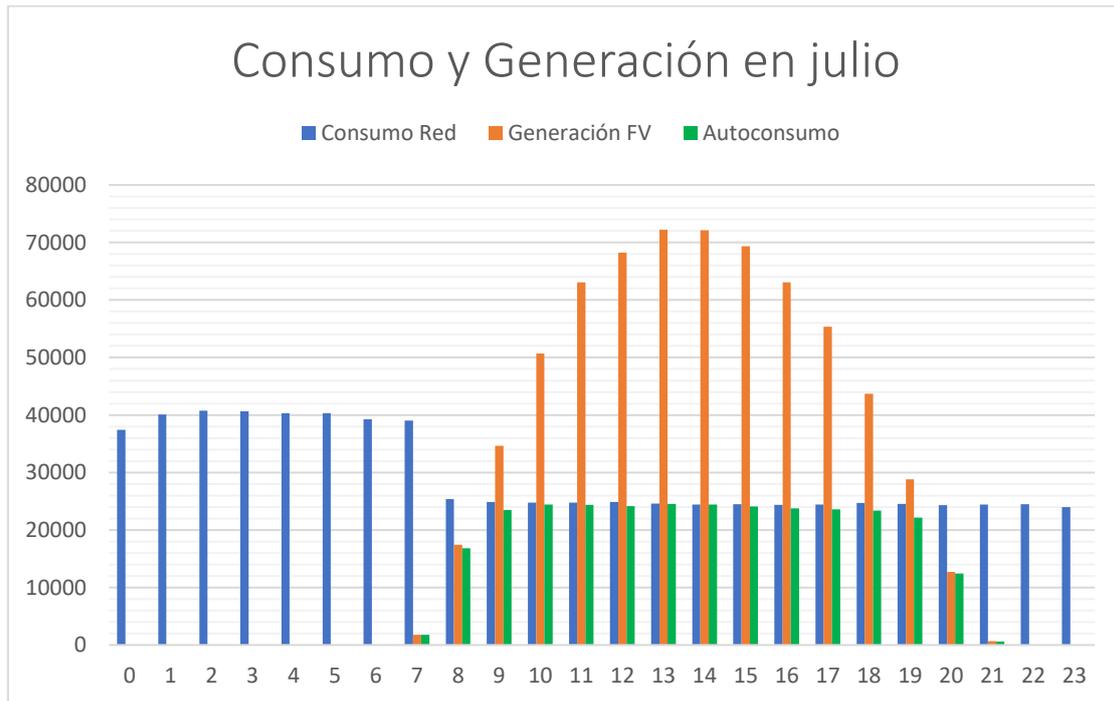
Una vez recopilados los datos, se procede a comparar el consumo horario de la estación de bombeo con la producción horaria de la instalación fotovoltaica para identificar cuánta energía consumida puede ser suplida por la energía solar generada.

| Mes     | Consumo Red (kWh) | Generación FV (kWh) | Consumo FV (kWh) |
|---------|-------------------|---------------------|------------------|
| Enero   | 6.197             | 172.310             | 1.958            |
| Febrero | 5.626             | 239.086             | 1.913            |

|              |                  |                  |                |
|--------------|------------------|------------------|----------------|
| Marzo        | 6.051            | 387.696          | 2.348          |
| Abril        | 165.483          | 425.504          | 99.720         |
| Mayo         | 248.684          | 580.485          | 124.829        |
| Junio        | 233.191          | 622.604          | 104.989        |
| Julio        | 711.253          | 653.994          | 294.021        |
| Agosto       | 617.637          | 586.745          | 230.059        |
| Septiembre   | 32.243           | 447.426          | 12.331         |
| Octubre      | 7.651            | 303.368          | 3.538          |
| Noviembre    | 5.156            | 160.502          | 1.552          |
| Diciembre    | 6.264            | 150.494          | 1.955          |
| <b>TOTAL</b> | <b>2.045.436</b> | <b>4.730.214</b> | <b>879.213</b> |



Para visualizar el consumo y la generación por horas se toma como ejemplo los datos del mes con mayor demanda (Julio).



Se observa que, durante las horas centrales del día, la generación fotovoltaica cubre la totalidad de la demanda y existen excedentes que son vertidos a la red.

El ahorro económico se calcula multiplicando la energía solar producida en cada periodo tarifario por el precio de la electricidad en ese mismo periodo. Al sumar el ahorro de todos los periodos, se obtiene el ahorro total mensual y anual.

**Precios actuales Término ENERGIA ACTIVA €/kWh**

|        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1     | P2     | P3     | P4     | P5     | P6     |
| 0,1481 | 0,1401 | 0,1342 | 0,1283 | 0,1244 | 0,1154 |

**Precios con impuesto eléctrico Término ENERGIA ACTIVA €/kWh**

|        |        |        |        |        |        |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| P1     | P2     | P3     | P4     | P5     | P6     |
| 0,1557 | 0,1472 | 0,1411 | 0,1349 | 0,1308 | 0,1213 |

La siguiente tabla muestra los ahorros totales mensuales y anual usando los precios con impuesto eléctrico para cada periodo y considerando el precio de vertido de excedentes a 0,04 €/kWh:

| Mes          | E. Consumida [kWh] | E.S. Generada [kWh] | E.S. Consumida [kWh] | E.S. Consumida P1 [kWh] | E.S. Consumida P2 [kWh] | E.S. Consumida P3 [kWh] | E.S. Consumida P4 [kWh] | E.S. Consumida P5 [kWh] | E.S. Consumida P6 [kWh] | E.S. Excedentes [kWh] | Ahorro E.S. Consumida [€] | Ahorro E.S. Excedentes [€] | Ahorro TOTAL [€]    |
|--------------|--------------------|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|
| ene          | 6.197              | 172.310             | 1.958                | 788                     | 613                     | 0                       | 0                       | 0                       | 556                     | 170.352               | 280,51 €                  | 6.814,08 €                 | 7.094,59 €          |
| feb          | 5.626              | 239.086             | 1.913                | 757                     | 571                     | 0                       | 0                       | 0                       | 585                     | 237.173               | 272,93 €                  | 9.486,90 €                 | 9.759,83 €          |
| mar          | 6.051              | 387.696             | 2.348                | 0                       | 947                     | 733                     | 0                       | 0                       | 668                     | 385.348               | 323,89 €                  | 15.413,92 €                | 15.737,81 €         |
| abr          | 165.483            | 425.504             | 99.720               | 0                       | 0                       | 0                       | 41.868                  | 25.626                  | 32.226                  | 325.783               | 12.910,70 €               | 13.031,34 €                | 25.942,04 €         |
| may          | 248.684            | 580.485             | 124.829              | 0                       | 0                       | 0                       | 58.581                  | 39.641                  | 26.607                  | 455.655               | 16.316,94 €               | 18.226,22 €                | 34.543,16 €         |
| jun          | 233.191            | 622.604             | 104.989              | 0                       | 0                       | 47.866                  | 27.701                  | 0                       | 29.422                  | 517.615               | 14.059,41 €               | 20.704,62 €                | 34.764,03 €         |
| jul          | 711.253            | 653.994             | 294.021              | 104.860                 | 64.966                  | 0                       | 0                       | 0                       | 124.195                 | 359.973               | 40.961,37 €               | 14.398,90 €                | 55.360,27 €         |
| ago          | 617.637            | 586.745             | 230.059              | 0                       | 0                       | 91.317                  | 55.836                  | 0                       | 82.905                  | 356.687               | 30.474,16 €               | 14.267,47 €                | 44.741,63 €         |
| sep          | 32.243             | 447.426             | 12.331               | 0                       | 0                       | 2.536                   | 1.661                   | 0                       | 8.133                   | 435.095               | 1.568,75 €                | 17.403,81 €                | 18.972,56 €         |
| oct          | 7.651              | 303.368             | 3.538                | 0                       | 0                       | 0                       | 1.717                   | 1.090                   | 731                     | 299.830               | 462,95 €                  | 11.993,20 €                | 12.456,14 €         |
| nov          | 5.156              | 160.502             | 1.552                | 0                       | 692                     | 532                     | 0                       | 0                       | 328                     | 158.950               | 216,77 €                  | 6.357,98 €                 | 6.574,75 €          |
| dic          | 6.264              | 150.494             | 1.955                | 773                     | 551                     | 0                       | 0                       | 0                       | 630                     | 148.539               | 278,00 €                  | 5.941,57 €                 | 6.219,57 €          |
| <b>TOTAL</b> | <b>2045436</b>     | <b>4730214</b>      | <b>879213</b>        | <b>107178</b>           | <b>68341</b>            | <b>142985</b>           | <b>187365</b>           | <b>66358</b>            | <b>306987</b>           | <b>3851000</b>        | <b>118.126,38 €</b>       | <b>154.040,01 €</b>        | <b>272.166,39 €</b> |

El análisis de consumo y producción energética indica que la instalación fotovoltaica flotante puede suplir una parte del consumo eléctrico de la estación de bombeo, especialmente en los periodos tarifarios con precios más altos (P1 y P2), además de poder verter el excedente a la red eléctrica y ser compensados. Esto se traduce en un ahorro económico estimado de 272.166 € anuales.

#### 4.2. Retorno de la inversión

El período de retorno de la inversión o amortización, es una métrica esencial para evaluar la viabilidad financiera de un proyecto de inversión. La amortización es el tiempo necesario para recuperar la inversión inicial a través de los ahorros anuales en costes de electricidad generados por la planta solar.

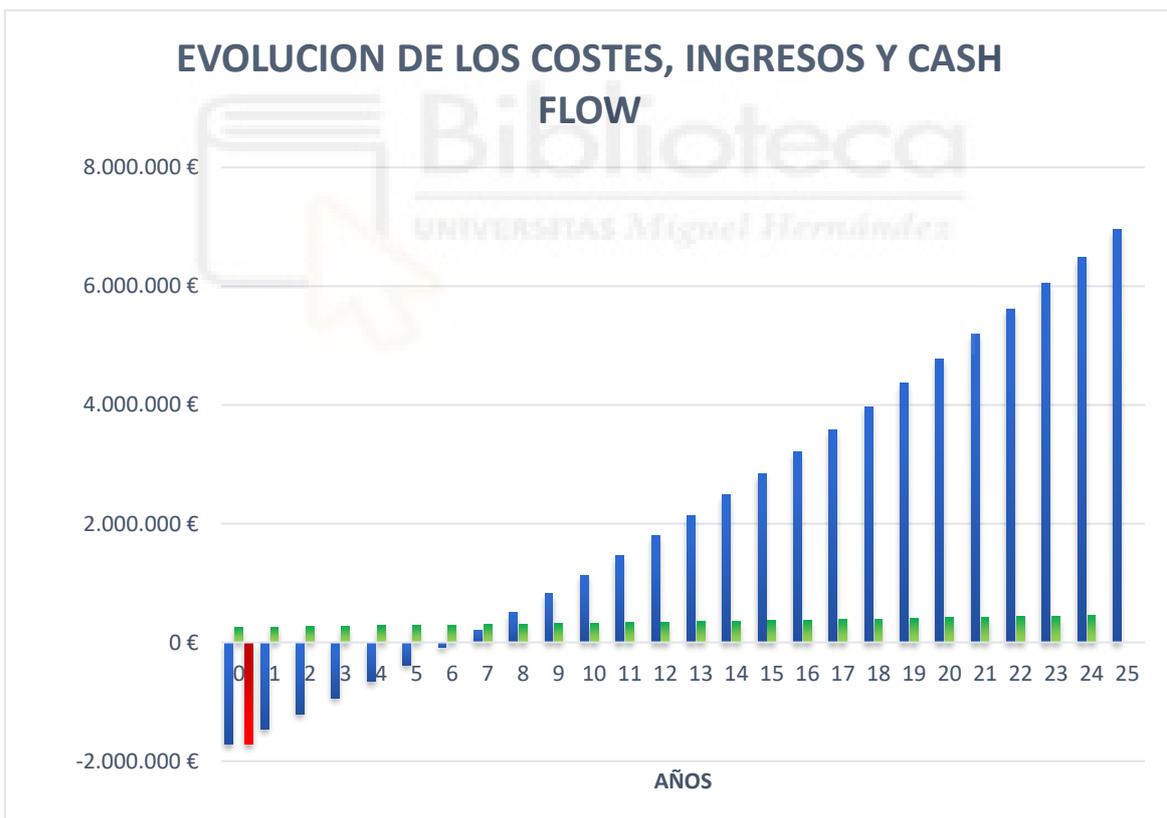
Para ello se realiza una tabla de flujo de caja donde se presentan los valores de generación, ahorro neto, los costes de operación y mantenimiento, el seguro y finalmente el flujo de caja o cash Flow.

Los ahorros anuales se suman a los ingresos, mientras que los costes de operación y mantenimiento y el seguro se restan.

La amortización se determina acumulando los flujos de caja anuales hasta que el valor acumulado iguale o supere la inversión inicial.

| Año | Generación E.S. (kWh) | Ahorro Neto | O&M       | Seguro   | Cash Flow    | Cash Flow Acumulado |
|-----|-----------------------|-------------|-----------|----------|--------------|---------------------|
|     |                       |             |           |          | -1.716.000 € | -1.716.000 €        |
| 1   | 4.730.214             | 272.166 €   | -14.028 € | -3.432 € | 254.706 €    | -1.461.294 €        |
| 2   | 4.704.198             | 278.790 €   | -14.295 € | -3.497 € | 260.998 €    | -1.200.296 €        |
| 3   | 4.678.324             | 285.574 €   | -14.566 € | -3.564 € | 267.444 €    | -932.852 €          |
| 4   | 4.652.594             | 292.523 €   | -14.843 € | -3.631 € | 274.049 €    | -658.803 €          |
| 5   | 4.627.004             | 299.642 €   | -15.125 € | -3.700 € | 280.817 €    | -377.986 €          |
| 6   | 4.601.556             | 306.934 €   | -15.412 € | -3.771 € | 287.751 €    | -90.235 €           |
| 7   | 4.576.247             | 314.403 €   | -15.705 € | -3.842 € | 294.856 €    | 204.620 €           |
| 8   | 4.551.078             | 322.054 €   | -16.004 € | -3.915 € | 302.135 €    | 506.755 €           |
| 9   | 4.526.047             | 329.891 €   | -16.308 € | -3.990 € | 309.594 €    | 816.349 €           |
| 10  | 4.501.154             | 337.919 €   | -16.617 € | -4.066 € | 317.236 €    | 1.133.585 €         |

|              |                        |                    |                   |                   |           |                    |
|--------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-----------|--------------------|
| 11           | 4.476.397              | 346.142 €          | -16.933 €         | -4.143 €          | 325.066 € | 1.458.652 €        |
| 12           | 4.451.777              | 354.566 €          | -17.255 €         | -4.221 €          | 333.089 € | 1.791.741 €        |
| 13           | 4.427.292              | 363.194 €          | -17.583 €         | -4.302 €          | 341.310 € | 2.133.051 €        |
| 14           | 4.402.942              | 372.032 €          | -17.917 €         | -4.383 €          | 349.732 € | 2.482.783 €        |
| 15           | 4.378.726              | 381.086 €          | -18.257 €         | -4.467 €          | 358.362 € | 2.841.145 €        |
| 16           | 4.354.643              | 390.359 €          | -18.604 €         | -4.552 €          | 367.204 € | 3.208.348 €        |
| 17           | 4.330.693              | 399.859 €          | -18.958 €         | -4.638 €          | 376.263 € | 3.584.612 €        |
| 18           | 4.306.874              | 409.589 €          | -19.318 €         | -4.726 €          | 385.545 € | 3.970.157 €        |
| 19           | 4.283.186              | 419.557 €          | -19.685 €         | -4.816 €          | 395.056 € | 4.365.213 €        |
| 20           | 4.259.629              | 429.767 €          | -20.059 €         | -4.907 €          | 404.800 € | 4.770.013 €        |
| 21           | 4.236.201              | 440.225 €          | -20.440 €         | -5.001 €          | 414.784 € | 5.184.798 €        |
| 22           | 4.212.901              | 450.938 €          | -20.828 €         | -5.096 €          | 425.014 € | 5.609.812 €        |
| 23           | 4.189.731              | 461.911 €          | -21.224 €         | -5.193 €          | 435.495 € | 6.045.307 €        |
| 24           | 4.166.687              | 473.152 €          | -21.627 €         | -5.291 €          | 446.234 € | 6.491.540 €        |
| 25           | 4.143.770              | 484.666 €          | -22.038 €         | -5.392 €          | 457.236 € | 6.948.777 €        |
| <b>Total</b> | <b>110.769.866 kWh</b> | <b>9.216.940 €</b> | <b>-443.628 €</b> | <b>-108.535 €</b> | <b>-</b>  | <b>6.948.777 €</b> |



El periodo de retorno se alcanza en el año 7, cuando el flujo de caja acumulado se vuelve positivo por primera vez. Esto significa que, tras 7 años de operación, los ahorros generados por la planta fotovoltaica habrán compensado

completamente la inversión inicial de 1.716.000,00 €. A partir de este punto, cualquier ahorro adicional representa un beneficio neto para la Comunidad de Regantes.

Este cálculo demuestra que, aunque la inversión inicial en la instalación fotovoltaica flotante es significativa, los ahorros anuales en costes de electricidad permiten recuperar la inversión en un plazo razonable.

## **5. CONCLUSIÓN**

El estudio económico realizado demuestra que la integración de la instalación fotovoltaica flotante no solo es viable desde el punto de vista técnico, sino también desde el económico. La reducción en los costes de electricidad ofrece un incentivo significativo para la implementación de este tipo de soluciones en las modernizaciones de los regadíos, contribuyendo a la sostenibilidad y eficiencia energética del sector. Este ahorro no solo reduce la dependencia de la red eléctrica convencional, sino que también mejora la rentabilidad de las operaciones agrícolas al disminuir considerablemente los costes operativos asociados al bombeo de agua.

**ANEXO N°2**

**ESTUDIO DE SEGURIDAD Y  
SALUD**



**"DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN  
FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE  
BALSA DE RIEGO PARA  
AUTOABASTECER ESTACIÓN DE  
BOMBEO EN EL SUR DE LEON"**

## ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN .....                                    | 3  |
| 2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN.....                                      | 4  |
| 3. CONDICIONES AMBIENTALES .....   | 5  |
| 4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA.....                                     | 5  |
| 4.1. Descripción de la obra y situación.....                                     | 6  |
| 4.2. Suministro de energía eléctrica.....  | 6  |
| 4.3. Suministro de agua potable. ....  | 6  |
| 4.4. Servicios higiénicos.....   | 6  |
| 4.5. Servidumbre y condicionantes.....   | 7  |
| 5. TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A<br>UTILIZAR.....  | 7  |
| 6. PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS. .                  | 7  |
| 7. PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS. ....  | 8  |
| 7.1. Protecciones individuales.....  | 9  |
| 7.2. Protecciones colectivas.....  | 9  |
| 7.3. Formación.....  | 10 |
| 8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD<br>ADOPTADAS. .... | 10 |
| 8.1. Riesgos laborales evitables completamente.....                              | 10 |
| 8.2. Riesgos laborales no evitables completamente.....                           | 10 |
| 9. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.....   | 12 |
| 9.1. Medidas específicas contra riesgos laborales especiales.....                | 12 |
| 10. PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES. ....                                    | 18 |
| 11. CONDICIONES GENERALES. ....  | 19 |
| 12. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....                    | 19 |

## 1. ANTECEDENTES, OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

El Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, establece en el apartado 1 del Artículo 4 que el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos donde se den alguno de los supuestos siguientes:

- El presupuesto de Ejecución por Contrata es superior a 450.760 €.
- La duración estimada de la obra es superior a 30 días laborables o se emplea a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- El volumen de mano de obra estimada es superior a 500 trabajadores/día.
- Es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Al darse alguno de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 se redacta el presente Estudio de Seguridad y Salud.

El citado Real Decreto establece mecanismos específicos para la aplicación de la Ley 31/1995 de prevención de Riesgos Laborales la Directiva 92/57/92 y del RD 39/97 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Así mismo mediante el Real Decreto 1627/97 se procede a la transposición al Derecho español de la Directiva 95/57/CEE por la que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporal o móvil.

El Estudio va dirigido a la eliminación de los riesgos laborales que pueden ser evitados y a la reducción y control de los que no pueden eliminarse totalmente

con el fin de garantizar las mejores condiciones posibles de seguridad y salud para todo el personal que participe en la ejecución de las obras proyectadas.

De acuerdo con el artículo 3 del Real Decreto 1627/1997, cuando en la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

De acuerdo con el artículo 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

Este Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este Estudio de Seguridad y Salud, y al artículo 7 del Real Decreto 1627/1997, cada contratista elaborará un Plan de Seguridad y Salud en función de su propio sistema de ejecución de la obra y en el que se tendrán en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## **2. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN**

- Ley 31/ 1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 32/ 2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.

- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Estatuto de los Trabajadores (Ley 8/1.980, Ley 32/1.984, Ley 11/1.994).

### **3. CONDICIONES AMBIENTALES**

Cuando se realicen trabajos a la intemperie, se comprobará la no existencia de alertas meteorológicas.

### **4. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA OBRA**

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

#### 4.1. Descripción de la obra y situación.

La Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma se ha comprometido a implementar una serie de acciones que fomenten el uso de energías renovables y la reducción de emisiones. Con el fin de lograr estos objetivos medioambientales, se ha propuesto la instalación de un sistema fotovoltaico flotante sobre una balsa de riego con 3150 kW de potencia instalada.

La instalación fotovoltaica está destinada al autoconsumo individual, con una potencia de 3150 kW (3432 kWp) con vertido de excedentes. Este sistema permitirá generar energía renovable, reducir los costos energéticos de la planta de bombeo y mejorar la eficiencia energética. A efectos de su instalación eléctrica, se clasifica como una instalación generadora en BT según se describe en la ITC-BT-40.

El emplazamiento donde se pretende ejecutar la instalación fotovoltaica objeto del presente proyecto está situado en Carretera Campo de Villavidel, 24225, León (42.447151°, -5.502314°)

#### 4.2. Suministro de energía eléctrica.

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios en el lugar del emplazamiento de la obra.

#### 4.3. Suministro de agua potable.

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc. En el caso de que esto no sea posible, se dispondrán de los medios necesarios que garanticen su existencia regular desde el comienzo de la obra.

#### 4.4. Servicios higiénicos.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Si fuera posible, las aguas fecales se conectarán a la red de alcantarillado, en caso contrario, se

dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrega al medio ambiente.

#### 4.5. Servidumbre y condicionantes.

No se prevén interferencias en los trabajos. No obstante, de acuerdo con el artículo 3 de R.D. 1627/1997, si interviene más de una empresa en la ejecución del proyecto, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación será objeto de un contrato expreso.

### **5. TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS A UTILIZAR.**

Quedan especificados en la memoria descriptiva y pliego de condiciones del proyecto "DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA FLOTANTE SOBRE Balsa de Riego para Autoabastecer Estación de Bombeo en el Sur de León" al que se adjunta el presente Estudio de Seguridad y Salud.

Servicios afectados: No se afecta ningún servicio público.

### **6. PROCESO CONSTRUCTIVO Y ORDEN DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS.**

El proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos se llevará a cabo conforme a las especificaciones y condiciones técnicas que al respecto establece el Proyecto al que se adjunta el presente Estudio de Seguridad y Salud; dichas prescripciones quedarán complementadas, o en su caso modificadas, por las instrucciones que determine el Ingeniero Director de Obra que, deberán contar obligatoriamente con la aprobación y autorización expresa del Coordinador de Seguridad y Salud de la obra, siempre que sea necesario.

## **7. PROCEDIMIENTOS, EQUIPOS Y MEDIOS.**

Se seleccionan procedimientos, equipos y medios proporcionados en función de las características particulares de la obra y de las tecnologías disponibles de modo que se obtenga la máxima seguridad posible para los trabajadores que participen en la misma.

De conformidad con el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales se aplicarán los principios de acción preventiva y en particular las siguientes actividades:

- Mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- Elección del emplazamiento de los puestos de trabajo teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento.
- La manipulación de los distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesario para la ejecución de la obra, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de materias o sustancias peligrosas (no existen en la obra que nos ocupa).
- La recogida de materiales peligrosos utilizados (en la presente obra no existen).
- El almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros.
- La adaptación, en función de la evolución de la obra, del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.

- La cooperación entre contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- Las interacciones e incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se realice en la obra o cerca del lugar de la obra.

### 7.1. Protecciones individuales.

|  |   |
|--|---|
| <p>Casco.<br/>Guantes de cuero.<br/>Guantes de goma fina.<br/>Guantes de soldador.<br/>Guantes dieléctricos.<br/>Botas impermeables al agua y a la humedad.<br/>Botas de seguridad de lona (clase III).<br/>Botas de seguridad de cuero (clase III).<br/>Botas dieléctricas.<br/>Monos o buzos.<br/>Trajes de agua.<br/>Gafas contra impactos y antipolvo.</p> | <p>Gafas para oxicorte.<br/>Pantalla de seguridad para soldador.<br/>Mascarillas Antipolvo.<br/>Filtros para mascarillas.<br/>Protectores auditivos.<br/>Mandiles de soldador.<br/>Polainas de soldador.<br/>Manguitos de soldador.<br/>Cinturón anti vibratorio.<br/>Arnés de seguridad con sistema anticaídas.<br/>Línea de vida.</p> |
| <p>Para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.</p>  |   |

### 7.2. Protecciones colectivas.

|   |  |
|---|--|
| <p>Pórticos protectores de líneas eléctricas.<br/>Vallas de limitación y protección.<br/>Señales de tráfico.<br/>Señales de seguridad.<br/>Cintas de balizamiento.<br/>Topes de desplazamiento de vehículos.<br/>Barandillas.<br/>Redes.<br/>Lonas.<br/>Soportes y anclajes de redes y lonas.</p> | <p>Cables de sujeción de cinturón de seguridad.<br/>Anclajes de cables.<br/>Casetas de operadores de máquinas.<br/>Limitadores de movimiento de grúas.<br/>Anemómetros.<br/>Balizamiento luminoso.<br/>Extintores.<br/>Interruptores diferenciales.<br/>Tomas y red de tierra.<br/>Transformadores de seguridad.</p> |
|---|--|

### 7.3. Formación.

Corresponde a los contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos adoptar las medidas pertinentes para la adecuada formación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos laborales.

## 8. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS LABORALES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD ADOPTADAS.

### 8.1. Riesgos laborales evitables completamente.

La tabla siguiente contiene la relación de riesgos laborales que pudiendo presentarse en la obra, van a ser totalmente evitados mediante la adopción de las medidas técnicas que también se definen en el presente documento.

| <b>RIESGOS EVITABLES</b>                                  | <b>MEDIDAS TÉCNICAS ADOPTADAS</b>   |
|---|---|
| Trabajos con presencia de tensión (media y baja tensión). | Corte del fluido, apantallamiento de protección, puesta a tierra y cortocircuito de los cables. |
| Derivados de la rotura de instalaciones existentes.       | Neutralización de las instalaciones existentes.   |
| <b>OBSERVACIONES:</b>                                     |   |

### 8.2. Riesgos laborales no evitables completamente.

Este apartado contiene la identificación de los riesgos laborales que no pueden ser completamente eliminados, y las medidas preventivas y protecciones técnicas que deberán adoptarse para el control y la reducción de este tipo de riesgos. La primera tabla se refiere a aspectos generales que afectan a la totalidad de la obra, y las restantes a los aspectos específicos de cada una de las fases en las que ésta puede dividirse.

| <b>TODA LA OBRA</b>                   |
|---------------------------------------|
| <b>RIESGOS</b>                        |
| Caídas de operarios al mismo nivel.   |
| Caídas de operarios a distinto nivel. |
| Caídas de objetos sobre operarios.    |
| Caídas de objetos sobre terceros.     |

|  |                          |
|--|--------------------------|
| Choques o golpes contra objetos.                                     |                          |
| Trabajos en condiciones de humedad.                                  |                          |
| Contactos eléctricos directos e indirectos.                          |                          |
| Cuerpos extraños en los ojos.  |                          |
| Sobreesfuerzos.  |                          |
| <b>MEDIDAS PREVENTIVAS Y PROTECCIONES COLECTIVAS</b>                 | <b>Grado</b>             |
| Orden y limpieza en los lugares de trabajos.                         | Permanente.              |
| Recubrimiento o distancia de seguridad (1m) a líneas eléctricas B.T. | Permanente.              |
| Iluminación adecuada y suficiente (alumbrado de obra).               | Permanente.              |
| No permanecer en el radio de acción de las máquinas.                 | Permanente.              |
| Puesta a tierra en cuadros, masas y máquinas sin doble aislamiento.  | Permanente.              |
| Señalización de la obra (señales y carteles).                        | Permanente.              |
| Protección de lucernarios.   | Permanente.              |
| Vallado de protección perimetral.                                    | Permanente.              |
| Cintas de señalización y balizamiento a 10 m de distancia.           | Alternativa al vallado.  |
| Extintor de polvo seco, de eficacia 21A – 113B.                      | Permanente.              |
| Evacuación de escombros.   | Frecuente.               |
| Escaleras auxiliares.  | Ocasional.               |
| Información específica.  | Para riesgos concretos.  |
| Cursos y charlas de formación.                                       | Frecuente.               |
| <b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL (EPIs)</b>                       | <b>Empleo</b>            |
| Cascos de seguridad.   | Permanente.              |
| Calzado protector.   | Permanente.              |
| Ropa de trabajo.   | Permanente.              |
| Ropa impermeable o de protección.                                    | Con mal tiempo.          |
| Gafas de seguridad.  | Frecuente.               |
| Línea de vida.   | Permanente.              |
| Arnés de seguridad.  | Permanente.              |
| Guantes para trabajos en tensión.                                    | Permanente.              |
| Elementos aislantes (Banqueta aislante, pértigas, etc.).             | Frecuente.               |
| <b>MEDIDAS ALTERNATIVAS DE PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN</b>               | <b>Grado de Eficacia</b> |
|  |                          |
| <b>OBSERVACIONES:</b>  |                          |

## 9. RIESGOS LABORALES ESPECIALES.

Estos riesgos especiales se definen en el Real Decreto 1627/97 Anexo II. Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores.

Los trabajos necesarios para el desarrollo de las obras definidas en el Proyecto de referencia y que implican un riesgo especial serán:

- Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados o el entorno del puesto de trabajo.
- Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.
- Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.
- Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En el siguiente apartado se indican las medidas específicas que deben adoptarse para controlar y reducir los riesgos derivados de este tipo de trabajos.

### 9.1. Medidas específicas contra riesgos laborales especiales.

**Estabilidad y solidez.** Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo serán sólidos y estables teniendo en cuenta el número de trabajadores que los ocupen, las cargas máximas y su distribución y los factores externos que pudieran afectarles. Si sus propios elementos no aseguran la estabilidad deberán adoptarse fijaciones apropiadas y seguras con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario.

**Caída de objetos.** Se establece como obligatorio el uso del casco para todos los trabajadores y personal de la obra, así como para toda aquella persona que visite la misma. Los materiales, equipos y herramientas deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su caída, desplome o vuelco.

**Caídas de altura.** Los andamios, pasarelas y plataformas en las que el riesgo de altura de caída sea superior a los 2,00m irán equipados con barandillas resistentes de 0,90m de altura equipadas con reborde de protección, pasamanos y protección intermedia. En los trabajos de montaje de estructura, cubiertas y otros se colocarán redes horizontales y línea de vida, y se utilizarán con carácter obligatorio, arnés de seguridad con sistema anticaídas. Todos los trabajadores deberán de estar unidos a la línea de vida en todo momento, cuando se encuentren trabajando en condiciones de altura.

**Factores atmosféricos:** Al objeto de proteger a los trabajadores se suspenderán los trabajos cuando las inclemencias atmosféricas sean tales que puedan comprometer su seguridad y su salud.

**Andamios.** Tendrán las condiciones de estabilidad y solidez anteriormente señaladas. Así mismo quedarán protegidos y utilizados de modo que se evite que las personas caigan o estén expuestas a las caídas de objetos. Los andamios móviles deberán asegurarse contra desplazamientos involuntarios. Todos los andamios serán inspeccionados por personal competente antes de su puesta en servicio, a intervalos regulares en lo sucesivo y después de cualquier modificación, período de utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

**Escaleras de mano.** Se cumplirá lo dispuesto en el Real Decreto 486/97 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.

**Aparatos elevadores y accesorios de izado.** Estarán a lo dispuesto en su normativa específica. No obstante, deberán ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que están destinados, instalarse y utilizarse correctamente, mantenerse en buen estado de funcionamiento y ser anejados por trabajadores cualificados que hayan recibido la formación adecuada. Deberá colocarse en los propios aparatos y de manera visible la indicación de la carga máxima que admiten. Los aparatos elevadores y sus

accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que están destinados.

**Vehículos y maquinaria para manipulación de materiales.** Deberán ajustarse a su normativa específica. Si bien deberán estar diseñados y contruidos en la medida de lo posible en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal capacitado. Con el fin de evitar caídas en las excavaciones o en el agua se dispondrán en el perímetro de éstas las correspondientes balizas, topes y señalizaciones. Los vehículos irán equipados con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento en caso de vuelco y contra la caída de objetos.

**Instalaciones, máquinas y equipos.** Estarán a lo dispuesto en su normativa específica si bien deberán estar diseñados y contruidos, en la medida de lo posible, en función de los principios de la ergonomía. Así mismo deberán mantenerse en buen estado de funcionamiento y utilizarse correctamente por personal adecuadamente capacitado.

**Instalaciones de distribución de energía.** Deberán mantenerse y verificarse con regularidad. Las existentes antes del comienzo de la obra deben localizarse, verificarse y señalizarse claramente. No se llevarán a cabo trabajos dentro del radio de 5 metros de cualquier tendido eléctrico aéreo; en su caso deberá procederse a dejar el tendido sin tensión. Se colocarán avisos o barreras para mantener a las personas y vehículos alejados de los tendidos eléctricos. En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo un tendido eléctrico que no pueda dejarse sin tensión se utilizará señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura de modo que se garantice en todo momento el alejamiento adecuado.

**Instalación eléctrica.** Se estará a lo dispuesto en el Reglamento Electrotécnico e Instrucciones MIE BT complementarias. Se adoptarán las protecciones pertinentes contra contactos directos e indirectos mediante las correspondientes

protecciones diferenciales y de tierras. Así mismo se adoptarán las protecciones contra riesgo de incendio y explosión. Los dispositivos de protección deben ser acordes a las condiciones de suministro, potencia instalada y competencia de las personas que han de tener acceso a la instalación.

**Vías y salidas de emergencia.** Deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. En caso de peligro, todos los lugares de trabajo podrán evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores. Las vías de salida específicas de emergencia quedarán señalizadas conforme al Real Decreto 485/97; la señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente para asegurar su duración durante toda la obra. Las vías de salida de emergencia, así como sus accesos y puertas no deben quedar obstruidas en ningún momento por objeto alguno, de forma que deben poder utilizarse sin trabas en cualquier momento. En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia deberán quedar equipadas con alumbrado de emergencia autónomo.

**Ventilación.** Las condiciones particulares de la obra hacen que no se requieran medidas concretas en relación con la ventilación; la disponibilidad de aire limpio en cantidad suficiente para los trabajadores queda asegurada en cualquier caso sin necesidad de adoptar ninguna medida específica.

**Ruido.** Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos. Se facilitarán cascos de protección acústica para los trabajos con maquinaria o equipos que así lo requieran.

**Polvo, gases y vapores.** Para casos específicos se facilitarán a los trabajadores mascarillas para protección contra polvo; no se prevé que en la obra se produzcan riesgos de inhalación de gases, ni vapores, ni presencia de atmósferas peligrosas.

**Iluminación.** Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra dispondrán, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tendrán iluminación artificial adecuada y suficiente; se utilizarán puntos de iluminación

portátiles con protección antichoque. El color de la luz artificial no alterará la percepción de las señales o paneles de señalización. Los puntos de luz estarán colocados de forma que no suponga riesgo alguno para los trabajadores. Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial, deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

**Temperatura.** Será la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias los permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y de las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

**Puertas y portones.** Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que impida salirse de los raíles y caerse. Las que se abran hacia arriba deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse. Las situadas en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizadas de modo adecuado. En las inmediaciones de los portones destinados a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento. Las puertas mecánicas deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores; deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto si en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abre automáticamente.

**Vías de circulación y zonas peligrosas.** No se prevé que en la obra existan zonas de acceso limitado. Las vías de circulación destinadas a vehículos se situarán a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.

**Muelles y rampas de carga.** Serán adecuados a las cargas transportadas. Los muelles deben tener al menos una salida y las rampas deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

**Espacio de trabajo.** Las dimensiones del puesto de trabajo permitirán que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

**Primeros auxilios.** Las condiciones de la obra hacen que no sea exigible la existencia de local específico de primeros auxilios. No obstante, se adoptarán las medidas pertinentes para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina. Así mismo se dispondrá en la propia obra de un botiquín adecuadamente dotado con los productos al uso (algodón, gasas, agua oxigenada, alcohol, yodo, mercurio-cromo, "tiritas", etc.). Se deberá informar en la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde transportar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

**Servicios higiénicos.** Los trabajadores deberán disponer en la propia obra de vestuarios, lavabos y retretes; los vestuarios contarán con taquillas y bancos. Serán utilizados por separado por hombres y mujeres.

**Locales de descanso.** Los trabajadores deberán poder disponer en la propia obra de un local con al menos una mesa y asientos con respaldo con capacidad para acoger a todos los trabajadores que simultáneamente estén presentes en el trabajo.

**Mujeres embarazadas y madres lactantes.** Deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

**Trabajadores minusválidos.** Los lugares de trabajo deberán estar acondicionados teniendo en cuenta, en su caso, a los trabajadores minusválidos.

**Acceso a la obra y perímetro de la misma.** Estarán señalizados claramente visibles e identificables.

**Agua potable y bebida.** Los trabajadores deberán disponer en la obra de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. Se analizará el agua destinada al consumo de los trabajadores para garantizar su potabilidad, si no proviene de la red de abastecimiento de la población.

**Comidas.** Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

## 10. PREVISIÓN PARA TRABAJOS POSTERIORES.

El apartado 3 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, establece que en el Estudio se contemplarán también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

En el Proyecto se han especificado una serie de elementos que han sido previstos para facilitar las futuras labores de mantenimiento y reparación de las instalaciones en condiciones de seguridad y salud, y que una vez colocados, también servirán para la seguridad durante el desarrollo de las obras.

Los elementos que se detallan a continuación son los previstos a tal fin:

|  |  |
|--|--|
| Señalización horizontal.<br>Señalización vertical.<br>Anclajes permanentes para fijación línea de vida.<br>Línea de vida permanente. | Protección de lucernarios.<br>Vallado de protección perimetral.<br>Pasillo señalizado. |
|--|--|

## **11. CONDICIONES GENERALES.**

En caso de ser necesario, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra será designado por el promotor. Sus responsabilidades serán las que establece el artículo 8 del Real Decreto 1627/97.

Las obligaciones de los contratistas y subcontratistas son las que señala el artículo 11 del Real Decreto 1627/97 siendo las de los trabajadores autónomos las indicadas en el artículo 12.

Se llevará el libro de incidencias conforme al artículo 13 del Real Decreto 1627/97. La información a los trabajadores se llevará a cabo conforme al artículo 15.

Se llevará a cabo el aviso previo por parte del promotor a la autoridad laboral competente antes del inicio de los trabajos conforme a lo señalado en el artículo 18 del Real Decreto 1627/97 y con el contenido indicado en el anexo III de dicha norma.

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.) donde trasladar a los accidentados para darle su más rápido y efectivo tratamiento.

Se deberá disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los Centros de asistencia.

## **12. CONDICIONES DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

Para los trabajos eléctricos, se consideran los siguientes riesgos más frecuentes:

- Contacto eléctrico directo e indirecto en A.T. y B.T.
- Arco eléctrico en A.T. y B.T.
- Contactos con elementos candentes y quemaduras.

Los trabajos en tensión deberán ser realizados por personal cualificado, no obstante, se tomarán las medidas preventivas y se utilizarán las protecciones colectivas e individuales necesarias.

Como medidas previas a la realización de trabajos, se suprimirán los reenganches automáticos si existen, y se prohibirá la puesta en servicio de la instalación en caso de desconexión, sin previa conformidad del responsable de los trabajos. Se establecerá una comunicación con el lugar de trabajo que permita cualquier maniobra de urgencia que fuera necesaria.

Deberá existir en todo momento, coordinación con la empresa suministradora, de forma que estén bien definidas las maniobras a realizar. En caso de realizar trabajos en los que sea necesario que la Compañía Distribuidora deje sin tensión la instalación, ésta deberá informar por escrito a las partes implicadas en el trabajo, de que se han realizado las operaciones necesarias y que la instalación está sin tensión, indicando exactamente lugar y hora de la desconexión.

En todos los trabajos eléctricos en media tensión, se deberá seguir estrictamente el siguiente procedimiento (**5 Reglas de Oro**):

1. **Seccionamiento de las instalaciones de la zona de trabajo.** Cortar todas las posibles alimentaciones de alta y baja tensión de los elementos en los que haya que intervenir, utilizando al menos, casco, banqueta aislante, guantes aislantes y gafas protectoras. Desenergización del tramo mediante:

- Apertura de los aparatos de maniobra (interruptores automáticos, reenganches automáticos, etc.).
- Apertura VISIBLE de el/los seccionador/es correspondiente/s.

2. **Enclavamiento o bloqueo (si es posible) de los aparatos de corte y señalización en los mandos de los aparatos de corte con un cartel que indique la prohibición de la maniobra.**

3. **Verificación de la ausencia de tensión en la red.** Mediante un voltímetro adecuado para la red en la cual se está trabajando, se verificará que las tres fases están sin tensión, así como, en caso de existir, entre conductor neutro y tierra.

4. **Colocar las puestas a tierra y en cortocircuito, aislando la zona de trabajo.**

5. **Señalar la zona de trabajo.** Si no se cumpliera alguna de las condiciones anteriores, los trabajos deberán ser interrumpidos inmediatamente, y no serán reestablecidos hasta el cumplimiento estricto de todos los procedimientos.



# PVsyst - Simulation report

## Grid-Connected System

---

Project: Instalación Solar Flotante

Variant: Simulación

Sheds, single array

System power: 3432 kWp

Palanquinos - Spain





**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**Project summary**

**Geographical Site**

Palanquinos  
Spain

**Situation**

Latitude 42.45 °N  
Longitude -5.50 °W  
Altitude 786 m  
Time zone UTC+1

**Project settings**

Albedo 0.20

**Weather data**

Palanquinos  
Meteonorm 8.1 (1997-2017), Sat=48% - Sintético

**System summary**

**Grid-Connected System**

**PV Field Orientation**

Fixed plane  
Tilt/Azimuth 5 / -11 °

**Sheds, single array**

**Near Shadings**

Linear shadings : Fast (table)

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**System information**

**PV Array**

Nb. of modules 6240 units  
Pnom total 3432 kWp

**Inverters**

Nb. of units 9 units  
Pnom total 3150 kWac  
Pnom ratio 1.090

**Results summary**

Produced Energy 4730049 kWh/year Specific production 1378 kWh/kWp/year Perf. Ratio PR 80.85 %

**Table of contents**

|   |    |
|---|----|
| Project and results summary                                 | 2  |
| General parameters, PV Array Characteristics, System losses | 3  |
| Near shading definition - Iso-shadings diagram              | 5  |
| Main results  | 6  |
| Loss diagram  | 7  |
| Predef. graphs  | 8  |
| Single-line diagram   | 9  |
| Cost of the system  | 10 |

**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**General parameters****Grid-Connected System****PV Field Orientation****Orientation**

Fixed plane  
Tilt/Azimuth 5 / -11 °

**Horizon**

Free Horizon

**Sheds, single array****Sheds configuration**

Nb. of sheds 120 units  
Single array

**Sizes**

Sheds spacing 1.25 m  
Collector width 1.13 m  
Ground Cov. Ratio (GCR) 90.7 %  
Top inactive band 0.02 m  
Bottom inactive band 0.02 m

**Shading limit angle**

Limit profile angle 45.1 °

**Near Shadings**

Linear shadings : Fast (table)

**Models used**

Transposition Perez  
Diffuse Perez, Meteororm  
Circumsolar separate

**User's needs**

Unlimited load (grid)

**PV Array Characteristics****PV module**

Manufacturer Generic  
Model JKM550M-72HL4-V

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 550 Wp  
Number of PV modules 6240 units  
Nominal (STC) 3432 kWp  
Modules 240 string x 26 In series

**At operating cond. (50°C)**

Pmpp 3141 kWp  
U mpp 977 V  
I mpp 3214 A

**Total PV power**

Nominal (STC) 3432 kWp  
Total 6240 modules  
Module area 16119 m<sup>2</sup>  
Cell area 14835 m<sup>2</sup>

**Inverter**

Manufacturer Generic  
Model SG350-HX

(Original PVsyst database)

Unit Nom. Power 350 kWac  
Number of inverters 9 units  
Total power 3150 kWac  
Operating voltage 500-1450 V  
Pnom ratio (DC:AC) 1.09  
Power sharing within this inverter

**Total inverter power**

Total power 3150 kWac  
Number of inverters 9 units  
Pnom ratio 1.09

**Array losses****Array Soiling Losses**

Loss Fraction 3.0 %

**Thermal Loss factor**

Module temperature according to irradiance  
Uc (const) 16.0 W/m<sup>2</sup>K  
Uv (wind) 0.0 W/m<sup>2</sup>K/m/s

**DC wiring losses**

Global array res. 5.0 mΩ  
Loss Fraction 1.5 % at STC

**Serie Diode Loss**

Voltage drop 0.7 V  
Loss Fraction 0.1 % at STC

**LID - Light Induced Degradation**

Loss Fraction 2.0 %

**Module Quality Loss**

Loss Fraction -0.8 %

**Module mismatch losses**

Loss Fraction 2.0 % at MPP

**Strings Mismatch loss**

Loss Fraction 0.1 %



**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**Array losses**

**IAM loss factor**

Incidence effect (IAM): User defined profile

| 0°    | 30°   | 50°   | 60°   | 70°   | 75°   | 80°   | 85°   | 90°   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.999 | 0.988 | 0.965 | 0.925 | 0.746 | 0.000 |

**System losses**

**Unavailability of the system**

Time fraction            3.0 %  
                              10.9 days,  
                              3 periods



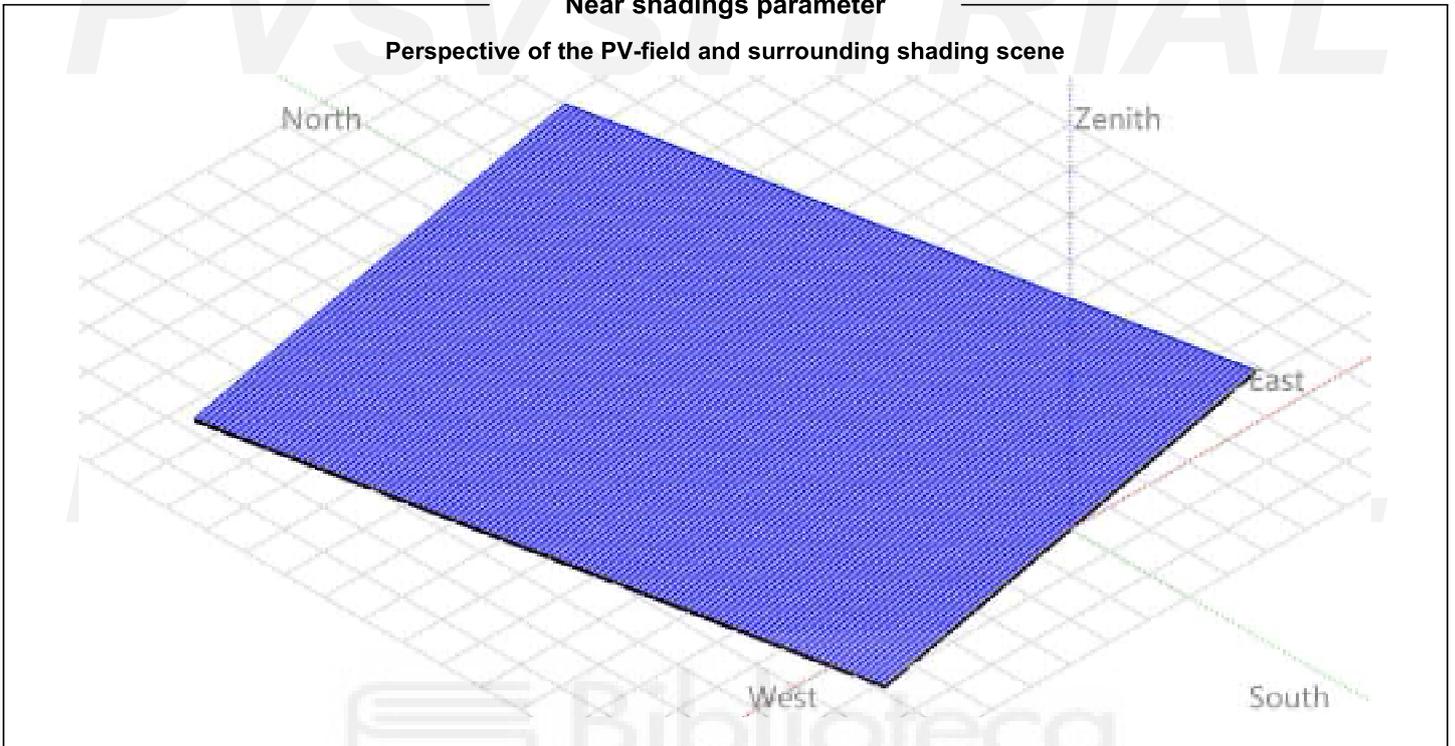


**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**Near shadings parameter**

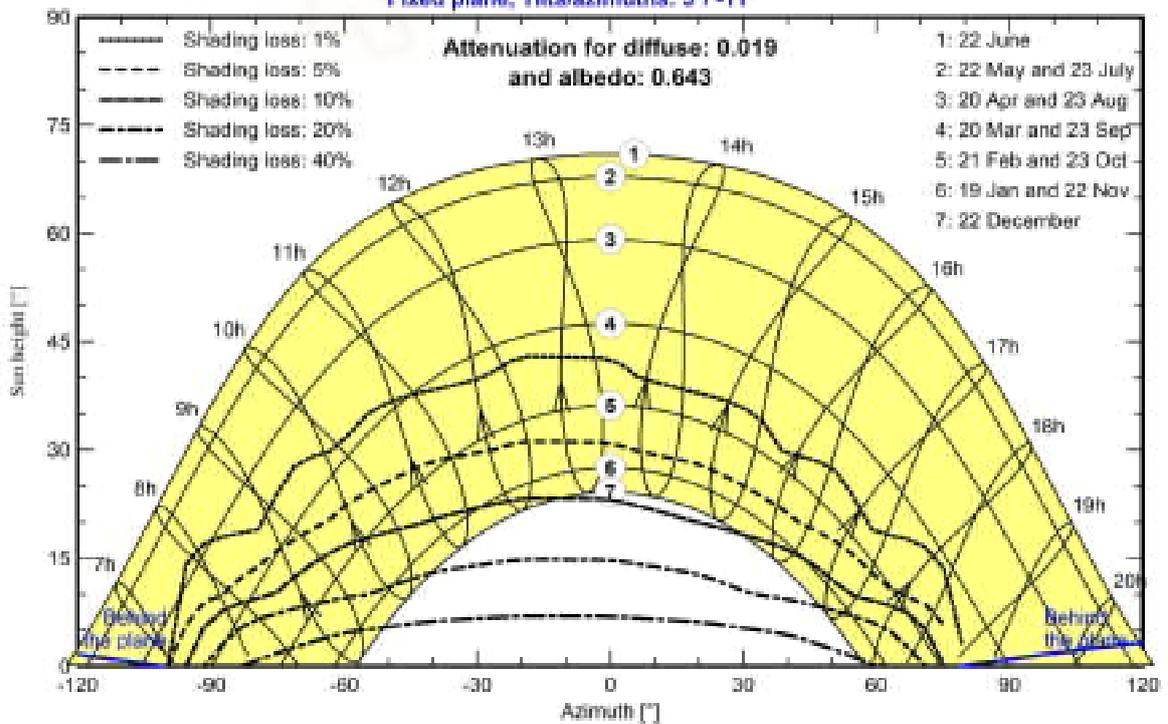
Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



**Iso-shadings diagram**

Orientation #1

Fixed plane, Tilts/azimuths: 5°/-11°





**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**Main results**

**System Production**

Produced Energy 4730049 kWh/year

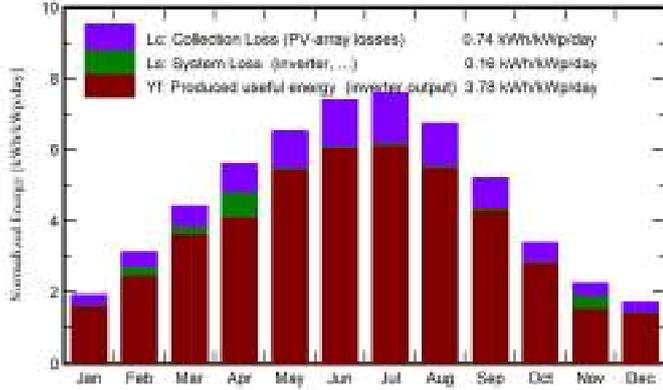
Specific production

1378 kWh/kWp/year

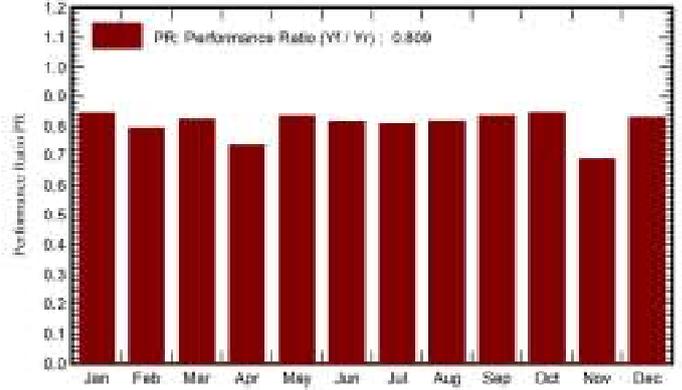
Perf. Ratio PR

80.85 %

**Normalized productions (per installed kWp)**



**Performance Ratio PR**



**Balances and main results**

|           | GlobHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | DiffHor<br>kWh/m <sup>2</sup> | T_Amb<br>°C | GlobInc<br>kWh/m <sup>2</sup> | GlobEff<br>kWh/m <sup>2</sup> | EArray<br>kWh | E_Grid<br>kWh | PR<br>ratio |
|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------------|
| January   | 53.2                          | 26.83                         | 3.34        | 59.5                          | 53.2                          | 175111        | 172293        | 0.843       |
| February  | 79.8                          | 28.93                         | 4.77        | 87.7                          | 81.2                          | 262070        | 239072        | 0.794       |
| March     | 129.4                         | 47.25                         | 8.06        | 137.3                         | 130.8                         | 412487        | 387682        | 0.823       |
| April     | 162.6                         | 55.00                         | 10.49       | 168.4                         | 161.8                         | 498292        | 425491        | 0.736       |
| May       | 199.6                         | 65.18                         | 14.47       | 202.7                         | 194.9                         | 586496        | 580473        | 0.834       |
| June      | 220.3                         | 68.95                         | 18.92       | 222.1                         | 213.7                         | 628922        | 622594        | 0.817       |
| July      | 232.9                         | 62.60                         | 21.04       | 235.9                         | 227.3                         | 660713        | 653983        | 0.808       |
| August    | 203.4                         | 58.13                         | 20.76       | 209.2                         | 201.4                         | 592416        | 586732        | 0.817       |
| September | 148.5                         | 51.49                         | 17.44       | 156.3                         | 149.7                         | 452233        | 447413        | 0.834       |
| October   | 97.0                          | 40.33                         | 12.78       | 104.6                         | 98.2                          | 307107        | 303353        | 0.845       |
| November  | 60.8                          | 25.50                         | 6.96        | 68.0                          | 61.3                          | 198394        | 160486        | 0.687       |
| December  | 46.6                          | 23.33                         | 3.96        | 52.9                          | 46.6                          | 153272        | 150477        | 0.829       |
| Year      | 1634.0                        | 553.52                        | 11.96       | 1704.6                        | 1620.0                        | 4927511       | 4730049       | 0.809       |

**Legends**

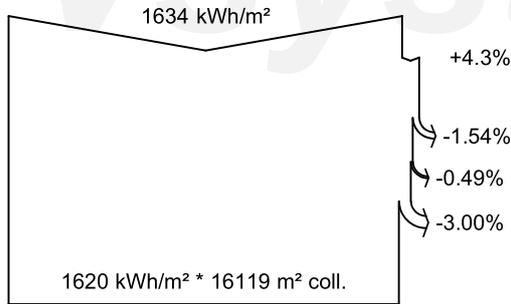
- GlobHor Global horizontal irradiation
- DiffHor Horizontal diffuse irradiation
- T\_Amb Ambient Temperature
- GlobInc Global incident in coll. plane
- GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
- EArray Effective energy at the output of the array
- E\_Grid Energy injected into grid
- PR Performance Ratio



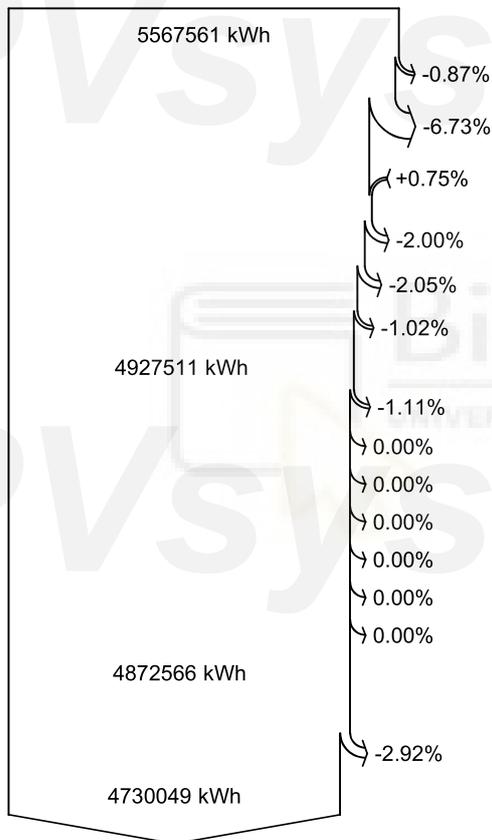
**PVsyst V7.4.7**

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**Loss diagram**



efficiency at STC = 21.32%



**Global horizontal irradiation**  
**Global incident in coll. plane**

Near Shadings: irradiance loss  
IAM factor on global  
Soiling loss factor

**Effective irradiation on collectors**

PV conversion

**Array nominal energy (at STC effic.)**

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

LID - Light induced degradation

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

**Array virtual energy at MPP**

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Night consumption

**Available Energy at Inverter Output**

System unavailability

**Energy injected into grid**

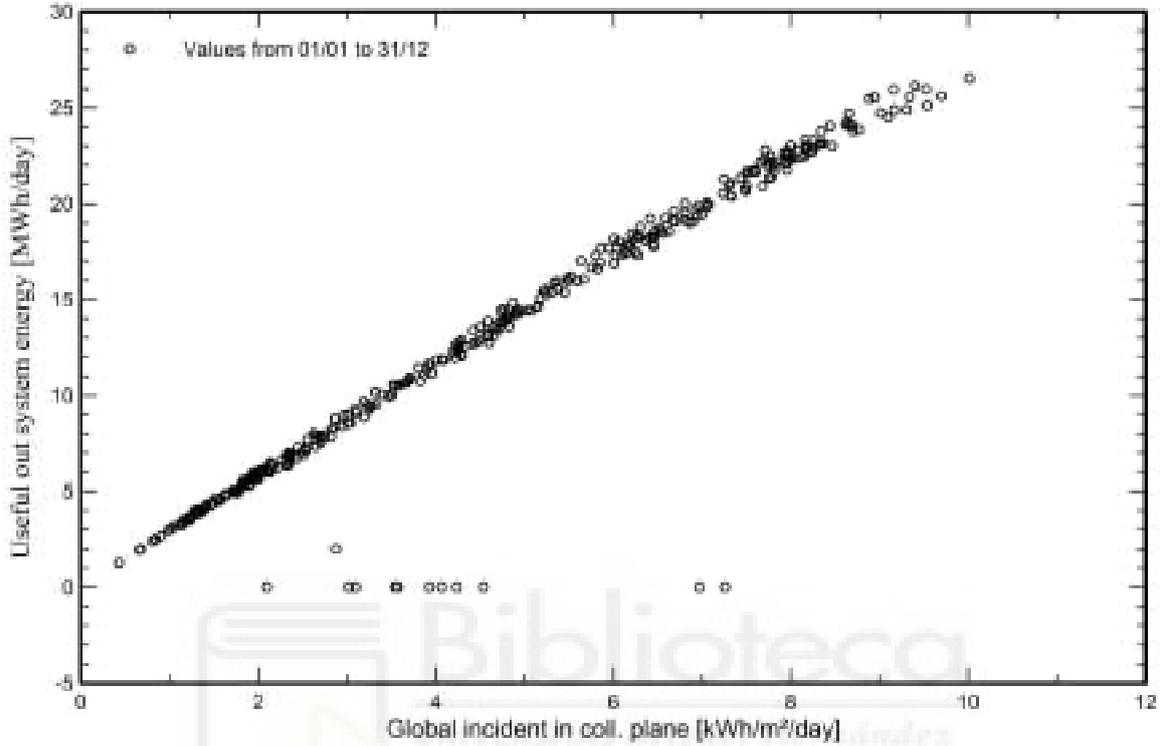


**PVsyst V7.4.7**

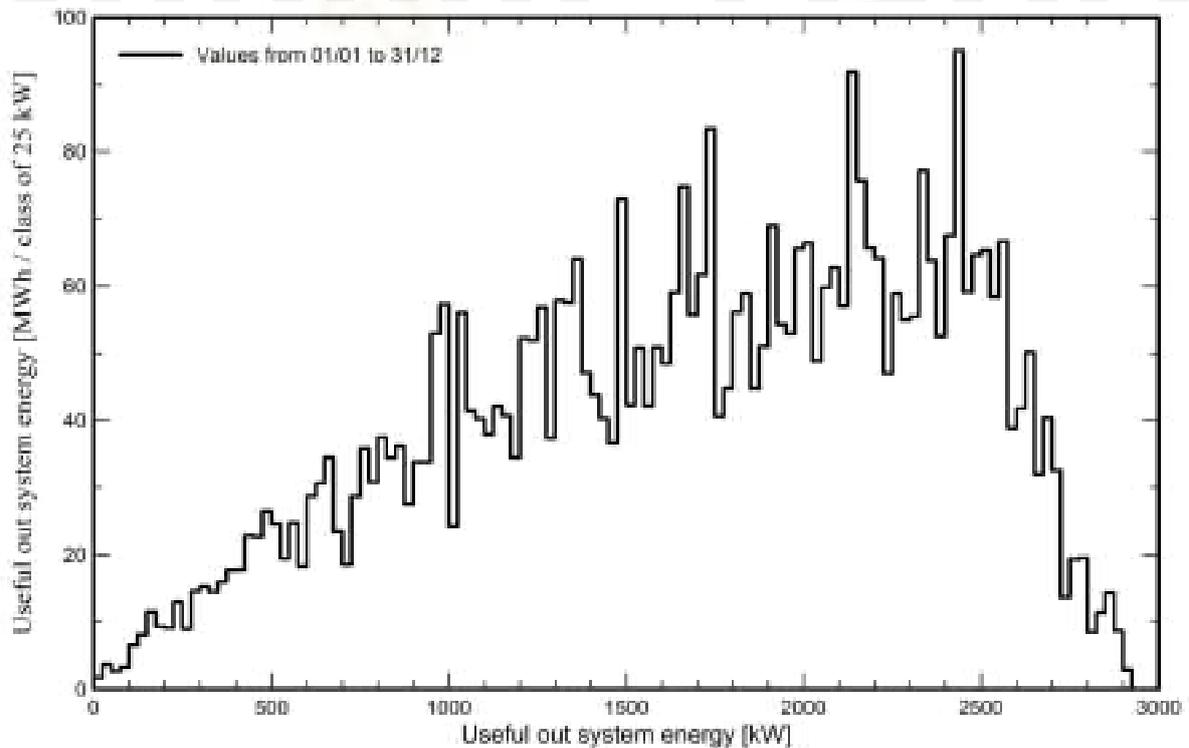
VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

**Predef. graphs**

**Diagrama entrada/salida diaria**



**Distribución de potencia de salida del sistema**

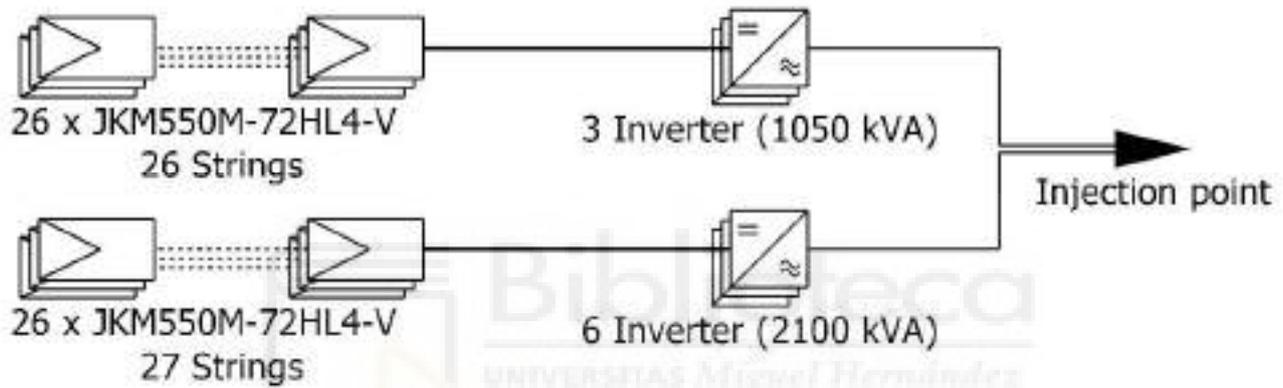




PVsyst V7.4.7

VC0, Simulation date:  
06/06/24 14:44  
with V7.4.7

# Single-line diagram



|           |                      |
|-----------|----------------------|
| PV module | JKM550M-72HL4-V      |
| Inverter  | SG350-HX             |
| String    | 26 x JKM550M-72HL4-V |

CR Porma

VC0 : Simulación

06/06/24

# Tiger Pro 72HC

## 550-570 Watt

### MONO-FACIAL MODULE

#### P-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

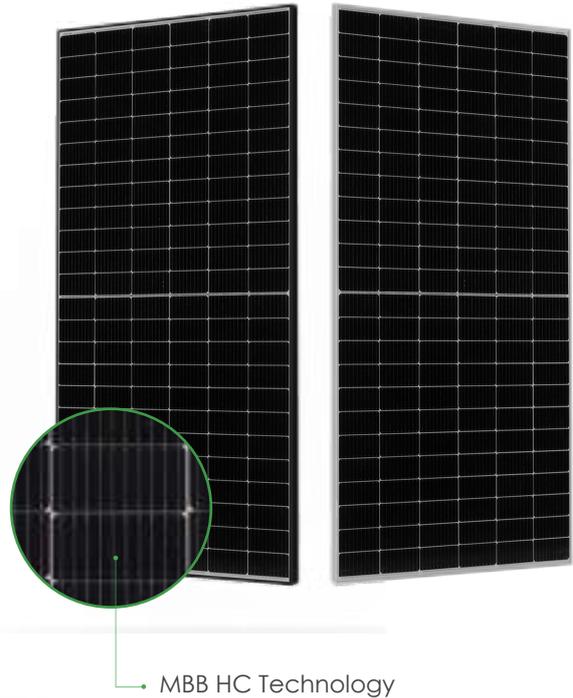
IEC61215(2016), IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018

Occupational health and safety management systems



MBB HC Technology

## Key Features



#### Multi Busbar Technology

Better light trapping and current collection to improve module power output and reliability.



#### Reduced Hot Spot Loss

Optimized electrical design and lower operating current for reduced hot spot loss and better temperature coefficient.



#### Longer Life-time Power Yield

0.55% annual power degradation and 25 year linear power warranty.



#### Durability Against Extreme Environmental Conditions

High salt mist and ammonia resistance.

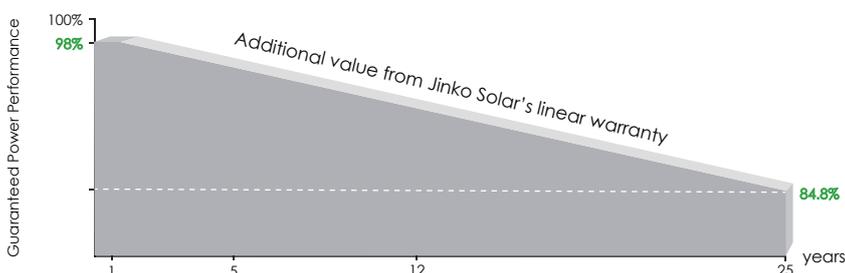


#### Enhanced Mechanical Load

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).



## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

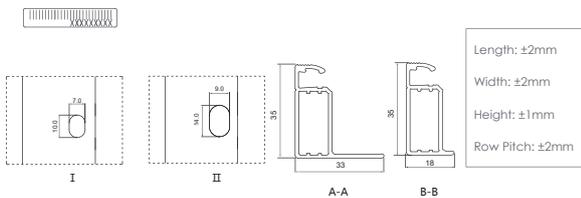
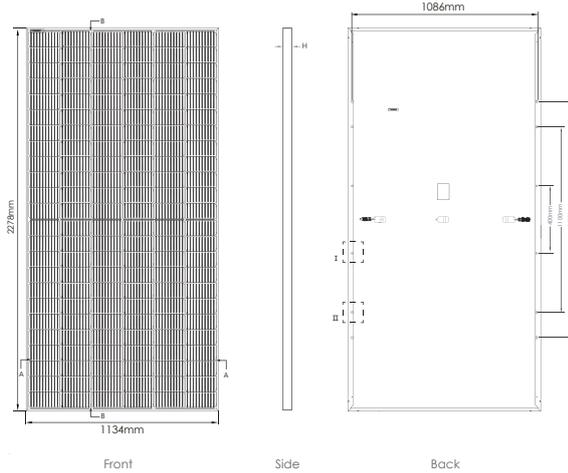


**12 Year Product Warranty**

**25 Year Linear Power Warranty**

**0.55% Annual Degradation Over 25 years**

## Engineering Drawings

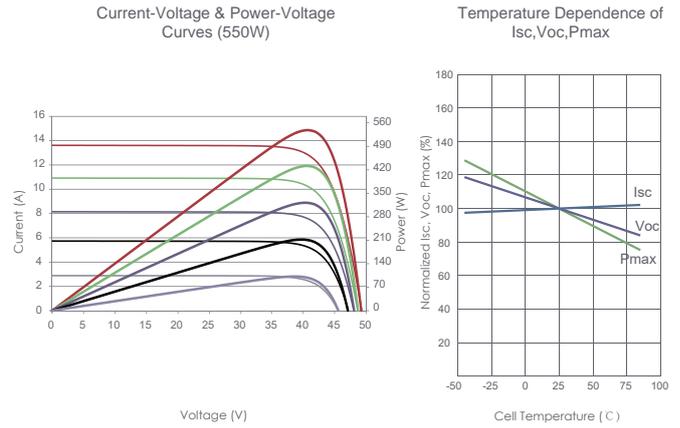


## Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

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

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

|               |   |
|---------------|---|
| Cell Type     | P type Mono-crystalline   |
| No. of cells  | 144 (6×24)  |
| Dimensions    | 2278×1134×35mm (89.69×44.65×1.38 inch)                                      |
| Weight        | 27 kg (59.52 lbs)   |
| Front Glass   | 3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass |
| Frame         | Anodized Aluminium Alloy  |
| Junction Box  | IP68 Rated  |
| Output Cables | TUV 1×4.0mm <sup>2</sup><br>(+): 400mm, (-): 200mm or Customized Length     |

## SPECIFICATIONS

| Module Type                               | JKM550M-72HL4      |        | JKM555M-72HL4 |        | JKM560M-72HL4 |        | JKM565M-72HL4 |        | JKM570M-72HL4 |        |
|---|--------------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|---------------|--------|
|   | STC                | NOCT   | STC           | NOCT   | STC           | NOCT   | STC           | NOCT   | STC           | NOCT   |
| Maximum Power (Pmax)                      | 550Wp              | 409Wp  | 555Wp         | 413Wp  | 560Wp         | 417Wp  | 565Wp         | 420Wp  | 570Wp         | 424Wp  |
| Maximum Power Voltage (Vmp)               | 40.90V             | 38.42V | 40.99V        | 38.59V | 41.09V        | 38.69V | 41.21V        | 38.74V | 41.34V        | 38.84V |
| Maximum Power Current (Imp)               | 13.45A             | 10.65A | 13.54A        | 10.70A | 13.63A        | 10.77A | 13.71A        | 10.85A | 13.79A        | 10.92A |
| Open-circuit Voltage (Voc)                | 49.62V             | 46.84V | 49.72V        | 46.93V | 49.82V        | 47.02V | 49.93V        | 47.13V | 50.04V        | 47.23V |
| Short-circuit Current (Isc)               | 14.03A             | 11.33A | 14.12A        | 11.40A | 14.21A        | 11.48A | 14.30A        | 11.55A | 14.39A        | 11.62A |
| Module Efficiency STC (%)                 | 21.29%             |        | 21.48%        |        | 21.68%        |        | 21.87%        |        | 22.07%        |        |
| Operating Temperature(°C)                 | -40°C~+85°C        |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Maximum system voltage                    | 1000/1500VDC (IEC) |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Maximum series fuse rating                | 25A                |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Power tolerance                           | 0~+3%              |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Temperature coefficients of Pmax          | -0.35%/°C          |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Temperature coefficients of Voc           | -0.28%/°C          |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Temperature coefficients of Isc           | 0.048%/°C          |        |               |        |               |        |               |        |               |        |
| Nominal operating cell temperature (NOCT) | 45±2°C             |        |               |        |               |        |               |        |               |        |

\*STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup>

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

# SG350HX

Inversor String Multi MPPT para sistemas de 1500 Vdc

NEW



## ALTO RENDIMIENTO

- Hasta 16 MPPTs con una eficiencia máxima del 99%
- 20 A por string, compatible con módulos +500Wp
- Intercambio de datos con el tracker para mejorar el rendimiento



## BAJO COSTE

- Función Q a la noche, ahorra en inversión
- Comunicación PLC
- Escaneo y diagnóstico de curva IV, O&M activo



## SEGURIDAD COMPROBADA

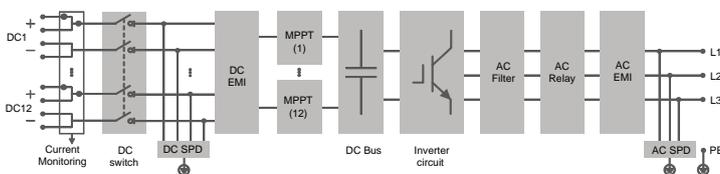
- 2 strings por MPPT, sin riesgo de conexión inversa
- Monitorización AC y DC en tiempo real
- Interruptor DC integrado, corta automáticamente el fallo



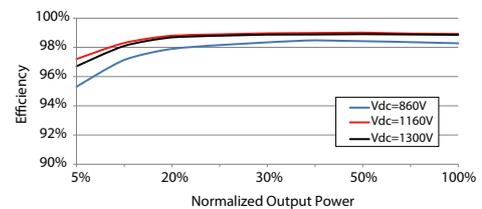
## SOPORTE DE RED

- $SCR \geq 1.16$  funcionamiento estable en redes extremadamente débiles
- Tiempo de respuesta de la potencia reactiva  $< 30ms$
- Cumple con la seguridad global y el código de red

## DIAGRAMA DEL CIRCUITO



## CURVA DE EFICIENCIA



| Denominación   | SG350HX  |
|--|--|
| <b>Entrada (DC)</b>                                    |  |
| Tensión máxima de entrada FV                           | 1500 V   |
| Tensión mínima / Tensión de arranque                   | 500 V / 550 V  |
| Tensión de entrada nominal                             | 1080 V   |
| Rango de tensión MPP                                   | 500 V – 1500 V   |
| No. de entradas MPP independientes                     | 12 (opcional: 14/16)   |
| No. máximo de conectores de entrada por MPPT           | 2  |
| Corriente máxima de entrada FV                         | 12 * 40 A (Opcional: 14 * 30 A / 16 * 30 A)  |
| Corriente máxima de cortocircuito de DC por MPPT       | 60 A   |
| <b>Salida (AC)</b>                                     |  |
| Potencia de salida de AC                               | 352 kVA @ 30°C / 320 kVA @40 °C / 295 kVA @50°C  |
| Corriente máxima de salida de AC                       | 254 A  |
| Tensión nominal de AC                                  | 3 / PE, 800 V  |
| Rango de tensión de AC                                 | 640 – 920V   |
| Frecuencia nominal de red / Rango de frecuencia de red | 50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz   |
| THD  | < 3 % (potencia nominal)   |
| Inyección de corriente DC                              | < 0.5 % In   |
| FP a potencia nominal / FP ajustable                   | > 0.99 / 0.8 inductivo – 0.8 capacitivo  |
| Fases de inyección / Fases de conexión                 | 3 / 3  |
| <b>Eficiencia</b>                                      |  |
| Eficiencia máx / Eficiencia Europea / Eficiencia CEC   | 99.02 % / 98.8 % / 98.5%   |
| <b>Protección</b>                                      |  |
| Protección de conexión DC inversa                      | Sí   |
| Protección de cortocircuito de AC                      | Sí   |
| Protección contra corriente de fuga                    | Sí   |
| Monitorización de red                                  | Sí   |
| Monitorización de fallo a tierra                       | Sí   |
| Interruptor DC/AC                                      | Sí / No  |
| Monitorización de corrientes string FV                 | Sí   |
| Función Q en noche                                     | Sí   |
| Anti-PID y Función de recuperación PID                 | Opcional   |
| Protección contra sobretensión                         | DC Tipo II / AC Tipo II  |
| <b>Datos Generales</b>                                 |  |
| Dimensiones (W*H*D)                                    | 1136 * 870 * 361 mm (44.7" * 34.3" * 14.2")  |
| Peso   | ≤116 kg (≤255.7 lbs)   |
| Método de aislamiento                                  | Sin transformador  |
| Grado de protección de entrada                         | IP66 (NEMA 4X)   |
| Consumo nocturno                                       | < 6 W  |
| Rango de temperatura ambiente de funcionamiento        | -30 to 60°C (-22 to 140 °F)  |
| Humedad relativa aceptable (sin condensación)          | 0 – 100 %  |
| Método de refrigeración                                | Refrigeración forzada inteligente  |
| Altitud máxima de funcionamiento                       | 4000 m (> 3000 m derating) / 13123 ft (> 9843 ft derating)   |
| Display  | LED, Bluetooth+APP   |
| Comunicación   | RS485 / PLC  |
| Tipo de conexión DC                                    | MC4-Evo2 (Max. 6 mm <sup>2</sup> , optional 10mm <sup>2</sup> / Max. 10AWG, optional 8AWG )  |
| Tipo de conexión AC                                    | Support OT/DT terminal (Max. 400 mm <sup>2</sup> / 789 Kcmil)  |
| Certificación  | IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEEE1547, IEEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B |
| Soporte de red   | Función Q en noche, LVVRT, HVVRT, control de potencia activa y reactiva, control de rampa de potencia, control Q-U y control, P-f  |

## ISIFLOATING ES EL SISTEMA SOLAR FLOTANTE DE MAS **ALTA CALIDAD Y DURABILIDAD**



Diseñado para instalar plantas solares flotantes en múltiples cuerpos de agua: balsas de irrigación, hidroeléctricas, lagos naturales, plantas de tratamiento de agua, lagos de cantera, granjas de piscicultura y otros

### **3 BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES**



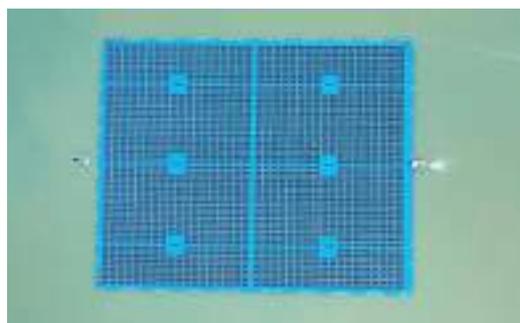
- Aumenta ~ 5-15% la eficiencia energética debido a su efecto de refrigeración
- Produce energía renovable más cerca de donde se consume.

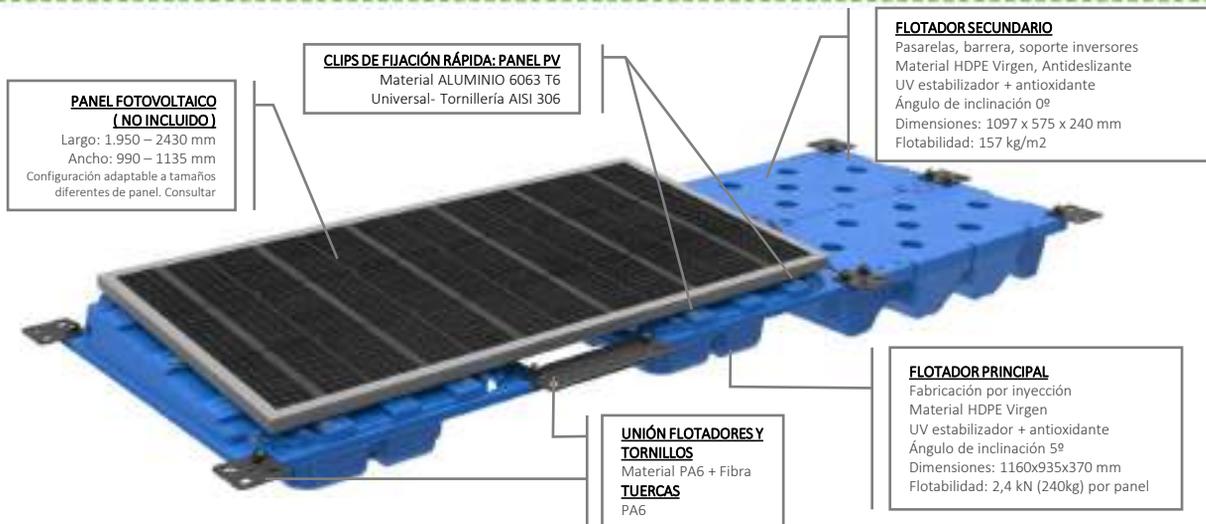


- Reduce ~ 80% la evaporación del agua al cubrir la superficie acuática
- Mejora la calidad del agua eliminando algas y reduciendo los costes de mantenimiento de infraestructura



- Conserva el suelo para agricultura, ganadería, bosques o naturaleza
- No genera impacto visual negativo y puede incluso aprovechar áreas no productivas.





## ALTA CALIDAD

- Diseño único patentado de doble flotador principal usando los mejores materiales (HDPE virgen, aditivos UV y antioxidantes)
- Fabricación por inyección de plástico da una mayor durabilidad y precisión en el flotador
- Espesor mínimo de 3mm en cualquier parte del flotador principal
- Alta velocidad de producción (1MW DC de flotadores se producen en menos de 5 días)



## SEGURO

- Para las personas que hacen el O&M con acceso fácil y seguro caminando a cualquier zona de la instalación para la limpieza y el mantenimiento
- Para su inversión gracias a la experiencia real de 10 años y el uso de materiales y especificaciones técnicas de alta calidad
- Gran estabilidad y flotabilidad (240 kg/panel solar)
- Mínima resistencia al viento gracias al diseño aerodinámico de 5° de inclinación de la placa solar



## ADAPTABLE

- A los diferentes y cambiantes niveles de agua al apoyarse los flotadores entre si y sobre las laderas cuando baja el agua
- Empiece pequeño y crezca su instalación de una forma flexible
- A los reservorios de superficie reducida con una alta potencia pico por área (157 Wp/ m2)
- A vientos fuertes (180km/h), olas (1,0 mt independiente o más mts con rompeolas) y temperaturas extremas (-20° to +60°C)

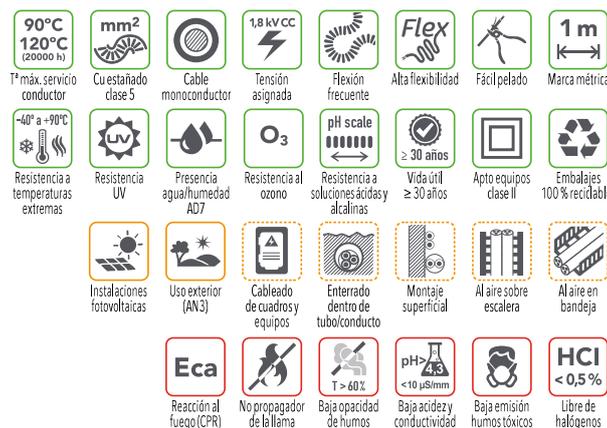


## EFICIENTE EN COSTE

- En logística y almacenaje gracias al diseño apilable y encajable (1MW DC ocupa <8 contenedores de 40’)
- En la instalación por el reducido número de piezas y herramientas y equipos básicos estilo IKEA
- Alta velocidad de instalación (1MW toma 15 días por equipo de 5 personas - 1,5 kW/persona/hora)
- En mantenimiento usando herramientas convencionales y personal básico sin recursos costosos adicionales necesarios

SOLFLEX H1Z2Z2-K

DoP: MEH1Z2Z2K. FAMILIA MIGUELÉLEZ 211



- Normativa (construcción/ensayos): IEC 62930 y EN 50618.
- Designación técnica: H1Z2Z2-K.
- Construcción:
  - Conductor: Cobre estañado, clase 5, flexible apto para uso móvil o fijo (EN 60228 e IEC 60228).
  - Aislamiento: Compuesto reticulado a base de poliolefina, libre de halógenos, con baja emisión de gases corrosivos y humos en caso de incendio (IEC 62930 y EN 50618).
  - Cubierta: Compuesto reticulado a base de poliolefina, libre de halógenos, con baja emisión de gases corrosivos y humos en caso de incendio (IEC 62930 y EN 50618).
- Tensión asignada:
  - U<sub>0/U</sub>: 1,5 / 1,5 kV CC; 1,0 / 1,0 kV CA.
  - U<sub>max</sub>: 1,8 kV CC; 1,2 kV CA.
  - Tensión de ensayo: 6,5 kV CA (5 minutos).
- Temperatura máxima del conductor en servicio normal / cortocircuito (t≤5s): 90 °C (120 °C - 20.000 h) / 250 °C.
- Gama: Monoconductor. Sección: De 1,5 a 240 mm<sup>2</sup>.
- Reacción al fuego (CPR - EN 50575 & EN 13501-6): Clase Eca.
- Otras prestaciones en caso de incendio (cuando no sea de aplicación el Reglamento CPR): No propagador de la llama, libre de halógenos y reducida emisión de gases y humos, siendo estos de baja opacidad/toxicidad/corrosividad/conductividad (IEC 60332-1-2, IEC 61034-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2).
- Otras características: Resistente a la intemperie y a los rayos UV (AN3), a rangos de temperaturas extremas (-40 a +90 °C), a los impactos (condición AG2), al ozono, a soluciones ácidas (N-Oxalic acid) y alcalinas (N-Sodium Hydroxide), a sustancias corrosivas o contaminantes (AF3) y apto para instalaciones con presencia de agua (AD7) y vibraciones (AH3).
- Aplicaciones: Especialmente diseñado para el cableado en instalaciones de energía solar fotovoltaica, móviles o fijas, con exposición directa y permanente al sol e intemperie. Concebido para su instalación como cableado entre paneles fotovoltaicos, entre paneles fotovoltaicos y caja de conexiones o directamente entre paneles fotovoltaicos y el inversor CC/CA (cuando no existe caja de conexiones).  
 Son cables adecuados para uso en equipos de nivel de seguridad clase II (doble aislamiento).  
 Están intrínsecamente protegidos contra los cortocircuitos y los defectos a tierra de acuerdo con el Documento de Armonización HD 60364-5-52.  
 Pueden ser instalados en montaje superficial directamente instalado, dentro de tubo o canal protectora, sobre abrazaderas, escalera y bandeja de cables. También pueden utilizarse en instalaciones sobre tejado o en otro tipo de integraciones arquitectónicas.  
 En el caso de colocar el cable sobre abrazaderas, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable. La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre rejillas porta cables o sobre bandejas. En ningún caso está distancia debe sobrepasar los 80 cm.  
 Son igualmente adecuados para instalación dentro de equipos y cuadros eléctricos como cableado interno.  
 Los cables y los haces de cables deben fijarse de manera que se eviten los daños en forma de huellas penetrantes, debido a dilataciones térmicas.
- Rango de temperaturas ambiente de utilización:
  - Mínima: -40 °C.
  - Máxima: +90 °C.
- Temperatura máxima para el almacenamiento del cable: +40 °C.
- Temperatura mínima para las tareas de tendido, instalación y montaje de accesorios: -25 °C.  
 Esta temperatura es válida para los cables en sí, no para el entorno. En el caso de que los cables tengan una temperatura inferior, deberán ser calentados (p. ej. dejándolos un tiempo suficiente en un recinto calefactado).
- Radio de curvatura mínimo (posición final):
  - Instalación fija: 3xD(D≤12); 4xD(D<12). D=diámetro exterior del cable (mm).
  - Libre movimiento: 4xD(D≤12); 5xD(12<D≤20); 6xD(D>20). D=diámetro exterior del cable (mm).
- Esfuerzo máximo de tracción durante la instalación:
  - F = 50xS (N). "S" = sección nominal del conductor (mm<sup>2</sup>). Aplicado sobre los conductores de cobre (Máx. 1000 N).
  - F = 5xD<sup>2</sup> (N). "D" = diámetro exterior del cable (mm). (Máx. 1000 N).
- Esfuerzo máximo de tracción en funcionamiento:
  - F = 15xS (N). "S" = sección nominal del conductor (mm<sup>2</sup>). Aplicado sobre los conductores, bajo un esfuerzo de tracción estático.

\* Código de producto corto. Debe completarse con los caracteres correspondientes al "color exterior" y "embalaje". Consulte la sección "Codificación de producto" en nuestra página web, sección descargas.  
 \*\* Consulte la gama con clasificación CPR y aquella cubierta por las certificaciones indicadas para cada producto, así como mucha más información sobre nuestros productos en la página web: [www.miguelélez.com](http://www.miguelélez.com)  
 \*\*\* Los valores dimensionales y de peso indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de fabricación.  
 \*\*\*\* Se deberán respetar los sistemas de instalación y aquellos requisitos adicionales que establezca la reglamentación, legislación y/o normativa aplicable a cada caso particular.

MIGUELÉLEZ S.L. - 2024-03-30. Los datos contenidos en el presente documento son meramente informativos, susceptibles de cualquier tipo de modificación sin previo aviso por parte de MIGUELÉLEZ S.L. (error tipográfico, actualización, revisión, etc.), no constituyendo oferta ni compromiso contractual.

- **Identificación:** Cubierta exterior de color negro o rojo.
- **Presentación y embalaje:** Bobina/corte. También disponible en rollos de 100 m (s=4, 6 y 10 mm<sup>2</sup>) y carretes (500, 1000, 2500 y 3000 m → s=4, 6 y 10 mm<sup>2</sup>).
- **Otros:**
  - Marca métrica (cada 1,0 m).
  - Embalajes 100 % renovables.
  - Inclusión de nº de orden de fabricación en el marcado para una total trazabilidad bidireccional.
  - Las especificaciones de los cables SOLFLEX se han establecido teniendo en cuenta las especiales condiciones ambientales requeridas para este tipo de instalaciones. La vida útil prevista en condiciones de uso normales, siempre que se respeten las condiciones de instalación, uso y manipulación, es de al menos 30 años.
- **Marcado:**  
 AENOR <HAR> MIGUELEZ SOLFLEX H1Z2Z2-K 1XS mm<sup>2</sup> 1,5 kV DC (U<sub>max</sub> 1,8 kV DC) EN 50618 // 62930 IEC 131 HALOGEN FREE LOW SMOKE // clase Eca EN 50575 nº OF MM-YY X Mts  
 \* Contenido mínimo (s= de 2,5 a 35 mm<sup>2</sup>).

| Código*     | Sección nominal | Espesor aislamiento | Espesor cubierta | Diámetro exterior | Peso  | Resistencia eléctrica máx. a 20°C en CC | Corriente máxima admisible. Un único cable al aire libre. | Corriente máxima admisible. Un único cable en contacto con una superficie. | Corriente máxima admisible. Dos cables cargados en contacto con una superficie. | Corriente máxima admisible. Un único cable al aire libre. | Corriente máxima admisible. Dos cables cargados en contacto con una superficie. | Corriente máxima admisible. Un único cable en contacto con una superficie. | Corriente máxima admisible. Dos cables cargados dentro de tubo empotrado o montaje superficial. | Corriente máxima admisible. Dos cables cargados enterrados dentro de tubo. | Corriente máxima admisible. Dos cables cargados en contacto sobre bandeja perforada. | Caída de tensión aprox. en CC (90 °C) | Caída de tensión aprox. en CC (120 °C) |
|-------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|-------|---|---|--|---|---|---|--|---|--|--|---------------------------------------|--|
|             |                 |                     |                  |                   |       |   | Tª amb.: 30°C (1)y(6)                                     | Tª amb.: 30°C (1)y(6)  | Tª amb.: 30°C (1)y(6)   | Tª amb.: 60°C (2)y(6)                                     | Tª cond. 120°C (máx. 20.000h) (2)y(6)   | Tª amb.: 60°C (2)y(6)  | Tª cond. 120°C (máx. 20.000h) (3)y(6)   | Tª suelo: 25°C (4)y(6)   | Tª amb.: 40°C (5)y(6)  |                                       |  |
|             | mm <sup>2</sup> | mm                  | mm               | mm                | kg/km | Ω/km                                    | A   | A  | A   | A   | A   | A  | A   | A  | A  | V/(A.km)                              | V/(A.km)                               |
| 82110100040 | 1X4             | 0,7                 | 0,8              | 5,6               | 55    | 5,09                                    | 57  | 54   | 45  | 55  | 52  | 44   | 36  | 39   | 43   | 12,98                                 | 14,18                                  |
| 82110100060 | 1X6             | 0,7                 | 0,8              | 6,3               | 74    | 3,39                                    | 72  | 69   | 58  | 70  | 67  | 57   | 46  | 48   | 56   | 8,65                                  | 9,44                                   |
| 82110100100 | 1X10            | 0,7                 | 0,8              | 7,3               | 117   | 1,95                                    | 98  | 98   | 80  | 98  | 93  | 79   | 65  | 66   | 79   | 4,97                                  | 5,43                                   |
| 82110100160 | 1X16            | 0,7                 | 0,9              | 8,6               | 175   | 1,24                                    | 132   | 130  | 107   | 132   | 125   | 107  | 87  | 84   | 106  | 3,16                                  | 3,45                                   |
| 82110100250 | 1X25            | 0,9                 | 1,0              | 10,6              | 257   | 0,795                                   | 183   | 174  | 138   | 176   | 167   | 142  | 109   | 106  | 140  | 2,03                                  | 2,21                                   |
| 82110100350 | 1X35            | 0,9                 | 1,1              | 11,5              | 352   | 0,565                                   | 227   | 215  | 171   | 218   | 207   | 176  | 137   | 128  | 175  | 1,44                                  | 1,57                                   |

(1) Corriente máxima admisible a temperatura ambiente de 30 °C y temperatura máxima en el conductor de 90 °C (IEC 62930).

Factor de corrección para temperatura ambiente diferente a 30 °C:

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tª ambiente (°C)  | 0    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Factor corrección | 1,22 | 1,15 | 1,08 | 1,00 | 0,91 | 0,82 | 0,71 | 0,58 |

(2) Corriente máxima admisible a temperatura ambiente de 60 °C y temperatura máxima en el conductor de 120 °C (EN 50618).

NOTA: El periodo de tiempo máximo esperado para uso a la temperatura máxima de 120 °C y una temperatura ambiente de 90 °C se limita a 20.000 h.

Factor de corrección para temperatura ambiente diferente a 60 °C:

|                   |             |      |      |      |
|-------------------|-------------|------|------|------|
| Tª ambiente (°C)  | Hasta 60 °C | 70   | 80   | 90   |
| Factor corrección | 1,0         | 0,92 | 0,84 | 0,75 |

(3) Método de instalación tipo B1 según UNE-HD 60364-5-52. Tª ambiente: 40 °C. 1 sólo circuito sin influencia térmica de otros circuitos.

Factor de corrección para temperatura ambiente diferente a 40 °C:

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tª ambiente (°C)  | 0    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Factor corrección | 1,34 | 1,26 | 1,18 | 1,10 | 1,00 | 0,89 | 0,77 | 0,63 |

(4) Método de instalación tipo D1 según UNE-HD 60364-5-52. Tª terreno: 25 °C, resistividad terreno 2,5 K.m/W, profundidad 0,7 m. 1 sólo circuito sin influencia térmica de otros circuitos.

Factor de corrección para temperatura del suelo diferente a 25 °C:

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tª terreno (°C)   | 10   | 15   | 20   | 25   | 30   | 35   | 40   | 45   |
| Factor corrección | 1,11 | 1,07 | 1,04 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 |

Factor de corrección para resistividad térmica del terreno diferente a 2,5 K.m/W:

|  |      |     |      |     |      |     |      |
|--|------|-----|------|-----|------|-----|------|
| Resistividad térmica del terreno (K.m/W) | 0,5  | 0,7 | 1,0  | 1,5 | 2,0  | 2,5 | 3,0  |
| Factor corrección                        | 1,28 | 1,2 | 1,18 | 1,1 | 1,05 | 1   | 0,96 |

Factor de corrección para profundidad de enterramiento diferente a 0,7 m:

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Profundidad (m)   | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 0,8  | 1,0  | 1,25 | 1,5  | 1,75 |
| Factor corrección | 1,03 | 1,01 | 1,00 | 0,99 | 0,97 | 0,96 | 0,95 | 0,94 |

(5) Método de instalación tipo F según UNE-HD 60364-5-52. Tª ambiente: 40 °C. 1 sólo circuito sin influencia térmica de otros circuitos.

Factor de corrección para temperatura ambiente diferente a 40 °C:

|                   |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tª ambiente (°C)  | 0    | 10   | 20   | 30   | 40   | 50   | 60   | 70   |
| Factor corrección | 1,34 | 1,26 | 1,18 | 1,10 | 1,00 | 0,89 | 0,77 | 0,63 |

En caso de exposición directa al sol, deberá aplicarse adicionalmente un factor de reducción de 0,85.

(6) Factores de corrección agrupamiento de circuitos:

|                   |      |      |      |      |      |     |      |      |      |
|-------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|
| Nº de circuitos   | 1    | 2    | 3    | 4    | 6    | 9   | 12   | 16   | 20   |
| Factor corrección | 1,00 | 0,80 | 0,70 | 0,65 | 0,57 | 0,5 | 0,45 | 0,41 | 0,40 |

\* Código de producto corto. Debe completarse con los caracteres correspondientes al "color exterior" y "embalaje". Consulte la sección "Codificación de producto" en nuestra página web, sección descargas.

\*\* Consulte la gama con clasificación CPR y aquella cubierta por las certificaciones indicadas para cada producto, así como mucha más información sobre nuestros productos en la página web: www.miguelélez.com

\*\*\* Los valores dimensionales y de peso indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de fabricación.

\*\*\*\* Se deberán respetar los sistemas de instalación y aquellos requisitos adicionales que establezca la reglamentación, legislación y/o normativa aplicable a cada caso particular.

MIGUELEZ S.L. - 2024-03-30. Los datos contenidos en el presente documento son meramente informativos, susceptibles de cualquier tipo de modificación sin previo aviso por parte de MIGUELEZ S.L. (error tipográfico, actualización, revisión, etc.), no constituyendo oferta ni compromiso contractual.

AFIRENAS X RZ1-K (AS) 0,6/1 kV

DoP : MC1000RZ1K. FAMILIA MIGUELÉLEZ 207



No propagador del incendio, libre de halógenos con emisión de humos y opacidad reducida. IEC 60332-1-2, IEC 60332-3-24, IEC 60754-1, IEC 60754-2, IEC 61034-2

• Normativa (construcción/ensayos): UNE 21123-4 e IEC 60502-1.

• Designación técnica: RZ1-K (AS) 0,6/1 kV.

• Construcción:

- **Conductor:** Cobre recocido, flexible, clase 5 (UNE-EN 60228 / IEC 60228).
- **Aislamiento:** Polietileno reticulado (XLPE). XLPE (IEC 60502-1) y XLPE tipo DIX 3 (UNE-HD 603-1).
  - Reunión de los conductores aislados (cables multiconductores): Cableado helicoidal de los conductores aislados.
  - Relleno/revestimiento interno: Opcional para cables multiconductores. Material libre de halógenos compatible con la temperatura de operación del cable y con el material de aislamiento y cubierta.
- **Cubierta:** Poliolefina termoplástica libre de halógenos. Tipo ST 8 (IEC 60502-1) y tipo DMZ-E (UNE 21123-4).

• Tensión asignada (Uo/U): 0,6/1 kV CA.

• Tª máx. Servicio / Cortocircuito (t≤5s): 90 °C / 250 °C.

• Gama: Monoconductor o multiconductor.

Formaciones: 1X(1,5...-500) mm² / 2X(1,5...-35) mm² / (3-4)X o G(1,5...-120) mm² / 5G(1,5...-95) mm².

• Reacción al fuego (CPR - EN 50575 & EN 13501-6): Clase Cca-s1b,d1,a1.

• Otras prestaciones en caso de incendio (cuando no sea de aplicación el Reglamento CPR):

No propagador de la llama, no propagador del incendio, libre de halógenos y reducida emisión de gases y humos, siendo estos de baja opacidad/toxicidad/corrosividad/conductividad (IEC 60332-1-2, IEC 60332-3-24, IEC 61034-2, IEC 60754-1 e IEC 60754-2).

• Aplicaciones: Instalaciones fijas. Está especialmente indicado como cable de energía en locales de pública concurrencia (aeropuertos, hospitales, hoteles, centros comerciales...), locales con riesgo de incendio o explosión (dentro de tubo metálico - gasolineras y estaciones de servicio, plantas petroquímicas o almacenes de productos inflamables...), edificios de gran altura, túneles y en cualquier otra instalación que requiera un especial comportamiento en caso de incendio (p.ej. instalaciones con mazos de cables, canalizaciones verticales, etc.). También está indicado para el cableado de líneas generales de alimentación (LGA) y derivaciones individuales (DI). Igualmente, puede utilizarse para instalaciones eléctricas en barcos según IEC 60092-350/353/360.

Adecuado para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

En el caso de colocar el cable sobre abrazaderas, la distancia horizontal entre las abrazaderas no será más de 20 veces el diámetro del cable.

La distancia también es válida entre puntos de soporte en caso de tender sobre otro tipo de soportes (p. ej. sobre rejillas portacables, bandejas o escaleras).

En ningún caso está distancia debe sobrepasar los 80 cm.

Si los cables unipolares (1X) son instalados separadamente deberán utilizarse abrazaderas hechas de plástico o de metales amagnéticos.

Los cables y los haces de cables deben fijarse de manera que se eviten los daños en forma de huellas penetrantes, debido a dilataciones térmicas.

El cable no debe someterse a esfuerzos de compresión que puedan dañarlo.

- **Rango de temperaturas ambiente de utilización:**

- Mínima: -30 °C (instalación fija, estático, protegido y sin exposición a daños mecánicos, choques o vibraciones).
- Máxima: +60 °C.

- **Temperatura mínima de tendido durante su instalación y montaje de accesorios:** 0 °C. Esta temperatura es válida para los cables en sí, no para el entorno.

En el caso de que los cables tengan una temperatura inferior deberán ser calentados (p. ej. almacenándolos un tiempo prudencial en una sala o habitación calefactada).

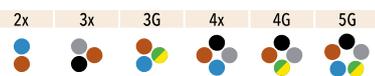
- **Radio de curvatura mínimo (posición final):** 4xD (D<25); 5xD(25≤D≤50); 6xD(D>50). D=diámetro exterior del cable (mm).

- **Esfuerzo máximo de tracción durante la instalación:**

- F = 50xS (N). "S" = sección nominal del conductor (mm²). Aplicado sobre los conductores de cobre.
- F = 5xD² (N). "D" = diámetro exterior (mm). Aplicado sobre la cubierta exterior.

• Identificación: Color de la cubierta → Verde (93).

- Cables multiconductores (De 2 a 5): HD 308 S2.



• Presentación y embalaje: Bobina/corte (03) y Rollos 100 m (00).

90°C / 250°C: Tª máx. servicio conductor

mm²: Cu clase 5 flexible

Cable mono o multiconductor

0,6 / 1 kV: Tensión asignada

Fácil pelado

Resistencia al frío

Cable de energía

Pública concurrencia

Riesgo incendio y explosión

Túneles

Edificios gran altura

LGA: Línea General de Alimentación

DI: Derivación Individual

Alumbrado exterior

BT E: Redes B.T.

Barcos acero

Uso exterior UNE 211605

Enterrado dentro de tubo/conducto

Enterrado directamente

Empotrado en pared dentro de tubo/conducto

Falsos techos, suelos elevados

Al aire sobre abrazaderas

Al aire sobre escalera

Al aire en bandeja

Cca s1b,d1,a1: Reacción al fuego (CPR)

Baja emisión de calor

No propagador de la llama

No propagador del incendio

Baja emisión de humos

60% T-80%: Baja opacidad de humos

1,5 SDS: Baja emisión de gotas inflamables

<2,5 µS/mm: Baja acidez y conductividad

HCI <0,5%: Libre de halógenos

NOTA TÉCNICA:

Además de los apartados específicos del REBT en los que se exige el uso de cables (AS) de Alta Seguridad (p. ej. ITC-BT 14, 15, 16, 28 y 29), existen reglamentaciones particulares de ciertas C.C.A.A. u otras legislaciones y normativas específicas que pueden prohibir el uso de cables con clasificación de reacción al fuego "Eca", exigiendo el uso de cables con mejores clasificaciones.

Por ejemplo, se deberán utilizar cables (AS) de Alta Seguridad con clasificación de reacción al fuego mínima Cca-s1b,d1,a1 en:

- Industrias: Cuando los cables discurran dentro de falsos techos o suelos elevados (RSCIEI - RD 2267/2004 Anexo II, punto 3.3);
- Comunidad autónoma de Madrid: En edificios de viviendas y en locales de reunión, trabajo y usos sanitarios independientemente de su grado de ocupación (bibliotecas, gimnasios, establecimientos comerciales, etc.) (DECRETO 17/2019 Comunidad autónoma de Madrid);
- Comunidad autónoma de Cataluña: Instalaciones interiores de viviendas (DECRETO 192/2023 Comunidad autónoma de Cataluña).

En esos casos, nuestras familias AFIRENAS son una solución ideal.

\* Código de producto corto. Debe completarse con los caracteres correspondientes al "color exterior" y "embalaje". Consulte la sección "Codificación de producto" en nuestra página web, sección descargas.  
 \*\* Consulte la gama con clasificación CPR y aquella cubierta por las certificaciones indicadas para cada producto, así como mucha más información sobre nuestros productos en la página web: [www.miguelélez.com](http://www.miguelélez.com)  
 \*\*\* Los valores dimensionales y de peso indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de fabricación.  
 \*\*\*\* Se deberán respetar los sistemas de instalación y aquellos requisitos adicionales que establezca la reglamentación, legislación y/o normativa aplicable a cada caso particular.

| Código*     | Nº conductores y sección nominal | Espesor aislamiento | Diámetro exterior | Peso | Resistencia eléctrica máx. a 20°C en CC |
|-------------|----------------------------------|---------------------|-------------------|------|---|
|             | mm <sup>2</sup>                  |                     |                   |      |   |
| 82070101-50 | 1 X 1,5                          | 0,7                 | 6,0               | 50   | 13,3                                    |
| 82070102-50 | 1 X 2,5                          | 0,7                 | 6,4               | 59   | 7,98                                    |
| 82070100040 | 1 X 4                            | 0,7                 | 6,7               | 72   | 4,95                                    |
| 82070100060 | 1 X 6                            | 0,7                 | 7,6               | 102  | 3,30                                    |
| 82070100100 | 1 X 10                           | 0,7                 | 8,7               | 146  | 1,91                                    |
| 82070100160 | 1 X 16                           | 0,7                 | 9,7               | 205  | 1,21                                    |
| 82070100250 | 1 X 25                           | 0,9                 | 11,2              | 292  | 0,780                                   |
| 82070100350 | 1 X 35                           | 0,9                 | 12,3              | 287  | 0,554                                   |
| 82070100500 | 1 X 50                           | 1,0                 | 14,1              | 530  | 0,386                                   |
| 82070100700 | 1 X 70                           | 1,1                 | 15,9              | 720  | 0,272                                   |
| 82070100950 | 1 X 95                           | 1,1                 | 18,0              | 954  | 0,206                                   |
| 82070101200 | 1 X 120                          | 1,2                 | 19,7              | 1190 | 0,161                                   |
| 82070101500 | 1 X 150                          | 1,4                 | 22,0              | 1474 | 0,129                                   |
| 82070101850 | 1 X 185                          | 1,6                 | 24,3              | 1798 | 0,106                                   |
| 82070102400 | 1 X 240                          | 1,7                 | 27,0              | 2330 | 0,0801                                  |
| 82070103000 | 1 X 300                          | 1,8                 | 31,5              | 2900 | 0,0641                                  |
| 82070104000 | 1 X 400                          | 2,0                 | 35,0              | 3650 | 0,0486                                  |
| 82070105000 | 1 X 500                          | 2,2                 | 42,5              | 5010 | 0,0384                                  |
| 82070201-50 | 2 X 1,5                          | 0,7                 | 9,5               | 128  | 13,3                                    |
| 82070202-50 | 2 X 2,5                          | 0,7                 | 11,0              | 178  | 7,98                                    |
| 82070200040 | 2 X 4                            | 0,7                 | 12,0              | 228  | 4,95                                    |
| 82070200060 | 2 X 6                            | 0,7                 | 12,9              | 267  | 3,30                                    |
| 82070200100 | 2 X 10                           | 0,7                 | 15,5              | 420  | 1,91                                    |
| 82070200160 | 2 X 16                           | 0,7                 | 17,9              | 580  | 1,21                                    |
| 82070200250 | 2 X 25                           | 0,9                 | 20,6              | 861  | 0,780                                   |
| 82070311-50 | 3 G 1,5                          | 0,7                 | 10,3              | 156  | 13,3                                    |
| 82070312-50 | 3 G 2,5                          | 0,7                 | 11,3              | 197  | 7,98                                    |
| 82070310040 | 3 G 4                            | 0,7                 | 12,6              | 265  | 4,95                                    |
| 82070310060 | 3 G 6                            | 0,7                 | 13,9              | 341  | 3,30                                    |
| 82070310100 | 3 G 10                           | 0,7                 | 16,8              | 531  | 1,91                                    |
| 82070300160 | 3 X 16                           | 0,7                 | 18,4              | 710  | 1,21                                    |
| 82070300250 | 3 X 25                           | 0,9                 | 21,7              | 1018 | 0,780                                   |
| 82070300350 | 3 X 35                           | 0,9                 | 23,8              | 1350 | 0,554                                   |
| 82070411-50 | 4 G 1,5                          | 0,7                 | 10,9              | 177  | 13,3                                    |
| 82070412-50 | 4 G 2,5                          | 0,7                 | 12,1              | 229  | 7,98                                    |
| 82070410040 | 4 G 4                            | 0,7                 | 13,9              | 316  | 4,95                                    |
| 82070410060 | 4 G 6                            | 0,7                 | 15,4              | 422  | 3,30                                    |
| 82070410100 | 4 G 10                           | 0,7                 | 18,0              | 636  | 1,91                                    |
| 82070400160 | 4 X 16                           | 0,7                 | 20,7              | 888  | 1,21                                    |
| 82070400250 | 4 X 25                           | 0,9                 | 24,0              | 1275 | 0,780                                   |
| 82070400350 | 4 X 35                           | 0,9                 | 27,5              | 1728 | 0,554                                   |
| 82070400500 | 4 X 50                           | 1,0                 | 32,9              | 2418 | 0,386                                   |
| 82070400700 | 4 X 70                           | 1,1                 | 38,1              | 3329 | 0,272                                   |
| 82070400950 | 4 X 95                           | 1,1                 | 42,6              | 4344 | 0,206                                   |
| 82070401200 | 4 X 120                          | 1,2                 | 51,7              | 6008 | 0,161                                   |
| 82070511-50 | 5 G 1,5                          | 0,7                 | 12,0              | 213  | 13,3                                    |
| 82070512-50 | 5 G 2,5                          | 0,7                 | 13,4              | 280  | 7,98                                    |
| 82070510040 | 5 G 4                            | 0,7                 | 14,9              | 377  | 4,95                                    |
| 82070510060 | 5 G 6                            | 0,7                 | 16,9              | 513  | 3,30                                    |
| 82070510100 | 5 G 10                           | 0,7                 | 20,0              | 773  | 1,91                                    |
| 82070510160 | 5 G 16                           | 0,7                 | 22,7              | 1098 | 1,21                                    |
| 82070510250 | 5 G 25                           | 0,9                 | 27,0              | 1577 | 0,780                                   |
| 82070510350 | 5 G 35                           | 0,9                 | 30,2              | 2111 | 0,554                                   |
| 82070510500 | 5 G 50                           | 1,0                 | 35,8              | 2913 | 0,386                                   |
| 82070510700 | 5 G 70                           | 1,1                 | 39,1              | 4576 | 0,272                                   |
| 82070510950 | 5 G 95                           | 1,1                 | 44,2              | 5893 | 0,206                                   |

| Nº de conductores y sección nominal | Cantidad rollo | Cantidad pallet |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| mm <sup>2</sup>                     | m              | m               |
| 2 X 1,5                             | 100            | 4.200           |
| 2 X 1,5                             | 300            | 3.600           |
| 2 X 2,5                             | 100            | 3.600           |
| 3 G 1,5                             | 100            | 4.200           |
| 3 G 1,5                             | 300            | 3.600           |
| 3 G 2,5                             | 100            | 3.600           |
| 3 G 2,5                             | 300            | 2.400           |
| 4 G 1,5                             | 100            | 3.000           |
| 4 G 2,5                             | 100            | 3.000           |
| 5 G 1,5                             | 100            | 3.000           |
| 5 G 2,5                             | 100            | 2.000           |

MIGUELÉLEZ S.L. - 2024-02-2. Los datos contenidos en el presente documento son meramente informativos, susceptibles de cualquier tipo de modificación sin previo aviso por parte de MIGUELÉLEZ S.L. (error tipográfico, actualización, revisión...), no constituyendo oferta ni compromiso contractual.

\* Código de producto corto. Debe completarse con los caracteres correspondientes al "color exterior" y "embalaje". Consulte la sección "Codificación de producto" en nuestra página web, sección descargas.  
 \*\* Consulte la gama con clasificación CPR y aquella cubierta por las certificaciones indicadas para cada producto, así como mucha más información sobre nuestros productos en la página web: [www.miguelélez.com](http://www.miguelélez.com)  
 \*\*\* Los valores dimensionales y de peso indicados son aproximados y están sujetos a tolerancias normales de fabricación.  
 \*\*\*\* Se deberán respetar los sistemas de instalación y aquellos requisitos adicionales que establezca la reglamentación, legislación y/o normativa aplicable a cada caso particular.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. D. 842/2002, Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, BOE 18/09/02.
- [2] «PVSYST,» [En línea]. Available: <https://www.pvsyst.com/>.
- [3] «Ficha técnica modulo fotovoltaico JINKO SOLAR,» [En línea]. Available: <https://www.jinkosolar.com/es>.
- [4] «Ficha técnica inversor SUNGROW,» [En línea]. Available: <https://spa.sungrowpower.com/>.
- [5] «Ficha Técnica Cable MIGUELEZ,» [En línea]. Available: <https://www.miguelez.com/es>.
- [6] «Ficha técnica flotadores ISIFLOATING,» [En línea]. Available: <https://www.isifloating.com>.
- [7] «IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía),» [En línea]. Available: <https://www.idae.es/publicaciones/instalaciones-de-energia-solar-fotovoltaica-pliego-de-condiciones-tecnicas-de>.
- [8] CYPE, «Arquímedes,» [En línea]. Available: <https://info.cype.com/es/software/arquimedes/>.
- [9] P. ORTIZ, «Fotovoltaica flotante: una nueva alternativa renovable,» Enero 2023.

- [10] «Cajamar financia a los regantes de la Margen Izquierda del Porma y del Canal Bajo del Bierzo,» *DIARIO DE LEÓN*, pp. <https://www.diariodeleon.es/leon/provincia/240314/1515354/cajamar-financia-regantes-margen-izquierda-porma-canal-bierzo.html>, 14 marzo 2024.
- [11] «El Páramo Alto invertirá 18 M€ en una gran planta solar para abastecer sus regadíos,» *DIARIO DE LEÓN*, pp. <https://www.diariodeleon.es/leon/provincia/230419/141006/paramo-alto-invertira-18-m-gran-planta-solar-abastecer-regadios.html>, 19 abril 2023.
- [12] p. y. a. Ministerio de agricultura, ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL Y PROYECTO DE MODERNIZACIÓN DEL REGADÍO EN LA COMUNIDAD DE REGANTES DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL PORMA (LEÓN). SECTORES II Y III. PLAN DE RECUPERACIÓN, TRANSFORMACIÓN Y RESILIENCIA., 2022.

