



Universidad de Valladolid

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,
Agronómica y de la Bioenergía**

Campus de Soria

GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA

TRABAJO FIN DE GRADO

**TITULO: DISEÑO E INSTALACIÓN DE PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA CONEXIÓN A RED**

~~~~~

**AUTOR: FRANCISCO GONZALO QUESADA**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRARIA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: LUIS HERNÁNDEZ CALLEJO**

**SORIA, 26 DE JUNIO DE 2018**



***AUTORIZACIÓN DEL TUTOR  
DEL TRABAJO FIN DE GRADO***

D. Luis Hernández Callejo

profesor del departamento de Ingeniería Agraria y Forestal

como Tutor del TFG titulado Diseño e Instalación de Planta Solar Fotovoltaica para conexión a red

presentado por el alumno D. Francisco Gonzalo Quesada

da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que cumple con los requisitos para ser presentado como Trabajo de Fin de Grado

Soria, 26 de Junio de 2018

El Tutor del TFG,

Fdo:





## RESUMEN

El objetivo del proyecto es la construcción de una planta solar fotovoltaica conectada a red de 4,6 MW, cuya finalidad es la inyección de la práctica totalidad de la energía generada a la red nacional.

Se ha decidido hacer uso de este tipo de generación eléctrica para analizar la viabilidad de una instalación de estas características. En los últimos años se han depurado técnicas y las industrias y empresas que se dedican a las tecnologías fotovoltaicas se han especializado de manera notable. Como consecuencia, la energía solar fotovoltaica alimenta ciudades de forma totalmente rentable en muchos países de mundo, como en Alemania y en Chile, donde ya hay localidades que no necesitan otra fuente de energía.

En el presente proyecto se desarrolla la implantación de una instalación de generación de energía solar fotovoltaica conectada a red, así como las formas más prácticas y rentables de proceder con las mismas teniendo en cuenta la especial legislación y normativa que atañe a este tipo de producción energética en nuestro país.



# ÍNDICE GENERAL

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Documento Nº 1 Memoria .....</b>                                      | <b>11</b> |
| 1. Antecedentes.....                                                     | 13        |
| 1.1. Situación.....                                                      | 13        |
| 1.2. Promotor .....                                                      | 13        |
| 2. Introducción a la energía solar fotovoltaica.....                     | 14        |
| 2.1. La energía solar.....                                               | 14        |
| 2.2. Posición de la tierra respecto al Sol .....                         | 15        |
| 2.3. El efecto fotovoltaico.....                                         | 16        |
| 2.4. Sistema solar fotovoltaico .....                                    | 17        |
| 3. Estudio de alternativas: Descripción de componentes y equipos .....   | 19        |
| 3.1. Módulos fotovoltaicos .....                                         | 19        |
| 3.2. Centro de inversión.....                                            | 20        |
| 3.3. Estructura soporte de los módulos .....                             | 20        |
| 3.4. Cajas de combinación.....                                           | 21        |
| 3.5. Cableado de interconexión .....                                     | 22        |
| 3.6. Puesta a tierra .....                                               | 23        |
| 3.7. Centro de monitorización y control.....                             | 24        |
| 3.8. Cableado de monitorización.....                                     | 25        |
| 3.9. Centros de corte .....                                              | 25        |
| 3.10. Pararrayos.....                                                    | 25        |
| 3.11. Vallado .....                                                      | 26        |
| 3.12. Cámaras de seguridad .....                                         | 26        |
| 3.13. Sensores de movimiento .....                                       | 27        |
| 3.14. Piranómetros .....                                                 | 27        |
| 3.15. Veleta y anemómetro.....                                           | 27        |
| 3.16. Tubos de plástico corrugado.....                                   | 28        |
| 3.17. Camino.....                                                        | 28        |
| 4. Ingeniería del proceso de instalación.....                            | 29        |
| 4.1. Aspectos a considerar antes del inicio de la instalación .....      | 29        |
| 4.2. Personal .....                                                      | 30        |
| 4.3. Edificios de la instalación .....                                   | 30        |
| 4.4. Fases del proceso de construcción y montaje de la instalación ..... | 31        |
| 4.5. Orden de procesos .....                                             | 39        |

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 5. Puesta en marcha de la instalación .....                             | 40        |
| 5.1. Verificación por examen.....                                       | 40        |
| 5.2. Verificación mediante medidas y ensayos.....                       | 41        |
| 6. Funcionamiento de la instalación .....                               | 42        |
| 7. Mantenimiento .....                                                  | 44        |
| 7.1. Introducción .....                                                 | 44        |
| 7.2. Mantenimiento preventivo .....                                     | 45        |
| 7.3. Mantenimiento correctivo .....                                     | 51        |
| 8. Estudio de la rentabilidad de la inversión .....                     | 52        |
| 9. Evaluación de impacto ambiental .....                                | 54        |
| 9.1. Impactos negativos .....                                           | 54        |
| 9.2. Impactos positivos .....                                           | 55        |
| 10. Normativa de aplicación .....                                       | 56        |
| 10.1. Directivas comunitarias aplicables .....                          | 56        |
| 10.2. Directivas nacionales aplicables .....                            | 57        |
| 10.3. Normativa técnica de aplicación a la tecnología fotovoltaica..... | 58        |
| <b>Anejo I Estudio Climático .....</b>                                  | <b>61</b> |
| 1. Introducción .....                                                   | 63        |
| 1.1. Datos del observatorio .....                                       | 63        |
| 1.2. Datos recogidos .....                                              | 63        |
| 2. Insolación media del lugar .....                                     | 64        |
| 3. Temperaturas .....                                                   | 68        |
| 4. Precipitaciones .....                                                | 70        |
| 5. Vientos .....                                                        | 71        |
| 6. Clasificación bioclimática UNESCO-FAO .....                          | 73        |
| <b>Anejo II Memoria de Cálculos .....</b>                               | <b>75</b> |
| 1. Introducción .....                                                   | 77        |
| 2. Orientación e inclinación.....                                       | 78        |
| 3. Sombras y distancia entre paneles .....                              | 79        |
| 4. Dimensionado de la instalación .....                                 | 81        |
| 4.1. Número de módulos por serie.....                                   | 81        |
| 4.2. Número de series por inversor.....                                 | 83        |
| 5. Cálculo de la sección de los cables .....                            | 86        |
| 5.1. Cableado de baja tensión .....                                     | 86        |
| 5.2. Cableado de media tensión .....                                    | 112       |
| 6. Cálculo de protecciones.....                                         | 117       |

|                                                           |            |
|-----------------------------------------------------------|------------|
| 6.1. Cálculos y criterios de las protecciones en DC ..... | 117        |
| 6.2. Cálculos y criterios de las protecciones en AC.....  | 118        |
| 6.3. Protecciones utilizadas .....                        | 118        |
| 7. Puesta a tierra .....                                  | 120        |
| 7.1. Puesta de tierra general.....                        | 120        |
| 7.2. Puesta a tierra del centro de inversión .....        | 121        |
| 7.3. Puesta a tierra del pararrayos .....                 | 122        |
| 8. Estructura soporte .....                               | 123        |
| <b>Anejo III Memoria de Componentes y Equipos .....</b>   | <b>125</b> |
| 1. Introducción .....                                     | 127        |
| 2. Módulos fotovoltaicos .....                            | 128        |
| 3. Centro de inversión.....                               | 132        |
| 3.1. Inversor.....                                        | 132        |
| 3.2. Transformador .....                                  | 134        |
| 3.3. Transformador de servicios auxiliares .....          | 135        |
| 4. Estructura soporte de las placas.....                  | 137        |
| 5. Cajas de combinación de series .....                   | 139        |
| 6. Cableado de interconexión .....                        | 140        |
| 6.1. Cableado de baja tensión .....                       | 140        |
| 6.2. Cableado de media tensión .....                      | 143        |
| 7. Puesta a tierra .....                                  | 144        |
| 7.1. Puesta a tierra general.....                         | 144        |
| 7.2. Puesta a tierra del centro de inversión .....        | 145        |
| 7.3. Puesta a tierra del pararrayos .....                 | 146        |
| 8. Centro de monitorización .....                         | 148        |
| 8.1. Caja de monitorización.....                          | 148        |
| 8.2. Contador .....                                       | 148        |
| 8.3. Racks.....                                           | 149        |
| 8.4. Router .....                                         | 150        |
| 9. Cableado de monitorización .....                       | 151        |
| 10. Centros de corte.....                                 | 153        |
| 11. Pararrayos.....                                       | 154        |
| 12. Vallado .....                                         | 156        |
| 13. Cámaras de seguridad .....                            | 157        |
| 14. Sensores de movimiento .....                          | 158        |
| 15. Piranómetros .....                                    | 159        |

|                                                                                                        |            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 16. Anemómetro.....                                                                                    | 160        |
| 17. Veleta.....                                                                                        | 161        |
| 18. Tubos de plástico corrugado .....                                                                  | 162        |
| 19. Membrana geotextil.....                                                                            | 163        |
| <b>Anejo IV Producción y Rentabilidad.....</b>                                                         | <b>165</b> |
| 1. Cálculo de la producción anual esperada .....                                                       | 167        |
| 1.1. Parámetros introducidos en PVSYST .....                                                           | 167        |
| 1.2. Informes PVSYST.....                                                                              | 168        |
| 2. Cálculo de la rentabilidad de la inversión.....                                                     | 172        |
| <b>Anejo V Estudio Básico de Seguridad y Salud .....</b>                                               | <b>177</b> |
| 1. Memoria informativa .....                                                                           | 179        |
| 1.1 Objeto del estudio.....                                                                            | 179        |
| 2. Memoria descriptiva.....                                                                            | 180        |
| 2.1 Ubicación.....                                                                                     | 180        |
| 2.2 Climatología.....                                                                                  | 180        |
| 2.3 Accesos y vallado .....                                                                            | 180        |
| 2.4 Interferencias y servicios afectados .....                                                         | 180        |
| 3. Análisis de riesgos y su prevención .....                                                           | 181        |
| 3.1 Análisis de riesgos generales durante el proceso de montaje de la instalación<br>fotovoltaica..... | 181        |
| 3.2 Obra civil.....                                                                                    | 185        |
| 3.3 Riesgos generales .....                                                                            | 189        |
| 3.4 Maquinaria a emplear .....                                                                         | 197        |
| 3.5 Máquinas herramientas y herramientas manuales .....                                                | 203        |
| 3.6 Instalaciones provisionales .....                                                                  | 205        |
| 3.7 Asistencia a accidentados.....                                                                     | 208        |
| <b>Documento Nº 2 Planos.....</b>                                                                      | <b>219</b> |
| <b>Documento Nº 3 Pliego de Condiciones .....</b>                                                      | <b>253</b> |
| 1. Pliego de condiciones generales .....                                                               | 255        |
| 1.1. Condiciones generales .....                                                                       | 255        |
| 1.2. Reglamentos y normas .....                                                                        | 255        |
| 1.3. Materiales .....                                                                                  | 255        |
| 1.4. Ejecución de las obras.....                                                                       | 256        |
| 1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto .....                                                    | 256        |
| 1.6. Obras complementarias.....                                                                        | 257        |

|                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------|------------|
| 1.7. Modificaciones .....                                        | 257        |
| 1.8. Obras defectuosas .....                                     | 258        |
| 1.9. Medios auxiliares .....                                     | 258        |
| 1.10. Conservación de las obras .....                            | 258        |
| 1.11. Recepción de las obras .....                               | 258        |
| 1.12. Contratación de la empresa.....                            | 259        |
| 1.13. Fianza .....                                               | 259        |
| 2. Condiciones económicas .....                                  | 261        |
| 2.1. Abono de la obra.....                                       | 261        |
| 2.2. Precios.....                                                | 261        |
| 2.3. Revisión de precios.....                                    | 261        |
| 2.4. Penalizaciones.....                                         | 261        |
| 2.5. Contrato.....                                               | 262        |
| 2.6. Responsabilidades.....                                      | 262        |
| 2.7. Rescisión del contrato.....                                 | 262        |
| 3. Condiciones facultativas .....                                | 264        |
| 3.1. Normas a seguir .....                                       | 264        |
| 3.2. Personal .....                                              | 264        |
| 4. Pliego de condiciones técnicas generales .....                | 265        |
| 4.1. Unidades de obra civil.....                                 | 265        |
| 4.2. Reconocimientos y ensayos previos .....                     | 265        |
| 4.3. Ensayos .....                                               | 266        |
| 4.4. Medida de consumo.....                                      | 266        |
| 4.5. Centro de mando y control.....                              | 267        |
| 4.6. Red de puesta a tierra .....                                | 267        |
| <b>Documento Nº 4 Presupuestos .....</b>                         | <b>269</b> |
| 1. Cuadro de mediciones.....                                     | 271        |
| 2. Cuadro de precios elementales .....                           | 287        |
| 3. Justificación de precios compuestos o precios unitarios ..... | 293        |
| 4. Cuadro de precios Nº 1 .....                                  | 317        |
| 5. Cuadro de precios Nº 2 .....                                  | 333        |
| 6. Presupuesto por capítulos.....                                | 349        |





# **DOCUMENTO Nº 1**

## **MEMORIA**

### **ÍNDICE**

1. ANTECEDENTES
2. INTRODUCCIÓN A LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA
3. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS: DESCRIPCIÓN DE COMPONENTES Y EQUIPOS
4. INGENIERÍA DEL PROCESO
5. FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN
6. MANTENIMIENTO
7. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
8. NORMATIVA DE APLICACIÓN



# 1. Antecedentes

## 1.1. Situación

El presente proyecto se sitúa en la linde del río Araviana, dentro del término municipal de Ólvega, en las proximidades de la localidad homónima, provincia de Soria, España. Concretamente en las siguientes coordenadas UTM:

- X: 589.579,71.
- Y: 4.621.695,45.

## 1.2. Promotor

Haciendo las veces de promotor se encuentra la institución propulsora del presente proyecto, la Universidad de Valladolid.

## 2. Introducción a la energía solar fotovoltaica

### 2.1. La energía solar

Para poder hacer un estudio de la producción de este tipo de energía, primero se deben tener unas nociones básicas de los aspectos y condicionantes que atañen a todos los factores que determinen la cantidad y calidad de la potencial energía obtenible.

El Sol se comporta de manera parecida a un cuerpo negro ideal, que emite energía siguiendo de manera aproximada la ley de Plank, con una temperatura en la corteza de 6000 K.

La radiación que emite es un conjunto de ondas con diferentes longitudes de onda y frecuencias que componen todo el espectro (desde infrarrojos hasta ultravioletas). De toda la radiación que incide en la atmósfera terrestre sólo una parte llegará a la superficie. Las ondas ultravioletas, con longitudes de onda menores son absorbidas en mayor o menor medida por los gases de la atmósfera, sobre todo por el ozono. La magnitud que mide la radiación que alcanza a la tierra es la irradiancia, que mide la energía incidente por unidad de tiempo y superficie. Su unidad es  $W/m^2$ .

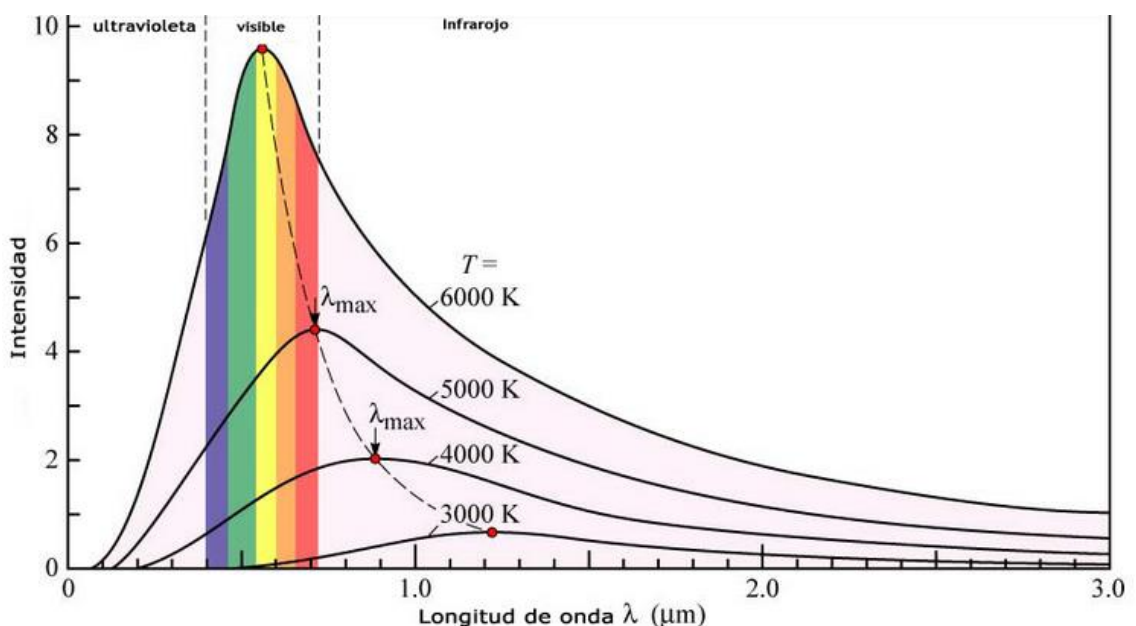


Imagen 1: Radiación del Sol como cuerpo negro (Fuente: [www. Quimicafisica.com](http://www.Quimicafisica.com))

La radiación que llega a la superficie terrestre tiene dos componentes, la directa y la difusa. La radiación directa es la que llega directamente desde el foco emisor (el Sol) sin la interferencia de fenómenos físicos como refracción o reflexión. La radiación difusa es la resultante de un gran número de reflexiones y refracciones resultado de la interacción de la radiación solar con la atmósfera y los

elementos que hay en ella, nubes por ejemplo, y objetos terrestres, como lo reflejado en un edificio.

Una manera de utilizar la radiación directa es mediante reflexión en espejos y concentración en un punto. Esto, con la radiación indirecta no se puede utilizar porque proviene de todas las direcciones.

El valor de radiación que se ha asumido en la superficie terrestre es de  $1000 \text{ W/m}^2$ , mientras que fuera de la atmósfera toma el valor medio de  $1354 \text{ W/m}^2$ , teniendo un máximo de  $1395 \text{ W/m}^2$  en el perihelio (punto de la trayectoria terrestre más cercano al Sol) y de  $1308 \text{ W/m}^2$  en el afelio (punto más alejado del Sol).

## 2.2. Posición de la tierra respecto al Sol

Debido a que la órbita que describe la Tierra alrededor del Sol es elíptica y al hecho de que la Tierra gira sobre un eje que no está centrado, se puede entender que el Sol será visto de forma diferente dependiendo de la estación del año. Esto quiere decir que la energía incidente sobre el plano horizontal será

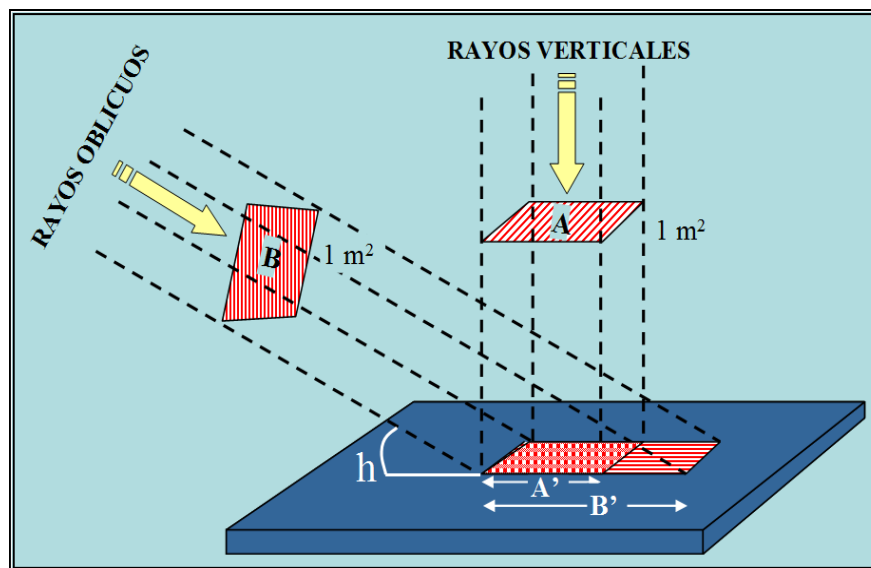


Imagen 2: Efecto del ángulo de incidencia de los rayos solares sobre la irradiancia  
(Fuente: Instituto de Tecnologías Educativas (ITE) Gobierno de España).

menor por tener un ángulo de incidencia diferente a  $90^\circ$  como se puede apreciar en la siguiente imagen:

Debido a este ángulo de incidencia inclinado, la energía que incidiría sobre un plano de  $1 \text{ m}^2$  ahora incide sobre un plano mayor, acentuándose según se aleja del ecuador. Por esta razón los módulos fotovoltaicos deben ser instalados con un ángulo de inclinación acorde con su posición en la Tierra con respecto al ecuador.

## 2.3. El efecto fotovoltaico

El efecto fotovoltaico es el proceso físico mediante el cual una célula fotovoltaica transforma en electricidad la energía proveniente del Sol en forma de radiación electromagnética.

La energía solar está compuesta por fotones que se comportan como paquetes de energía, tal y como los describió Max Planck a principios del siglo XX. Esta energía depende de la longitud de onda de la onda en cuestión. Cuando los paquetes llegan a la célula fotovoltaica, pueden ser absorbidos, reflejados o pasar a través de la misma. De todos los fotones, únicamente los absorbidos generan electricidad, por lo que siempre es interesante intentar elevar este número (por micro-concentración por ejemplo).



*Imagen 3: Sistemas de concentración fotovoltaica en la cubierta superior de un edificio (Fuente: SIN, La Ciencia es Tecnología).*

La captación de la luz solar y su conversión a energía eléctrica se realiza por medio de dispositivos semiconductores llamados células fotovoltaicas. Están formadas por silicio, un material muy abundante en nuestro planeta, que es el principal componente de la arena, con pequeñas adiciones de impurezas de otros materiales como pueden ser el boro o el fósforo.

Cuando un fotón incide sobre la célula fotovoltaica y es absorbido, le cede parte de su energía a un electrón, que haciendo uso de ésta es capaz de saltar de su posición normal dentro del átomo al que pertenece y pasar a otro nivel de energía (GAP energético) pasando a formar parte así de un circuito eléctrico. De esta forma, se puede definir la conversión fotovoltaica como la generación una fuerza electromotriz por el proceso de absorción de la radiación luminosa y la consiguiente creación de pares electrón-hueco.

Este fenómeno es debido al efecto fotovoltaico, por el que Albert Einstein recibió su Premio Nobel en el año 1921 tras publicar el revolucionario artículo “Heurística de la generación y conversión de la luz” en 1905. En el que se daba una explicación teórica al efecto fotoeléctrico, descubierto y descrito por Heinrich Hertz en 1887, quien observó que el arco eléctrico que salta entre dos electrodos conectados a altas tensiones alcanza distancias mayores cuando se éstos se iluminan con luz ultravioleta que cuando se encuentran a oscuras.

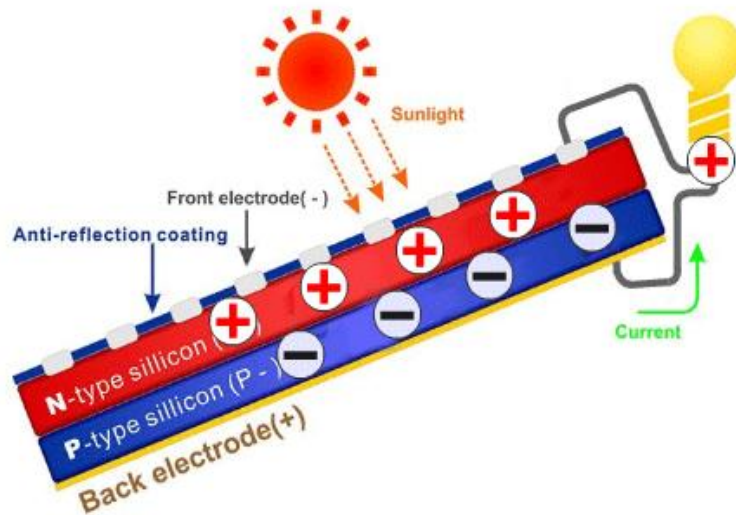


Imagen 4: Efecto fotovoltaico en una célula solar.  
(Fuente: Certificados energéticos.com)

## 2.4. Sistema solar fotovoltaico

La energía solar se puede transformar en energía eléctrica de dos maneras, se distinguen por la intervención o no de energía cinética como intermediario en el proceso de conversión.

El grupo que hace uso de energía cinética son sistemas termodinámicos, que utilizan el calor proveniente del sol para calentar algún fluido calo-portador y su consiguiente conversión termodinámica. El segundo grupo hace uso de la interacción física entre electrones del material en cuestión y los fotones provenientes del sol. Los más interesantes a nivel industrial son los basados en el efecto fotovoltaico. Estos están basados en semiconductores como el silicio o el selenio.

Aunque las células consistentes en selenio se habían desarrollado hacía tiempo, no fue hasta la década de 1950 que se hizo uso de la tecnología del silicio monocristalino, que es la que domina ampliamente el mercado en la actualidad. En el momento de su creación las eficiencias conseguidas eran bajas, rondaban el 1%.

Más tarde, en la década de los 70, se realizaron grandes avances en la materia, llegando a eficiencias del 17%. En este punto se aceptó que el límite que se podría conseguir para las células de silicio sería del 20%, aunque teóricamente se podría llegar hasta el 30%. Durante los siguientes años se han conseguido avances significativos tanto en tecnologías (como la pasivación, tanto de superficies libres como de los contactos metálicos de la interfase metal-silicio), permitiendo que las células fotovoltaicas consigan unas eficiencias mayores mientras que son capaces de resistir voltajes y amperajes superiores.

Las células fotovoltaicas individuales son capaces de generar cantidades de energía limitadas, lo que las hace adecuadas para artículos como calculadoras de bolsillo o relojes, pero para alimentar aparatos de potencia media. Debido a esto, para incrementar el amperaje y voltaje de salida es preciso realizar uniones eléctricas entre células, que dependiendo de la configuración de las series-paralelos tomarán unos valores u otros.

Se definirá pues el sistema solar fotovoltaico como el conjunto de dispositivos, así como sus uniones y demás componentes que tienen la finalidad de convertir la energía electromagnética proveniente del sol en energía eléctrica de manera directa y sin intervención de medios mecánicos.



### **3. Estudio de alternativas: Descripción de componentes y equipos**

Al proyectar una instalación se pretende siempre buscar la mejor opción dentro de las muchas posibilidades para hacer que sea lo mejor y más barata posible. Se ha de buscar un equilibrio entre calidad y precio en los elementos y materiales para conseguirlo, por lo que un estudio de las variantes que ofrece el mercado es indispensable para poder elegir correctamente.

A continuación se indican las alternativas estudiadas para los componentes necesarios así como una justificación de la elección final. Para consultar sus características técnicas y más detalles de los mismos consultar el Anejo III: Memoria de componentes y equipos.

#### **3.1. Módulos fotovoltaicos**

La gran división que diferencia unos módulos de otros es la composición atómica del silicio que los forma, pudiendo ser monocristalinos o policristalinos. Los monocristalinos presentan mejores cualidades de captación energética, pero su construcción a nivel industrial es mucho más costosa, lo que aumenta el precio de los paneles. Esta tecnología no es muy utilizada en la actualidad por esta razón.

Un parámetro fundamental a tener en cuenta a la hora de elegir el módulo fotovoltaico es la potencia entregada por metro cuadrado. En este momento la mayoría de los fabricantes se encuentran dentro de los mismos estándares con respecto a esto.

Dentro de los módulos de silicio policristalino, existe mucha variedad de productores reconocidos por su calidad y altos niveles de rendimiento como es SUNTECH, empresa alemana, aunque también se han hecho su nicho en el mercado las empresas chinas con precios más bajos y tecnologías muy competitivas, como son las empresas JINKO o BYD.

Se instalarán 17.920 módulos del tipo BYD 360-P-K, que se han escogido por sus características físicas y eléctricas, relación calidad precio y por su buen funcionamiento probado durante años. Estos módulos se dispondrán 640 series de 28 módulos cada una.

### 3.2. Centro de inversión

El inversor es un elemento muy importante en una instalación fotovoltaica, pues los módulos producen energía en corriente continua (DC), y ésta no es apta para el transporte a largas distancias, por lo que debe ser convertida a corriente alterna (AC).

El centro de inversión es un edificio de hormigón o metálico, prefabricado o construido in situ, donde se encuentra el inversor o los inversores. En este edificio puede encontrarse también o no el transformador de potencia y sus correspondientes protecciones.

Lo más lógico es disponer los inversores y el transformador en el mismo centro para ahorrar en cableado. En la actualidad, las empresas especializadas en energía fotovoltaica como ORMAZÁBAL o GAMESA, empresas españolas, comercializan unos contenedores que contienen todos los elementos necesarios, inversores, transformador de potencia, transformador de servicios auxiliares (SSAA), protecciones de línea y protecciones del transformador e inversor.

Se ha optado por adquirir uno de estos centros de inversión prefabricados por simplicidad en el montaje, abaratamiento de costes y comodidad en general. El modelo tipo escogido ha sido el GAMESA pfu5, que cuenta con dos inversores tipo GAMESA E-2.25MVA-SB-O-UL, un transformador de potencia de tipo JEMA IFX6, un transformador de servicios auxiliares MT/BT para alimentar el aire acondicionado, la iluminación, las cámaras, etc. Se cuenta también con dos celdas de protección de línea con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub> y una celda de protección del transformador con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub> también.

### 3.3. Estructura soporte de los módulos

Se llama “mesa fotovoltaica” a cada uno de los conjuntos de módulos y su estructura. Hay diferentes configuraciones de mesas fotovoltaicas, las posiciones más usuales son dos en vertical (2V), 3 en horizontal (3H) o cuatro en horizontal (H), y tan largas como se necesite.

Se ha decidido colocar los paneles en configuración 2V porque es la más utilizada por las empresas especializadas y porque abarata mantenimientos.

Para facilitar en todo lo posible las operaciones de montaje y mantenimiento se han dispuesto de tal manera que cada fila de módulos sea una serie. De esta forma las mesas fotovoltaicas contarán con 56 módulos cada una, distribuidas en dos series de 28 módulos.

Las mesas se denominarán de la siguiente manera:

- Primer término: letra I acompañada del inversor al que pertenece.
- Segundo término: Letra C, acompañada del número de la caja de combinación a la que pertenece.

- Tercer término: S (string), acompañado del número de la mesa dentro de su caja de combinación.

Hay en algunos casos que por falta de espacio se ha tenido que colocar media mesa, de forma que son solamente de 14 módulos de largo, formando una sola serie de 28. Estas mesas son las I2.C11.S15, I2.C11.S16, I2.C13.S15, I2.C13.S16, I2.C14.S15, I2.C14.S16, I2.C16.S01 e I2.C16.S02.

Para asegurar la estructura en el suelo hay muchos y diversos métodos, desde una base de hormigón hasta estructuras elevadas varios metros con el fin de evitar robos. Estas últimas no son muy versátiles para una instalación grande, pues dificultan mucho los trabajos de mantenimiento y disparan el presupuesto.

La mejor opción es una estructura de acero galvanizado hincada directamente en el suelo a una profundidad suficiente por su sencillez de montaje y pocos requerimientos de mantenimiento al no corroerse.

Dentro de este tipo de estructuras hay variedades, dependiendo de la configuración de los paneles. En el caso de la presente instalación se colocan dos paneles en vertical en cada mesa de módulos. Para esta configuración se recomienda utilizar estructuras monoposte o biposte. Se ha optado por la primera por la sencillez en la colocación, ahorro de materiales y porque en el emplazamiento las cargas de viento a soportar no son demasiado exigentes como puede comprobarse en el ANEXO I, donde se presenta un estudio climático del lugar.

En caso de que el suelo sea demasiado suelo o blando, o las cargas de viento del lugar sean demasiado altas las estructuras deberán asegurarse al firme por medio de una base de hormigón enterrada.

### **3.4. Cajas de combinación**

Las cajas de combinación son elementos utilizados para juntar la energía proveniente de las series conectadas a ella y enviarla a por un único cable de sección mayor que todos los anteriores. De esta manera se evitan las caídas de tensión en los cables de string y se consigue una reducción notable de cantidad de cable.

Los parámetros a los que hay que atender a la hora de elegir una caja de combinación son el voltaje e intensidad que soporta y el número de entradas. En este caso ha de tener 16 entradas y una salida, todas ellas protegidas por fusibles para evitar daños en el cableado y equipos.

Se dispondrán 40 cajas de combinación tipo Weidmüller PV216S0F0V0O0T2P015ES, que agrupen 16 series de 28 módulos cada una.

## 3.5. Cableado de interconexión

En una instalación como la presente se pueden distinguir dos tipos diferentes de cableado de interconexión según la tensión a la que trabajen, el de baja tensión y el de media tensión.

### 3.5.1. Cableado de baja tensión

El cableado de baja tensión se divide a su vez en cableado de string y cableado DC.

#### 3.5.1.1. Cableado de string

Es el cable que une cada uno de los módulos con su correspondiente caja de combinación. Estos cables van por las correas que se encuentran detrás de la estructura, para después bajar hasta la caja de combinación si ésta se encuentra en la misma fila que la serie en cuestión o bien bajar hasta la zanja protegido por tubos de PVC para ir a la caja de combinación cuando ésta se encuentra en otra fila.

Este cable debe cumplir solamente que soporte la intensidad y el voltaje otorgado por el módulo fotovoltaico y que en él no se produzca una caída de tensión superior a los criterios marcados por la normativa vigente.

Lo mejor siempre es tener todo el cable del mismo tipo y sección, esto facilita mucho la reparación de averías y el mantenimiento de la instalación, pero hay ocasiones en las que no es posible tener todo el cable del mismo tipo, porque hay en series que la caída de tensión que se produce a lo largo de él es demasiado grande y se tiene que recurrir a cables con secciones mayores.

Lo normal en estos casos es recurrir a cables de cobre aislados con XLPE y conductor de cobre de 6 mm<sup>2</sup> siempre que sea posible y de 10 mm<sup>2</sup> cuando la caída de tensión con el anterior no sea aceptable.

Los cables tipo escogidos han sido EXZHELLENT H1Z2Z2-K 1,8kV DC-06/1kV AC, con códigos de identificación 1643109 para el de 6mm<sup>2</sup> y 1643110 para el de 10 mm<sup>2</sup>.

#### 3.5.1.2. Cableado de DC

El cableado de DC es el que une las diferentes cajas de combinación con su correspondiente inversor en el centro de inversión. La sección de este cable es considerablemente más grande que el cableado de string, por lo que hay que barajar las opciones de las que se dispone para ajustar lo máximo posible el presupuesto.

Los materiales más utilizados para la transmisión de energía son el cobre y el aluminio. El cobre presenta mejores propiedades conductoras, pero tiene el

inconveniente de que es muy caro, mientras que el aluminio tiene también muy buenas cualidades conductoras (aunque no tanto como el cobre) y es mucho más barato.

Por esta razón, para este cableado se ha elegido como conductor aluminio, con aislamiento de XLPE. La sección necesaria es de 240 mm<sup>2</sup> cuando es posible y de 300 mm<sup>2</sup> cuando la caída de tensión no lo permita.

### **3.5.2. Cableado de media tensión**

El cableado de media tensión es el que sale del transformador hacia los centros de corte de la instalación. En este cable se junta toda la energía proveniente del generador fotovoltaico y se deben seguir unos criterios diferentes y más rigurosos que en el cableado de baja tensión, se pueden consultar los cálculos realizados en el anexo de Cálculos.

Al igual que con el cable de DC se ha escogido aluminio como conductor para abaratar costes. El modelo tipo elegido es el HERSATENE RHZ1-OL H16 12/20 (24kv).

## **3.6. Puesta a tierra**

La puesta a tierra es un mecanismo de seguridad que forma parte de las instalaciones eléctricas y que consiste en conducir eventuales desvíos de la corriente hacia tierra, impidiendo que el usuario entre en contacto con la electricidad.

Para asegurar que en la instalación no se producen sobretensiones que pudieran derivar hacia personas o componentes se disponen tres tomas de tierras independientes entre ellas.

La toma de tierra general consta de dos partes, por un lado están los cables que unen a los módulos entre sí y por otro un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección que recorre transversalmente la instalación al que se conectarán todas las bases de las estructuras, cajas de combinación y cualquier elemento por el que pase corriente. A este cable se conectará también el varistor del neutro del transformador de potencia como indica el Reglamento de Baja Tensión.

La segunda toma de tierra será un cable cerrado en forma de rectángulo que rodea al centro de inversión y al que irá conectado cualquier parte metálica del mismo. Para acabar de asegurar que esta toma de tierra cumple con todas las reglamentaciones y condicionantes marcados por la normativa se ha añadido una varilla de hierro recubierta de cobre galvanizado que hace de electrodo de tierra del tipo G10180-1018 de 3 metros de longitud.

La última toma de tierra estará destinada únicamente para evacuar la energía de los posibles rayos que caigan sobre el pararrayos. Se ha de tener en

cuenta que la energía de un rayo es enorme, por lo que si se deriva superficialmente se corre el riesgo de que pase por otra toma de tierra hasta los equipos o personas pudiendo causar grandes daños. Por ello, para evacuarla de forma segura no basta solamente con derivarla a tierra, sino que hay que hacerlo a cierta profundidad.

Por lo que la toma de tierra del pararrayos será un conductor enterrado verticalmente a una profundidad de 40 metros, con los primeros 20 metros aislados y los 20 siguientes metros desnudos para que se pueda descargar la energía eléctrica.

### **3.7. Centro de monitorización y control**

Se cuenta con un edificio prefabricado de 10 pies como centro de monitorización y control a la entrada de la finca en el que se encontrarán:

- Caja de monitorización: En esta se recogen todos los datos de la planta. Llega a ella la información de la veleta y anemómetro para el viento, de piranómetros para la radiación y todos los datos que se recogen sobre el funcionamiento de las mesas de paneles fotovoltaicos, como producción, intensidad, voltaje, etc. La caja de monitorización elegida es del tipo Monsol Combox Computer.
- Rack de internet: Un rack es una caja de seguridad para guardar elementos o equipos. En éste se encontrará un sistema de conexión ADSL para el control remoto de la planta y todos los accesorios que se necesiten para que la empresa encargada de la monitorización lleve a cabo su cometido. El router inalámbrico elegido es del tipo Wireless-G LinksysWRT54GL.
- Rack de seguridad: En esta caja de seguridad los encargados de la seguridad de la finca guardarán sus equipos, herramientas y accesorios utilizados para controlar los sistemas de seguridad. Los rack elegidos son del tipo Tecatel-Armario rack 19" 6U, 600 mm x 600 mm, pared/suelo.
- Cuadro de baja tensión: para alimentación eléctrica en el interior del edificio.
- Contador: Se dispone de un contador trifásico de energía activa y reactiva bidireccional con tarificador, que da la posibilidad de medir las energías en diferentes tarifas seleccionables. El contador elegido para la instalación es el tipo MKD-ITF-C2.

### **3.8. Cableado de monitorización**

El cableado de monitorización es el encargado de transmitir las lecturas hechas hasta el centro de monitorización y control.

El cable que se suele utilizar aquí es un conjunto de varios cables más pequeños de cobre trenzados. De esta manera se consigue un rápido traspaso de información, pero no es apto para alimentación eléctrica.

El inconveniente que plantean es que cuando comparten zanja con cableado de media tensión, las ondas electromagnéticas que se emiten disturban los datos enviados por el cable de monitorización. Por esta razón, en las zonas donde tengan que compartir la misma zanja los cables de monitorización y media tensión, en vez de utilizar conductor de cobre se utilizará fibra óptica, que no sufre las mismas distorsiones que aquel.

Los cables tipo escogidos para la monitorización son UNITRONIC Li2YCYv (TP) con conductor de cobre y Mini CDIR-SP-2.1 de fibra óptica.

### **3.9. Centros de corte**

Se dispondrá en la instalación de dos centros de corte, uno propio y otro perteneciente a la empresa eléctrica distribuidora. Estos centros tienen la capacidad de desconectar física y eléctricamente la instalación de la red en su totalidad en caso de que se requiera. Y la empresa distribuidora debe poder tener acceso al interior de su centro de corte sin la necesidad de tener que entrar a la instalación, por lo que se coloca en medio del vallado, haciendo la función de valla en ese punto.

Serán edificios prefabricados que cuentan con dos celdas de línea con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>, una celda de protección y medida de tensión en barras, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub> y una celda de medida.

### **3.10. Pararrayos**

El pararrayos es un elemento que sirve para atraer los posibles rayos que puedan caer sobre la instalación hacia él, para después conducir la energía hacia la tierra para que se disipe sin riesgos.

Hay varios tipos de pararrayos, como son los de punta captadora o punta Franklin, que se caracterizan por su simplicidad y bajo coste, los pararrayos PDC, que tienen un alto nivel de protección y gran durabilidad y los pararrayos PDCE, con niveles de protección muy altos.

Se ha optado por instalar un pararrayos de la clase PDC porque tiene un radio de protección mucho más alto que los anteriores gracias a su antelación del trazado ascendente por la ionización de las partículas de aire alrededor de la punta del captador, sin necesidad de incorporar componentes electrónicos.

El pararrayos es del tipo INGESCO mod. PDC 6.4, y se instalará en la parte más alta de la instalación, esto es en el tejado de algún edificio. Teniendo en cuenta que los componentes más importantes de la instalación, inversores y transformador se encuentran en el mismo edificio y además en el centro de la instalación este será el punto óptimo para la colocación del pararrayos.

### **3.11. Vallado**

Durante toda la vida útil de la planta se deben tomar medidas contra robos y vandalismos. Algunas de las opciones con las que se cuenta son poner la estructura de los módulos elevada unos metros sobre el suelo, contratar vigilancia o colocar vallado y cámaras perimetrales.

Se ha optado por la última opción por la sencillez en el montaje y manejo durante la vida útil de la instalación y porque las otras dos opciones aumentarían el presupuesto notablemente.

El vallado tipo elegido es la Verja RITMO CLIP, por su sencillez en el montaje, rigidez y calidad de los materiales, recubrimiento anticorrosión y por presentar un sistema completo en el que se encarga todo al mismo productor.

### **3.12. Cámaras de seguridad**

Las cámaras, junto con el vallado y los sensores a la entrada de la finca suponen el sistema de protección de la instalación. Deben estar protegidas contra las inclemencias climatológicas como mínimo con un nivel de protección IP67 por que van a encontrarse expuestas.

Para poder grabar por las noches hay varias opciones, se puede diseñar un sistema de iluminación o bien adquirir cámaras que puedan grabar por las noches. Se escoge esta última opción por simplicidad de montaje, mantenimiento y porque el coste la instalación de iluminación es mucho más alto.

El tipo de cámaras elegido es el HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ (H) (S) (B), con un visor del tipo LIR-IC88 o similar.



### **3.13. Sensores de movimiento**

Como complemento al vallado y a las cámaras de seguridad, se ha considerado oportuna la colocación de dos sensores de movimiento en la entrada de la instalación, de manera que nadie acceda por la puerta sin ser advertido.

Los sensores escogidos tienen la función de encenderse e iluminar el área circundante cuando detectan movimiento a su alrededor.

Los sensores escogidos son del tipo Microwave YCE2001.

### **3.14. Piranómetros**

Un piranómetro, también llamado solarímetro y actinómetro, es un instrumento meteorológico utilizado para medir de manera precisa la radiación solar incidente sobre la superficie de la Tierra.

Se ha considerado necesaria la colocación de dos piranómetros en la instalación, uno para medir la radiación a la altura de los paneles y otro para medirla a altura de suelo.

Gracias a las lecturas de estos elementos se puede saber la energía que se esperaría que entregara el generador fotovoltaico, de forma que se pueden detectar fácilmente fallos en la instalación.

Los piranómetros elegidos son del tipo SENSOVANT SR11.

### **3.15. Veleta y anemómetro**

Se dispondrá una veleta y un anemómetro en la parte superior del centro de inversión con la finalidad de tener un registro de la fuerza del viento y su dirección a lo largo de toda la vida útil de la planta.

Estos equipos no son estrictamente necesarios en una instalación solar fotovoltaica, pero puede ayudar tenerlos, sobre todo en caso de que haya problemas en la estructura por culpa del viento y tenga que intervenir el seguro.

La veleta tipo elegida es la IED Electronics WV4403 4-20mA, y el anemómetro el Windsensor-IES 101010 Versión 1.0.

### 3.16. Tubos de plástico corrugado

Para llevar los cables hasta el centro de inversión y este desde aquí hasta los centros de seccionamiento y corte se dispone de tubos de poliolefina corrugados.

Por estos tubos se conducirán los cables de string cuando la caja de combinación en la que conectan se encuentra en una fila diferente, así como los cables de monitorización, pero no los cables de DC.

El cableado de DC se dispone enterrado en un lecho de arena fina. Esto se hace para ahorrar en materiales, pues es más barata la adquisición de arena fina que la de tubos de poliolefina corrugados. Se debe rellenar con arena fina y no con arena del terreno existente por la sencilla razón de evitar que existan piedras u objetos que pudieran perforar el aislamiento de los cables y dañarlos.

Los tubos elegidos son del tipo AISCAN DP90.

### 3.17. Camino

A lo largo de la vida útil de la instalación habrá que realizar una serie de operaciones de mantenimiento y de reparación de averías. Para facilitar todas estas acciones se decide dejar un espacio intermedio más o menos en mitad de la finca para comunicar los extremos superior e inferior de la misma. De esta forma el personal no deberá bordear la finca ni filas de mesas fotovoltaicas demasiado grandes. De esta forma también se llega al centro de inversión fácilmente dado que se encuentra en mitad de esta separación.

Se decide también que la mitad superior de esta separación sea un camino preparado para facilitar los trabajos de camiones y grúas utilizados para la descarga de los edificios.

El camino se excavará y se volverá a llenar con grava tipo 1 en el fondo y tipo 2 en el fondo. Se debe pasar el rodillo después de excavar y después de incorporar cada una de las gravas para asegurar que quede en perfectas condiciones.

Para reforzar la base del camino se coloca una membrana geotextil del tipo TECHNO LAM DREM o similar en el fondo. Estos materiales suelen estar fabricados con polipropileno y poliéster, y sus principales funciones son las de controlar la erosión, refuerzo de suelos, la filtración y separación entre capas de materiales y el proporcionar una capa drenante y protección de geomembranas.

## 4. Ingeniería del proceso de instalación

### 4.1. Aspectos a considerar antes del inicio de la instalación

Para establecer un buen nivel de planificación en el proceso de montaje de la instalación es necesario tener unos cuantos aspectos presentes:

- Se deben utilizar siempre materiales, equipos, técnicas de montaje y terminación de calidad y garantía suficientemente probadas.
- Es imprescindible un buen diseño y una buena planificación, ya que condicionan todo el montaje.
- Deben tenerse en cuenta durante el montaje las normativas oficiales que sean aplicables a las instalaciones fotovoltaicas, ya sean normas UNE, Leyes, Decretos Reales, Reglamentos, Ordenanzas, prescripciones de los fabricantes, etc.
- La facilidad de acceso para el montaje y mantenimiento de los equipos, en especial en el caso de los módulos fotovoltaicos.
- Con el objetivo de reducir la longitud del cableado, y así la inversión económica, se debe reducir lo máximo posible la distancia entre el campo fotovoltaico y los inversores, así como la distancia de estos últimos al punto de interconexión, siempre evitando caídas inadmisibles de tensión.
- Los paneles deben encontrarse orientados hacia el ecuador, aceptándose desviaciones de 20° hacia el Este o el Oeste en caso de que las condiciones del lugar lo obliguen a ello o bien se encuentre con la presencia de sombras. La inclinación de los módulos deberá ser la óptima para la situación de la instalación, en el caso de la presente será de 30°, debiendo asegurar siempre la ausencia de sombras sobre las líneas de paneles posteriores, dejando una distancia mínima entre ellos, en el caso de la presente instalación de 8,2m.
- Se debe procurar que el trazado del cableado sea poco complejo, teniendo el menor número posible de curvas y con buena accesibilidad para el montaje.
- Se debe tener en cuenta siempre la seguridad de los operarios, debiendo cumplir escrupulosamente las normas de seguridad establecidas en la Ley 31/95 y todas las modificaciones que se derivan de la misma. Así mismo se deben adoptar medidas para cumplir con lo establecido en el Código Técnico de la Edificación (CTE).

## 4.2. Personal

Se ha considerado que serán necesarios los siguientes operarios para completar la instalación, pudiendo cambiar su número el técnico director de la obra si lo considerase oportuno.

- Jefe de obra, ayudante y un comité de seguridad y salud.
- Encargados de la estructura: 15-20 operarios.
- Electricistas: 6 personas.
- Equipo de obra civil: 4 personas.
- Monitorización: 2 personas.
- Seguridad y video-vigilancia: 2 personas.

## 4.3. Edificios de la instalación

### 4.3.1. Edificios durante la obra

Dada la gran cantidad de personas que se encontrarán trabajando al mismo tiempo durante la obra, se deben habilitar espacios adecuados para sus necesidades y para asegurar el bienestar entre el personal.

Se ha habilitado una zona al lado de la puerta de entrada conocida como zona de acopio para la colocación de los edificios y el acopio de los materiales. Se contará con las siguientes construcciones:

- 1 oficina: Esta oficina será donde disponga el técnico director de la obra. Aquí tendrá baño y podrá realizar sus comidas en caso de que prefiera comer separado del resto del personal.
- 2 cantinas: Se dispondrá de dos espacios para que los operarios realicen sus comidas y sus descansos. Teniendo en cuenta que el número de operarios encargados de la estructura es tan alto, se dispondrá una para éstos y otra para los electricistas y equipo de obra civil.
- 2 vestuarios: se dispondrá de espacios para que los operarios se cambien a sus ropas de trabajo adecuadamente. Al igual que antes se dispondrá uno para los encargados de la estructura y otra para los electricistas y equipo de obra civil.
- 2 baños: Se dispondrá de dos baños, uno para mujeres y otro para hombres.
- 1 caseta de seguridad: Antes de la colocación de las cámaras de seguridad se debe tener contratado un equipo que vigile la obra con el fin de que no se sustraiga ningún equipo ni herramienta y evitar posibles actos de vandalismo.

- 1 almacén: Estará destinado al guardado de herramientas y materiales de los diversos equipos.

#### **4.3.2. Edificios durante la vida útil de la instalación**

Durante la vida útil de la instalación se contará con cuatro edificios, todos ellos serán prefabricados, y como los anteriores, deben descargarse en la finca en el momento indicado para facilitar los demás trabajos. Estos edificios son:

- Centro de inversión: Se encuentra en el centro de la finca con el fin de ahorrar en el cableado eléctrico. En este edificio se incluyen el transformador de potencia, otro transformador de servicios auxiliares (aire acondicionado, luz interior, etc.) y con dos inversores DC/AC.
- 2 centros de corte: Se dispone de dos centros de corte que desconectan la instalación de la red en caso necesario, uno pertenece a la compañía eléctrica y el otro al propietario de la instalación. El que corresponde a la compañía eléctrica debe ser accesible desde fuera para que puedan acceder sus operarios sin necesidad entrar a la finca.
- Un centro de monitorización y control: En este centro se guardarán todos los equipos y materiales que sean necesarios para llevar a cabo la monitorización de toda la instalación. Se cuenta aquí con conexión a internet para poder controlar la instalación de manera remota.

### **4.4. Fases del proceso de construcción y montaje de la instalación**

A continuación se presentan todas las fases que comprenden el proceso de la construcción. No debe tomarse estrictamente como un orden cronológico, sino que aprovechando que las diferentes cuadrillas pueden desempeñar sus trabajos independientemente de las demás, algunas de las siguientes fases se llevarán a cabo de forma simultánea. El orden de los trabajos se detalla en el punto siguiente.

#### **4.4.1. Limpieza y preparación del terreno**

Se debe despejar y preparar el terreno para que no se encuentren nada inesperado durante la construcción, como troncos, tocones, piedras, etc.

Se pasará el rodillo por los sitios que lo precisen y si se encontrasen tocones de los que hubiera que deshacerse se utilizará la cuchilla que se suele emplear en estos casos.

Estos trabajos serán realizados por el equipo de Obra Civil.

#### **4.4.2. Replanteo**

Se requerirá de un experto topógrafo para que ubique correctamente los elementos que lo precisen de la instalación. Se deben marcar claramente los caminos, las esquinas de las diferentes estaciones y edificios que se utilizarán durante la construcción, el principio y final de cada mesa de módulos fotovoltaicos, la posición de zanjas y arquetas.

#### **4.4.3. Cerramiento**

Se empezará a construir la valla que hará las veces de perímetro de la instalación. El equipo de Obra Civil será el encargado de esta operación.

El proceso de montaje de la valla consiste en el clavado de los postes y el posterior recubrimiento con la valla metálica.

#### **4.4.4. Preparación del camino**

El camino servirá para conectar el centro en el que se encuentran los inversores y el transformador con la puerta de entrada. Con esto se deja un espacio intermedio en la instalación que ayuda notablemente a los posteriores procesos de mantenimiento y se prepara el terreno para que los edificios se encuentren bien asentados.

La preparación del camino se llevará a cabo por el Equipo de Obra Civil y constará de las siguientes fases:

- Excavación: se hará uso de una retroexcavadora para excavar a una profundidad de 30 cm en la zona donde se encontrará el camino previamente marcada por el topógrafo.
- Compactación del terreno: Se utilizará un rodillo.
- Colocación de una capa de membrana geotextil.
- Llenado de grava tipo 1: Se hará con un remolque tirado por un tractor, y consistirá en llena la zanja con 20 cm de piedra grande, de más de 30 mm de diámetro. Se debe regar el material incorporado para asegurar una correcta cohesión de las partículas.
- Extendido y compactado: Se debe extender la capa anterior con una motoniveladora de 160 CV y después compactar con un rodillo.
- Llenado con grava tipo 2: Se acabará de llenar la zanja (unos 10 cm de altura) con piedras pequeñas, de unos 5 mm de diámetro, regando el material incorporado.

- Extendido y compactado: Finalmente, para dejar todo el camino en buenas condiciones, se debe hacer una última pasada con la motoniveladora y después con el rodillo.

#### **4.4.5. Obra civil para edificios**

Los vértices de los edificios de los que cuenta la instalación deberán estar marcados por el topógrafo.

Para la construcción de los edificios se deben poner unas losetas de hormigón en la parte inferior con el fin de que estén bien asentadas en el terreno. Se ha optado por la construcción de 5 losetas prefabricadas de 50 cm de altura en cada lado. Se encontrarán colocadas dentro del suelo a una profundidad de 40 cm, sobresaliendo 10 cm para el asiento de los edificios. Las losetas se colocarán a iguales distancias entre ellas, y las fases de su construcción son:

- Excavación de zapatas.
- Relleno de zapatas de hormigón y colocación de las varas de acero que servirán como sujeción de los edificios.

#### **4.4.6. Perforación de toma de tierra del pararrayos**

Para evacuar la gran energía de los rayos se debe hacer una perforación de 40 metros de profundidad con ayuda de una perforadora alquilada. Por este agujero se instalará posteriormente el cable de toma de tierra del pararrayos, de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección. Irá aislado en los 20 primeros metros y desnudo en los 20 más profundos para derivar la energía en profundidad suficiente.

#### **4.4.7. Hincado**

Mientras se empiezan las demás operaciones realizadas por el equipo de obra civil, se debe empezar con el hincado de los postes que sujetarán la estructura. El topógrafo deberá haber marcado previamente el inicio y final de cada línea de módulos. Los travesaños se hincarán a una profundidad de 1,5 metros y a una distancia entre ellos tal que por cada mesa de paneles fotovoltaicos se encuentren siete postes a la misma distancia unos de otros, como recomienda el fabricante para mesas fotovoltaicas de las características de las del proyecto.

Para asegurar que soportarán las cargas del peso combinado con la fuerza del viento, el fabricante de la estructura se encarga de realizar un test llamado Pull Out Test. A pesar de ello se cuenta con la opción de realizar un estudio geotécnico previo al inicio de la instalación para constatar que a esa profundidad la estructura aguantará todas las cargas.

Esta operación la llevará a cabo el equipo encargado de la estructura y se estima que harán falta tres personas haciendo uso de una máquina hincapostes alquilada.

#### **4.4.8. Descarga de edificios**

Se debe constatar que las zapatas de hormigón se encuentran bien colocadas para que los edificios se encuentren bien asentados.

Se requerirá de un camión por cada edificio, que traigan las construcciones prefabricadas y una grúa para su descarga y colocación sobre las losetas.

Dado que esta operación es delicada se debe tener el máximo cuidado y utilizar el personal que se considere necesario para su correcto desempeño. No obstante, se requerirá como mínimo de:

- Manejo de camión y grúa: 4 personas, los dos conductores y sus respectivos ayudantes que se encargan de dar las indicaciones oportunas.
- Encargado de Seguridad y Salud: Debe encontrarse presente el técnico de seguridad y salud para asegurar que se cumple con toda la normativa pertinente y ninguna operación supone ningún riesgo para el personal.
- Jefe de obra: para asegurar que se cumplen todas las prescripciones y se lleva a cabo correctamente la descarga de los edificios debe encontrarse presente el jefe de obra (con su ayudante), se debe poner especial atención a la descarga de los edificios con los equipos eléctricos, como la caseta que guarda los inversores y el transformador.

Esta operación costa de dos acciones:

- Descarga de los edificios en el punto correcto, con las varas de acero pasando por los agujeros de la parte inferior del edificio.
- Anclaje interior de los edificios por medio de tuercas en las varas roscadas de acero anteriores.

#### **4.4.9. Realización de las zanjas**

Esta operación la llevarán a cabo el equipo de electricistas y el de obra civil al mismo tiempo. El equipo de obra civil se encargará de los aspectos mecánicos que comprenden abrir la zanja, volverla a llenar y colocación en el interior de los tubos de plástico corrugado. Mientras que los electricistas se encargarán de todos los aspectos eléctricos.

En la instalación hay tres tipos de zanjas:



#### **4.4.9.1. Zanjas de mesa a caja y perimetral**

Estas zanjas son las más simples porque por ellas pasan pocos cables. Se distinguen dos de estas zanjas, las unen las mesas fotovoltaicas más aisladas con sus respectivas cajas de conexión y la que perimetra toda la instalación para alimentar a las cámaras de seguridad y llevar los cables de monitorización de las mismas.

Por estas zanjas solamente pasan dos tubos de plástico corrugado en el fondo por los que irá el cableado y el cable de tierra de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección que recorre toda la instalación. Las acciones a realizar son las siguientes:

- **Excavación:** Se debe abrir una zanja de 40 cm de ancho y 60 cm de profundidad con la ayuda de una retroexcavadora. Se ocupará el equipo de obra civil.
- **Colocación del cable de tierra:** El equipo de electricistas irá colocando en el fondo de las zanjas una puesta de tierra como medida de protección de la instalación. El cable será de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de diámetro. Todas las líneas de paneles fotovoltaicos deben estar unidas física y eléctricamente a este cable.
- **Colocación de tubos de plástico corrugado:** El equipo de obra civil se ocupará de colocar tubos de plástico corrugado por los que se conducirán los cables de string y los cables destinados a la monitorización y control.
- **Llenado final de la zanja y colocación de cinta de señalización:** Lo llevará a cabo el equipo de obra civil. Se utilizará la tierra del terreno existente para su llenado completo, debiendo colocar una cinta a 0,2 m del suelo, cuya finalidad es señalar la situación de cables enterrados en profundidad.
- **Conexionado:** los electricistas se deben encargar de la colocación de las cajas de conexión en los puntos marcados por el topógrafo, así como de todo el conexionado de mesas y cajas. Y la puesta a tierra de la estructura.

#### **4.4.9.2. Zanjas de caja a inversor**

Estas zanjas llevan los cables desde las cajas hasta el centro de inversión y también recogen los cables de medida y los cables de string que tengan que pasar de una línea a otra para conectarse con su caja de combinación. Las acciones a seguir son las siguientes:

- **Excavación:** Se debe abrir una zanja de 60 cm de ancho y 90 cm de profundidad con la ayuda de una retroexcavadora. Se ocupará el equipo de obra civil.

- Colocación del cable de tierra: El equipo de electricistas irá colocando en el fondo de las zanjas una puesta de tierra como medida de protección de la instalación. El cable será de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de diámetro. Todas las líneas de paneles fotovoltaicos deben estar unidas física y eléctricamente a este cable.
- Llenado con arena existente: Para enterrar el cable de puesta a tierra se deben echar 10 cm de altura de tierra del terreno anteriormente excavada.
- Cama de arena fina y cableado: Se deben llenar 20 cm de altura de la zanja para enterrar los cables que se colocan por el equipo de electricistas, que se deben asegurar de marcar correctamente cuales corresponden al positivo y cuales al negativo de cada mesa. La zanja se llenará de forma que sean en total 20 cm de arena fina, con los cables colocados a una profundidad de 10 cm en la arena fina. Para el transporte y llenado de la arena fina se recurrirá a la ayuda de un camión basculante de 10 toneladas.

El objetivo de rellenar la zanja con este tipo de arena en este punto es la protección de los cables que circulan por ella de una manera económica. De esta forma se evita que piedras grandes, con filo o acabadas en punta puedan dañar los cables sin la necesidad de recurrir a más tubos de plástico protectores.

- Colocación de tubos de plástico corrugado: El equipo de obra civil se ocupará de colocar tubos de plástico corrugado por los que se conducirán los cables de string que llegarán a los inversores y los cables destinados a la monitorización y control.
- Llenado final de la zanja y colocación de cinta de señalización: Lo llevará a cabo el equipo de obra civil. Se utilizará la tierra del terreno existente para su llenado completo, debiendo colocar una cinta a 0,2 m del suelo.
- Conexionado: los electricistas se deben encargar de la colocación de las cajas de conexión en los puntos marcados por el topógrafo, así como de todo el conexionado de mesas y cajas. Y puesta a tierra de la estructura.

#### **4.4.9.3. Zanjas para cableado de media tensión**

Estas zanjas son las más complejas porque son las que más cantidad y tipos diferentes de cables llevan. Las operaciones son similares a las anteriores, con las siguientes diferencias:

- Esta zanja mide 0,6 metros de ancho y 0,9 de alto.
- La cama de arena fina tiene una profundidad de 50 cm y en su interior se encuentra el cableado de media tensión a 10 cm del fondo de la cama de arena fina, y 10 cm por encima su cinta de señalización. A otros 10 cm se encuentra el cableado de DC y a 10 cm se colocan los tubos de plástico corrugado. A continuación el llenado es igual que en los anteriores, con arena del terreno

existente y dejando una cinta de señalización a 20 cm de profundidad con respecto a la superficie de la tierra. Se llenará con la ayuda de un camión basculante de 10 toneladas.

- Los cables de media tensión crean un fuerte campo magnético a su alrededor, que puede llegar a distorsionar otras corrientes de sus inmediaciones. Esto es lo que pasa con el cableado de monitorización tipo RS 485. Por esta razón el cableado de monitorización que comparte zanja con el cableado de media tensión tiene que ser de fibra óptica.

#### **4.4.10. Acabar resto de piezas de la estructura**

Esta operación la llevará a cabo el equipo de estructuristas y se estima que harán falta unas 10 personas.

El trabajo consistirá en colocar los elementos que componen la estructura sobre los postes anteriormente colocados por la máquina hincapostes. Estos son, los transversales que soportarán los módulos, las correas por las que se conducirá el cableado por la parte posterior de los módulos para protegerlo de la radiación solar y las grapas sobre las que se asientan los módulos fotovoltaicos.

#### **4.4.11. Puesta del cableado**

El equipo de electricistas se encarga de montar el cableado que conectará todos los módulos fotovoltaicos anteriormente al montaje de éstos. Se hace de esta manera para facilitar los trabajos de conexionado, pues si se colocaran primero los módulos sería problemático. Los conectores más utilizados en solar fotovoltaica son los MC4.

Los cables salientes de cada mesa irán colocados por las correas hasta el final de la línea, donde irán bajo tierra a través de las zanjas hasta su correspondiente caja de conexión.

#### **4.4.12. Instalación de los módulos**

Se considera que para la realización de este trabajo se requieren de 20 a 25 personas del equipo de estructuristas. Consistirá en colocar los módulos en su lugar sobre la estructura. Se utilizarán tornillos inoxidables y las herramientas que se necesiten para asegurar su correcta colocación.

#### **4.4.13. Conexión de los módulos y demás aparatos eléctricos**

De manera simultánea a la colocación de los módulos, el equipo de electricistas se ocupará de conectarlos correctamente según se vayan montando sobre el bastidor.

Al ser la última operación que se realiza, en este apartado también se incluye la conexión de todos los equipos eléctricos como cajas de combinación, inversores, etc.

#### **4.4.14. Instalación de los dispositivos de monitorización**

El equipo de seguridad se deberá ocupar de poner los cables de monitorización, así como de los equipos de monitorización y medida.

Se deben instalar también dos piranómetros, con los que se medirá la radiación solar incidente sobre la superficie de la tierra, 2 células de temperatura, una destinada a medir la temperatura ambiente y otra la temperatura a la que están trabajando los módulos.

En la parte superior de la caseta donde se encuentran los inversores y el transformador se instalarán también una veleta y un anemómetro para medir la fuerza del viento. En una instalación solar fotovoltaica estos dos elementos únicamente sirven de cara al seguro en caso de que hubiera problemas con el viento fuerte.

#### **4.4.15. Instalación de cámaras de seguridad**

Durante la vida útil de la instalación se hará uso de cámaras de video-vigilancia con video-análisis para prevenir los robos y vandalismos. Se instalará la cámara sobre un poste de 3 metros de altura colocado sobre una cimentación de 40 x 40 x 40 cm.

De la excavación, cimentación e instalación de la zapata y la colocación del poste se encargará el equipo de obra civil, mientras que de la colocación del cable de alimentación y el cable de datos se encargarán los electricistas.

#### **4.4.16. Instalación del pararrayos**

La instalación del pararrayos se puede dividir en dos operaciones, colocación del pararrayos, complementos y accesorios necesarios en el tejado del centro de inversión y colocación de la puesta a tierra. Previamente se ha hecho una perforación en el suelo a 40 metros de profundidad para alojar el cable de tierra del pararrayos. Que luego se rellena con arena del terreno existente.

### 4.5. Orden de procesos

Se estima que la obra tendrá una duración de 34 días teniendo en cuenta la cantidad de operarios que trabajarán en la misma.

A continuación se presenta un organigrama con el orden a seguir en las operaciones a realizar a lo largo de la obra:

| Día                                                 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9-15 | 16-20 | 21-32 | 33 | 34 |
|-----------------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|------|-------|-------|----|----|
| Limpieza y preparación del terreno                  | █ |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Replanteo                                           | █ |   |   |   |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Vallado                                             |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ |      |       |       |    |    |
| Instalación de cámaras de seguridad                 |   | █ | █ | █ |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Preparación del camino                              |   | █ | █ |   |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Perforación                                         |   | █ |   |   |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Obra civil para edificios                           |   | █ |   |   |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Hincado                                             |   | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █ | █    |       |       |    |    |
| Descarga de edificios                               |   | █ | █ |   |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Instalación del pararrayos                          |   |   |   | █ |   |   |   |   |      |       |       |    |    |
| Instalación de los dispositivos de monitorización   |   |   | █ | █ | █ | █ |   |   |      |       |       |    |    |
| Acabar resto de piezas de la estructura             |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █    | █     | █     | █  | █  |
| Puesta del cableado                                 |   |   |   |   |   | █ | █ | █ | █    | █     |       |    |    |
| Instalación de los módulos                          |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       | █     | █  | █  |
| Conexión de los módulos y demás aparatos eléctricos |   |   |   |   |   |   |   |   |      |       | █     | █  | █  |

Tabla 1: Orden de procesos (Fuente: realización propia)

## 5. Puesta en marcha de la instalación

Previamente a la puesta en marcha definitiva de la instalación se han de realizar unas últimas comprobaciones con el fin de asegurar la perfecta ejecución del proyecto y el correcto funcionamiento ulterior de toda la instalación.

Debido a la alta fiabilidad de los equipos que se han utilizado en el proyecto, los fallos en los componentes son muy escasos, siendo la mayor fuente de fallos los errores en el montaje durante la instalación; esto hace que estas últimas comprobaciones sean de carácter sencillo.

La naturaleza de esta verificación se detalla en la norma UNE 20460 parte 6-61 y en la ITC-BT-19. Se divide en dos partes, una verificación por examen en la que no se precisa la toma de medidas y otra consistente en la toma de medidas eléctricas. Además en la ITC-BT-18 se detallan las verificaciones que atañen a la toma de tierra de la instalación.

### 5.1. Verificación por examen

Este tipo de verificación debe preceder a los ensayos y medidas y se efectuará para el conjunto de la instalación, encontrándose esta sin tensión. Con este examen se comprueban:

1. Que el material eléctrico instalado sea conforme a las prescripciones establecidas en el presente proyecto.
2. Que el material ha sido elegido e instalado correctamente de acuerdo a las prescripciones del fabricante del material.
3. Que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.

En concreto los aspectos que esta verificación ha de tener en cuenta para asegurar el correcto funcionamiento ulterior de la instalación solar fotovoltaica son los siguientes:

4. Existencia de medidas de protección contra choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos.
5. Existencia de medidas de protección contra choques eléctricos derivados del fallo del aislamiento de partes activas de la instalación, dicho de otra manera, contactos indirectos.
6. Existencia y calibrado de dispositivos de señalización y protección.
7. La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.
8. La correcta identificación de circuitos, interruptores, fusibles, bornes, etc.

9. La ejecución de las conexiones de los conductores.
10. La accesibilidad para la comodidad del funcionamiento y el mantenimiento.

## **5.2. Verificación mediante medidas y ensayos**

Las siguientes verificaciones se encuentran descritas y desarrolladas en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), concretamente en las ITC-BT-18 e ITC-BT-19, así como los materiales y demás aparatos que se deban utilizar para su consecución.

11. Medida de continuidad de los conductores de protección.
12. Medida de la resistencia de la puesta a tierra.
13. Medida de la resistencia del aislamiento de los conductores.
14. Medida de la resistencia del aislamiento de suelos y paredes, cuando se utilice este sistema de protección.
15. Medida de la rigidez dieléctrica.

Adicionalmente se deben realizar una serie de mediciones con el fin de garantizar que se han adoptado los requisitos convenientes de protección contra choques eléctricos.

16. Medida de las corrientes de fuga.
17. Medida de la impedancia en bucle.
18. Comprobación de la intensidad de disparo de los diferenciales.
19. Comprobación de la secuencia de fases.

## 6. Funcionamiento de la instalación

La instalación fotovoltaica funciona de la siguiente manera durante toda su vida útil, que se estima entre 25 y 30 años:

La radiación proveniente del Sol incide sobre la superficie de la instalación, de la que una porción será absorbida por los módulos fotovoltaicos. Parte de esta energía será convertida en energía eléctrica por los paneles gracias a la tecnología de unión de semiconductores que los componen.

La energía eléctrica generada es conducida por los cables de serie (*string*) hasta las cajas de combinación, que se ocupan de agrupar las series de paneles para conducir por un único circuito la energía producida hasta la subestación de inversión.

En esta subestación se encuentran dos inversores que transforman la energía producida en corriente continua (DC) a alterna (AC), para que pueda ser transportada a la subestación de la empresa distribuidora.

Después de ser transformada a corriente alterna, la energía es enviada a un transformador de potencia, que se encarga de elevar la tensión, disminuyendo así la intensidad y dejando la potencia transmitida prácticamente inalterada salvo por unas pequeñas pérdidas asociadas al proceso de transformación. De esta manera la energía eléctrica es apta para viajar distancias más grandes sin causar un calentamiento excesivo del cableado.

Por último se monitoriza la energía producida. Para ello se cuenta con un centro de monitorización y control en la instalación, donde se encuentra una caja de control que analiza los datos que se generan en toda la instalación. Después, estos datos se transmiten por vía ADSL para el control remoto de la instalación.

Los cables de monitorización que llegan al centro de control parten de cada una de las cajas de combinación y están dispuestos de tal forma que cada cable monitoriza dos series. De esta forma se puede identificar fácilmente qué series dan problemas y cuáles están funcionando normalmente.

Antes de hacer llegar la energía hasta la subestación de la empresa distribuidora se hace pasar la corriente por dos centros de corte, uno propio de la instalación y otro que pertenece a la empresa distribuidora. Estos centros de corte tienen la capacidad de desconectar completamente la instalación de la Red Nacional si se considera que la energía producida no es adecuada o que la red está saturada por ejemplo.

Para proteger los activos del proyecto y evitar en lo posible robos y vandalismos, se han colocado cámaras de seguridad que mandarán imágenes en tiempo real a una empresa de seguridad. Las cámaras se alimentan a partir del transformador de servicios auxiliares situado en el centro de inversión. Se conecta además a cada cámara un foco infrarrojo para que puedan grabar por las noches.



Para asegurar que nadie accede a la finca sin el consentimiento del propietario, se cuenta también con sensores en la puerta de entrada que mandarían una alarma a la empresa encargada.

En cuanto a la venta de la energía generada haya que tener en cuenta que dada la gran vida útil de la instalación y la controversia política relativa a temas de energías renovables, no se puede prever el precio de la energía en un futuro tan lejano. Por lo que la energía generada se venderá según la legislación vigente y el precio de la energía del momento.

## 7. Mantenimiento

### 7.1. Introducción

En cualquier construcción con el ánimo de generar energía eléctrica se ha de tener previsto un plan de mantenimiento adecuado a la configuración y particularidades de la misma. A continuación se desglosan una serie de pautas básicas que se deben seguir en una instalación solar fotovoltaica, dejando claro en todo momento que la redacción del plan de mantenimiento y el responsable de su buen seguimiento y operatividad es el dueño de la instalación.

Dentro del plan de mantenimiento se distinguen dos partes bien diferenciadas, el mantenimiento correctivo y el mantenimiento preventivo. El primero tiene el objetivo de reparar los equipos defectuosos para que vuelvan a funcionar dentro de los parámetros de servicio, mientras que el segundo se basa en la realización de una serie de operaciones previas, necesarias para que los equipos se mantengan en las condiciones óptimas de servicio durante el máximo tiempo posible.

Dentro de la instalación solar fotovoltaica se diferencian dos partes según el tipo de mantenimiento que necesitan:

- El conjunto de paneles, inversores y transformador, que constituyen una planta de generación eléctrica mediante la conversión de la energía solar en eléctrica y su exportación a la red nacional.
- El conjunto de equipos de interconexión y protección, que permiten que la energía alterna tenga unas características adecuadas conforme a la normativa vigente, así como los equipos encargados de asegurar la protección de las personas e instalaciones.

El conjunto de operaciones de mantenimiento a realizar en equipos electrónicos viene especificado por el fabricante. No obstante, cabe destacar algunas puntualizaciones para la redacción de un buen plan de mantenimiento:

- Las operaciones de mantenimiento en una central solar fotovoltaica son sencillas. Debido a que los paneles no tienen partes móviles el mantenimiento de los mismos es poco conflictivo.
- Hay dos grupos de operaciones diferenciadas. Por una parte se tiene la revisión del estado de los equipos, conexiones y cableado. Aquí se incluyen aspectos mecánicos, eléctricos y de limpieza. Por otra parte están las operaciones de calibrado y control de los equipos eléctricos como inversor y transformador.
- El periodo de mantenimiento preventivo debe estar coordinado dependiendo de los componentes de los que se trate y su potencial para dar fallos a corto y medio plazo.

- Los procedimientos de mantenimiento y la frecuencia de los mismos se deben reflejar con claridad en el libro de mantenimiento de la instalación.
- Se ha de diferenciar entre contrato de mantenimiento y garantía del producto. Los dos deben establecerse inicialmente, pero en el contrato de garantía se incluye únicamente la reposición de aquellos equipos averiados durante el periodo de vigencia del mismo, no observándose las operaciones de mantenimiento que han de correr a cuenta del instalador.

A la hora de plantear el calendario de las operaciones de mantenimiento, el instalador debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las operaciones necesarias de mantenimiento.
- Las operaciones que ha de realizar el equipo técnico y de las que se ha de encargar el encargado de la instalación.
- La periodicidad de las operaciones de mantenimiento atendiendo a la naturaleza de los equipos, vida útil, aspectos mecánicos, eléctricos, de limpieza, potencial de dar fallo a corto y medio plazo y consecuencias del mismo.
- El contrato de mantenimiento y la garantía de los equipos.

## 7.2. Mantenimiento preventivo

### 7.2.1. Paneles fotovoltaicos:

Los paneles fotovoltaicos tienen una configuración tal que carecen de partes móviles y los contactos eléctricos interiores de las células se sitúan en la parte trasera del módulo muy protegidos del ambiente exterior por capas de materiales protector. El mantenimiento se basa en los siguientes procesos:

#### a) Limpieza periódica de los paneles:

Se recomienda que la limpieza de los equipos se realice con una periodicidad mensual para mantenerlos en las mejores condiciones posibles.



*Imagen 5: Limpieza manual de módulos fotovoltaicos. (Fuente: SolarMurcia S.L.)*

Se ha de procurar que la cubierta frontal de los paneles se encuentre lo más limpia posible, pues la suciedad acumulada puede producir efectos parecidos a las sombras en los que se invierte la polaridad de parte del módulo. Esto ocasiona una reducción del rendimiento y puede ser causante de los llamados *hot spot*, pudiendo llegar incluso a la destrucción de la célula. La incidencia del problema depende del origen del residuo. Usualmente, los problemas más graves se derivan cuando la suciedad procede de residuos industriales o de las defecaciones de las aves. En el caso de los depósitos de las aves conviene intentar evitarlos instalando antenas elásticas en la parte superior del módulo para que impida que se posen.

Las capas de polvo no resultan un problema de gran importancia, porque se distribuyen de una forma más o menos homogénea, reduciendo el rendimiento, pero no de una forma muy drástica.

La periodicidad de la limpieza depende sobre todo de la intensidad del ensuciamiento. La acción de la lluvia puede en determinados casos reducir al mínimo las acciones de mantenimiento de limpieza.

Estas operaciones de limpieza en general son llevadas a cabo por el personal encargado del mantenimiento de la instalación. Consiste básicamente en el lavado de la cubierta frontal del panel fotovoltaico con agua y productos detergentes no abrasivos, de forma delicada y sin utilizar herramientas metálicas para no dañar los paneles. La limpieza debe llevarse a cabo en las horas que menor incidencia solar tengan, con esto se evita una gran diferencia de temperaturas por el contacto con el agua fría sobre todo en verano, lo que puede causar un choque térmico, que podría derivar en la rotura del cristal protector superior. Se debe evitar la acumulación de agua. No se acepta bajo ninguna circunstancia el uso de mangueras a presión para la limpieza de la cubierta superior.

#### **b) Inspección visual del panel:**

El objetivo es detectar posibles fallos o roturas, con una periodicidad recomendada para estas acciones de dos meses entre comprobaciones. Se ha de prestar especial atención a:

- Roturas en el cristal: Se produce normalmente por acciones externas, como pueden ser golpes por granizo. Se puede producir también por fatiga de los materiales, esto se deberá normalmente a un mal montaje, por lo que no es un fallo muy común.
- Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de células fotovoltaicas. Se debe a la entrada de humedad en el interior del módulo, puede ser por fallo o rotura de las capas encapsulantes.

### c) Mantenimiento de las celdas individuales:

Con el objetivo de conocer el rendimiento de cada uno de los paneles, se debe analizar el comportamiento de las células fotovoltaicas que los integran. Para ello se realizará una termografía infrarroja a cada módulo que aportará la información del rango de temperaturas a las que está operando cada una de las células y posteriormente se enfrentarán a los datos aportados por el fabricante, extrayendo de dicha comparación la información relacionada con el buen funcionamiento de los mismos, o por el contrario de cualquier anomalía que se hubiera podido generar.

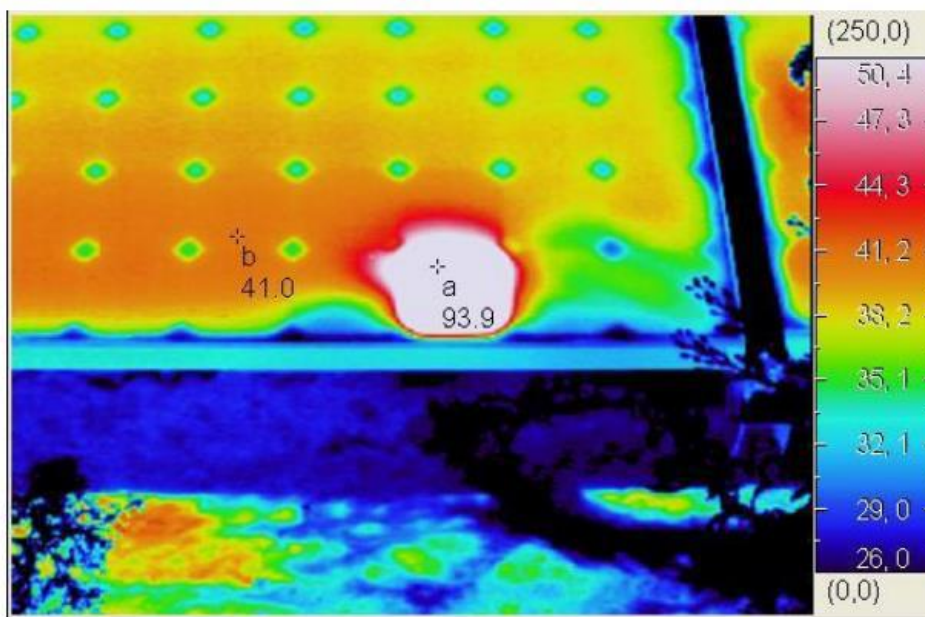


Imagen 6: Imagen termográfica de un módulo fotovoltaico. (Fuente: OPEX energy).

Debido a que es posible que el usuario no disponga de la tecnología requerida para llevar a cabo esta labor, se recomienda realizar una subcontrata a una empresa especializada que disponga tanto de los conocimientos como de las herramientas más actualizadas y pertinentes para cada problema generado al respecto. Sería conveniente que una de las cláusulas del contrato con dicha empresa asegurara que gran parte de la información de los problemas detectados se queda en el poder del cliente, para así establecer un posterior mantenimiento predictivo.

Se recomienda que estas mediciones se tomen de forma trimestral.

### d) Control del estado de conexiones eléctricas y del cableado:

Con una periodicidad anual se recomienda un exhaustivo examen de las características eléctricas de los paneles, integrando como mínimo las siguientes actuaciones:

- Se debe comprobar el estado en general, y el apriete en particular, de los cables de conexionado de los paneles.

- Se debe comprobar la estanqueidad de la caja de terminales, así como el estado de los capuchones de protección de los terminales. La perfecta estanqueidad de la caja de terminales es importante, por lo que, de observarse fallos se deben reemplazar los elementos afectados y se debe proceder a la limpieza de los terminales. Para el posterior sellado de la caja de terminales se deben utilizar juntas nuevas o un sellado a base de silicona.
- Mediante un lector infrarrojo similar al utilizado con anterioridad y normalmente propiedad de la empresa subcontratada para el mantenimiento se comprobará que ninguna de las conexiones supera bajo ningún concepto temperaturas superiores a los 60°C; sustituyéndose las mismas en caso de originarse dicha situación.
- Finalmente se comprobará la ausencia de sulfatación en los contactos.

### **7.2.2. Mantenimiento de las puestas a tierra**

En las instalaciones que cuentan con un sistema de protecciones que consta de puesta a tierra, se ha de tener en cuenta sobre todo que el valor de la resistencia del terreno a lo largo del año varía. Esta desviación es debida a la variación de la humedad en la tierra entre otros factores que también influyen, como son la destrucción corrosiva de los electrodos de puesta a tierra, acumulación de polvo, destrucción o corrosión de los electrodos, alojamiento, deterioro o destrucción de las líneas de tierra, etc.

Dichas variaciones condicionan el buen funcionamiento la línea de puesta a tierra, así como el control de la instalación para asegurar que el sistema de protección actúe dentro de los límites de seguridad. El programa de mantenimiento se basará en las siguientes operaciones:

- Revisiones generales periódicas que pongan de manifiesto los posibles defectos de la instalación.
- Eliminación de dichos desperfectos.

Se aconseja que las citadas revisiones se realicen con una periodicidad de un año, durante la época más seca, realizando a su vez las siguientes medidas:

- Medida y anotación de la resistencia de la tierra, realizándose la medición en el punto de puesta a tierra.
- Medida de la resistencia de cada electrodo, previa desconexión de la línea de enlace a tierra.
- Medida de todas las carcasas metálicas de la resistencia total que ofrecen.

El conjunto de estas mediciones determinará la eficacia global de la puesta a tierra, estado de los electrodos y líneas de tierra.

La eliminación de los defectos se puede realizar por:

- Reparación de los cables y uniones afectadas.
- Limpieza y apriete de uniones.
- Regado de la puesta a tierra en caso de que la resistencia del terreno aumente demasiado.

### **7.2.3. Mantenimiento de la estructura soporte de los paneles**

Debido a las propiedades anticorrosivas que poseen los elementos en los que está fabricada la estructura soporte, que suele ser o de aluminio o acero inoxidable, no es necesario un mantenimiento anticorrosivo. A pesar de ello se debe realizar una serie de comprobaciones en la estructura para asegurar sus buenas condiciones. Se aconseja un tiempo entre reconocimientos de seis a doce meses, y consistirán en:

- Comprobación de posibles degradaciones, como deformaciones o grietas.
- Comprobación del estado de fijación de la estructura a la cubierta. Se debe comprobar el estado en el apriete de la tornillería, en caso necesario se controlará el par de apriete. Los elementos de fijación que presenten algún defecto deben ser sustituidos por otro nuevo.
- Comprobación de la estanqueidad de la cubierta. Básicamente se debe constatar que las juntas están bien cerradas, y en caso necesario proceder a su reparación o sustitución.
- Comprobación del estado de fijación de los módulos a la estructura. Se realiza de forma simultánea a la comprobación de la fijación entre estructura soporte y cubierta.
- Comprobación de la toma de tierra y resistencia de paso al potencial de tierra.

### **7.2.4. Mantenimiento del transformador de potencia**

El transformador es un elemento muy importante de la instalación, pues una avería en este dispositivo puede suponer la total parada de la producción y resultar muy costosa. Por estos se deben realizar una serie de operaciones para asegurar su perfecto estado:

- Desconectar el equipo de la Red de tensión, tomando todas las medidas necesarias establecidas en el protocolo. Las más habituales son: Puesta a tierra del equipo, Bloqueo de todas las posibles conexiones entrantes y salientes, delimitación y marcado del área de trabajo.
- Comprobación del sistema de seguridad por sobre temperatura.
- Comprobación del sistema de seguridad por sobre presión interna de transformador.

- Comprobación de los sistemas de sobrecorriente, fuga a tierra, diferencial, etc. en función del tipo y modelo del transformador.
- Comprobación del resto de indicadores, alarmas ópticas y/o acústicas.
- Comprobación del nivel de aceite, así como posibles fugas.
- Prueba de Rigidez Dieléctrica del Aceite; la muestra debe tomarse de la parte baja del transformador, mediante la válvula de muestreo.
- Comprobación, limpieza y ajuste de todas las conexiones eléctricas, fijaciones, soportes, guías y ruedas, etc.
- Comprobación y limpieza de los aisladores, buscando posibles grietas o manchas donde pueda fijarse la suciedad y/o humedad.
- Comprobación en su caso del funcionamiento de los ventiladores, así como limpieza de radiadores o demás elementos refrigerantes.
- Limpieza y pintado del chasis, carcasas, depósito y demás elementos externos del transformador susceptibles de óxido o deterioro.

#### **7.2.5. Mantenimiento de la instalación**

El mantenimiento de los equipos eléctricos como son el inversor y el transformador vienen marcadas por el fabricante, no obstante se presenta a continuación una serie de actuaciones necesarias para el buen funcionamiento de la instalación:

- Mensualmente: Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos.
- Semestralmente:
  - Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire.
  - Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.
  - Inspección de polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
  - Si es necesario, limpiar el inversor y tomar las medidas pertinentes.
  - Revisar la firmeza de todas las conexiones del cableado eléctrico y, dado el caso, apretarlas.
  - Comprobar si el aislamiento o los bornes presentan descoloración o alteraciones de otro tipo. En caso necesario cambiar las conexiones deterioradas o los elementos de conexión oxidados.
  - Comprobar la temperatura de conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta alcance una temperatura por encima de 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de la misma, controlando.



- Comprobación de los ajustes de las conexiones, estado del cableado, cajas de conexiones y protecciones.
- Comprobación de las protecciones de la instalación (fallo de aislamiento), así como de sus períodos de actuación.
- Pruebas de arranque y parada en distintos niveles de funcionamiento.
- Comprobación de la potencia instalada e inyectada a red.
- Comprobación del sistema de monitorización.
- Medir desde todas las carcasas metálicas la resistencia total que ofrecen, tanto las líneas de tierra como la toma de tierra.

### **7.3. Mantenimiento correctivo**

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que la instalación funciona correctamente durante toda su vida útil. Se incluye aquí:

- La visita a la instalación en caso de incidencia, la cual deberá producirse dentro de los plazos establecidos en el contrato de mantenimiento, pero siempre en tiempo inferior a una semana y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la misma.
- El análisis y elaboración del presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

Este mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado y debe incluir todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente. Se elaborará un presupuesto de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la instalación, que deberá ser aceptado por el cliente antes de llevar a cabo dicha tarea.

## 8. Estudio de la rentabilidad de la inversión

Para el cálculo de la rentabilidad de la inversión se debe conocer qué cantidad de energía eléctrica se produce en la instalación a lo largo de los 30 años de vida útil que se le suponen. Para ello se hace uso de un programa de software gratuito llamado PVSYST.

En este programa se hace una estimación de la producción que se espera en el primer año, que es de 9.596 MWh. Los módulos fotovoltaicos presentan una pérdida del rendimiento a lo largo de los años, por lo que la producción de la instalación no se puede suponer siempre como la del primer año. Para saber la pérdida del rendimiento del módulo de la instalación se han de consultar los parámetros técnicos del mismo, en el caso de los paneles BYD 360-P6-K (modelo tipo elegido), el fabricante asegura que a los 30 años el rendimiento será de 0,8, lo que supone una pérdida del 0,6% anual.

Para saber la rentabilidad de la inversión se deben calcular indicadores económicos que señalen la viabilidad de la operación. Los más utilizados son el VAN, el TIR y el Payback. Se basan en el valor actualizado a la actualidad de los flujos de caja que se generarán y funcionan de tal manera que si el VAN es positivo se generarán ganancias a lo largo del tiempo, mientras que el TIR es la tasa interior de retorno, la tasa (en porcentaje) para la que el VAN sería 0, que no se generarían ni ganancias ni pérdidas.

Para calcular el Payback se debe hacer un estudio de los flujos de caja teniendo en cuenta el desembolso inicial. Lo que se hace es ir sumando los flujos de caja (actualizados al momento presente) al desembolso inicial (en negativo). De esta manera se obtiene el año en el que la inversión resulta amortizada y comienza a dar beneficios.

Para los cálculos de flujos de caja se debe suponer el precio de venta de la energía. Esto es complicado teniendo en cuenta los constantes cambios en la legislación regulatoria cuando se producen cambios en el gobierno del país.

Para poder realizar los cálculos de la forma menos sesgada posible, se ha hecho un estudio del precio de la energía en los últimos años y se ha tomado el valor mayor, correspondiente a 2013, con 67,603 €/MWh; el valor del año actual, 2018, 43,60 €/MWh y el valor medio, que se sitúa en 54,57 €/MWh. Los cálculos realizados se pueden consultar en el Anejo IV, cálculo de la producción y la rentabilidad.

Se ha supuesto que la entidad impulsora del proyecto cuenta con los medios necesarios para hacer frente al pago del desembolso inicial de 8.675.222 €, a amortizar a lo largo de toda la vida útil de la instalación.

A continuación se presenta la tabla con los valores del Van y el TIR para los tres casos supuestos:

|  |               |    |
|--|---------------|----|
|  | Tasa supuesta | 4% |
|--|---------------|----|

| Precio       | VAN             | TIR  |
|--------------|-----------------|------|
| 43,60 €/MWh  | -1.971.439,02 € | 0,2% |
| 67,603 €/MWh | 1.673.512,66 €  | 6%   |
| 54,57 €/MWh  | -284.730,17 €   | 0,4% |

Tabla 2: Parámetros económicos. VAN y TIR  
(Fuente: Elaboración propia)

Se puede observar que en los casos de 2018 y en el medio, el VAN es negativo, esto quiere decir que la inversión no sería rentable con la tarifa actual.

Con el valor de venta de la energía en el año 2013, aunque positivo, el VAN no es muy grande teniendo en cuenta la cuantía del desembolso inicial. De hecho, el año en que se amortiza la inversión es el año 22 como se puede comprobar en el Anejo IV, Cálculo de la producción y de la rentabilidad.

Se comprueba pues que este tipo de instalaciones necesitan apoyo estatal para su completa viabilidad.

Para acceder a ayudas y vías de financiación estatales se deben consultar los BOE 12406/2017 y 1793/2007, así como el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, donde se detallan los tipos de instalaciones que se pueden acoger a ayudas económicas y las cuantías de estas así como las condiciones para recibirlas.

En el caso de la energía solar fotovoltaica, perciben una ayuda las instalaciones superiores a 10MW. Esta ayuda es por cada MW instalado, al contrario que unos años atrás, cuando se percibía en función de la energía producida, no instalada.

Esta es una de las razones por las que cada vez es menos común encontrarse con instalaciones de potencia menor a 10 MW, lo que puede desincentivar la participación en el mercado eléctrico de accionistas modestos.

## 9. Evaluación de impacto ambiental

Según el decreto legislativo 1/2015 de 12 de Noviembre, por el que se aprueba el texto refundado de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León, en su Anexo I sobre “proyectos de obras, instalaciones o actividades sometidas a Evaluación de Impacto Ambiental Simplificado”, indica la obligatoriedad de realización de ésta en plantas de captación de energía solar con potencia nominal igual o superior a 10MW.

El presente proyecto trata de una planta de 4,6 MW, por lo que no se precisa de un estudio de impacto ambiental detallado, no obstante pueden sacarse algunas conclusiones sobre el impacto que supone una instalación de estas características.

La energía solar es una fuente de energía renovable, lo que hace que se produzca electricidad sin recurrir a ningún tipo de combustión, evitando así la producción de gases contaminantes y su vertido a la atmósfera.

Otra ventaja que presenta es que generalmente, la energía producida se consume en el ámbito local, lo que hace innecesaria la creación de infraestructuras de transporte energético.

Los impactos a destacar son los siguientes:

### 9.1. Impactos negativos

#### 9.1.1. Fase de construcción

- Destrucción de la vegetación por las obras, pistas de acceso y tendido eléctrico.
- Desaparición de especies o comunidades animales en la zona por degradación o destrucción de su hábitat.
- Afección a elementos patrimoniales: yacimientos arqueológicos, etc.
- Pérdida de zonas de interés naturalístico o paisajístico.
- Necesidad de industrias extractivas para la obtención de las materias primas utilizadas en la fabricación de los paneles.
- El proceso de fabricación del silicio es una actividad industrial que sí puede generar ciertos impactos en su entorno.
- Ocupación de suelo.

### **9.1.2. Fase de operación**

En el caso de las instalaciones aisladas de la red, que necesitan baterías, las baterías gastadas son un residuo peligroso que debe ser gestionado adecuadamente, entregándose a establecimientos dedicados al tratamiento de las mismas.

### **9.1.3. Medidas correctoras específicas**

- Selección de la ubicación del parque teniendo en cuenta criterios ambientales: presencia de especies protegidas, etc.
- Correcta gestión de las baterías agotadas.

## **9.2. Impactos positivos**

- La energía solar es un recurso renovable, no consume combustibles fósiles.
- Se suprimen los impactos originados por los combustibles durante su extracción, transformación, transporte y combustión, lo que incide beneficiosamente en la atmósfera, el suelo, el agua, la vegetación, la fauna, etc.
- No produce emisiones atmosféricas contaminantes.
- No produce vertidos.
- No consume agua.
- Produce muchos menos residuos que otras fuentes de energía.
- Genera empleo en la fase de diseño y construcción.

## 10. Normativa de aplicación

Ante la creciente preocupación por el cambio climático y los efectos asociados a él, como el aumento del efecto invernadero, la Unión Europea ha ido redactando y modificando a lo largo de las últimas décadas diversos marcos jurídicos en los que desenvolverse para poder llegar a la consecución de los objetivos que se han marcado para un futuro a corto-medio plazo. Haciendo una clara apuesta por el uso de las energías renovables en documentos tales como el Libro Blanco (1997) o el Libro Verde (2006), en los que se determinan unos objetivos en torno a la eficiencia y la independencia energética para los países de la Unión Europea.

Los diversos protocolos alcanzados en las cumbres que se han ido celebrando a lo largo del mundo, como el protocolo de Kyoto o el de Río de Janeiro por ejemplo, han derivado en la actualización de las legislaciones vigentes con el fin de incentivar el uso de las tecnologías que hagan uso de las fuentes renovables para la generación eléctrica.

A continuación se presentan aquellas leyes, normas, directivas europeas, etc., a las que se ha atendido para el diseño de la instalación fotovoltaica del presente proyecto.

### 10.1. Directivas comunitarias aplicables

- Directiva 89/336/CEE del consejo de 2 de Mayo de 1989, sobre la aproximación de las legislaciones de los estados miembros relativas a la compatibilidad electromagnética (publicada en el D.O. nº L139 de 23/05/1989, páginas de 19 a 26).
- Directiva 92/31/CEE del consejo de 28 de Abril de 1992, por el que se modifica la directiva 89/336/CEE relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros sobre la compatibilidad electromagnética (publicado en el D.O. nº L126 de 12/05/1992 página 11).
- Directiva 2001/77/CE del parlamento europeo y del consejo de 27 de Septiembre de 2001, relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de recursos renovables en el mercado interior eléctrico.
- Directiva 2004/8/CE del parlamento y del consejo de 11 de Febrero de 2004, de fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de energía. En ésta se modifica a la directiva 92/42/CE.
- Directiva 2009/28/CE, derogando a la directiva 2001/77/CE y estableciendo una serie de preceptos a cumplir por los países miembros.

## 10.2. Directivas nacionales aplicables

La legislación europea crea un marco general que sienta unas bases con la finalidad de que cada país legisle a voluntad, siempre teniendo en cuenta las normativas comunitarias y los objetivos marcados a medio plazo.

En España no ha habido una legislación constante y unificada a lo largo del tiempo, sino que ha ido cambiando de manera notable, lo que hace que en la actualidad no sea tan conveniente ni rentable la inversión en energías renovables como en tiempos pasados. Se presentan a continuación las leyes más relevantes que ha tenido nuestro país en las últimas décadas para regular el uso de energías renovables.

- Reglamentos sobre condiciones técnicas y garantías en estaciones eléctricas o en centros (12 de Noviembre de 1982).
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, publicada en el BOE nº 269 de 10 de Noviembre de 1995.
- Ley 50/1998, de 30 de Diciembre, de medidas fiscales, Administrativas y de Orden Social, publicada en el BOE nº 313 de 31 de Diciembre de 1998. Ajustada a la nueva normativa, por la que se modifica la Ley anterior.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en Centros de Trabajo.
- Ley 40/1994 del sistema eléctrico español (LOSEN) donde se acuña por primera vez el término de régimen especial para la producción energética a partir de recursos renovables.
- Ley 54/1997 de 27 de Noviembre del Sector eléctrico.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de Diciembre, sobre la producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos o cogeneración.
- Real Decreto 1955/2000 de 29 de Septiembre, por el que se deroga el reglamento de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de instalación de energía eléctrica (RLC 3028/1998).
- Ley 9/2001 de 4 de Junio, modificando a la Ley 54/1997 del Sector eléctrico.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de Agosto por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial y su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de esa energía eléctrica producida.
- Reglamento electrotécnico de Baja Tensión (decreto 842/2002, de 2 de Agosto) e instrucciones Técnicas complementarias.

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red establecidas por el IDEA en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PTC-C-Octubre 2002).
- Real Decreto 436/2004 de 12 de Marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto-Ley 6/2009, de 30 de Abril, por el que se regula el mecanismo de Pre-asignación al régimen especial.
- Real Decreto 1597/2011, del 4 de Noviembre, por el que se establece el cumplimiento de los objetivos nacionales en relación a la cuota de energía procedente de energías renovables.
- Real Decreto-Ley 1/2012, de 27 de Enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y a la suspensión de los incentivos económicos para las nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos. A ésta se la conocía como la “Moratoria Renovable”.
- Ley 15/2012, de 27 de Diciembre, de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.
- Real Decreto-Ley 9/2013, de 14 de Julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, en la que se confirman las medidas tomadas en el anterior Real Decreto.
- 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.

### **10.3. Normativa técnica de aplicación a la tecnología fotovoltaica**

Todos los materiales y aparatos que se utilicen en una instalación de generación eléctrica por medio de la tecnología fotovoltaica deben cumplir unas ciertas normas y requisitos marcados por la Unión Europea. Se presentan a continuación los más emblemáticos.

- UNE-EN 61173, protección contra sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos productores de energía.
- UNE-EN 61215, Módulos fotovoltaicos de Silicio Cristalino, cualificación del diseño y aprobación de tipo.
- UNE-En 61277, sistemas fotovoltaicos y guías.



- UNE-EN 61646, cualificación del diseño y aprobación de tipo de módulos fotovoltaicos de lámina delgada.
- UNE-En 61721, Resistencia de un módulo fotovoltaico a impactos accidentales.
- NBE-AE-88 Norma Básica de Composición: Sobrecargas de viento y nieve para el cálculo de la estructura soporte del módulo.
- Norma MV-102: Estructuras construidas con perfiles de acero laminado en frío, para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- Norma MV-103: Cálculo de la estructura soporte para soportar las externas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, granizo, etc.
- Norma MV-106: Tornillería realizada en acero inoxidable.



## **ANEJO I**

# **ESTUDIO CLIMÁTICO**

### **ÍNDICE:**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. INSOLACIÓN MEDIA DEL LUGAR**
- 3. TEMPERATURAS**
- 4. PRECIPITACIONES**
- 5. VIENTOS**
- 6. CLASIFICACIÓN BIOCLIMÁTICA UNESCO-FAO**



# 1. Introducción

El presente anexo muestra el estudio climático de la provincia de Soria, en la que se ubicará el proyecto. Se han recogido datos de un observatorio meteorológico en las cercanías sobre los datos más relevantes para el tipo de instalación, como son temperaturas, precipitaciones, viento etc. Con todo ello se ha realizado la clasificación del clima de la provincia de Soria según la clasificación bioclimática de la UNESCO-FAO.

Los datos expuestos sobre insolación del lugar han sido recogidos de un informe de AEMET-EUMETSAT. Se ha recurrido a ellos por dos razones, por un lado el observatorio no presenta datos de la radiación solar total. Por otro lado, el parámetro de la insolación es el más relevante para la producción de energía por medio de tecnologías fotovoltaicas y los datos desglosados en el informe de AEMET son interesantes de conocer.

## 1.1. Datos del observatorio

- Altitud: 1.065 m
- Ubicación:
  - Latitud 41°46'00" N
  - Longitud 2°28'00" O

## 1.2. Datos recogidos

Se presentan a continuación todos los datos que se han recogido desde el año 2000 hasta el año 2014. Con todos estos datos se han realizado tablas y gráficas, así como una rosa de los vientos para poder cuantificar y entender mejor la climatología en este paraje.

## 2. Insolación media del lugar

España es un país que recibe grandes cantidades de radiación solar en comparación con los demás países de la Unión Europea, por lo que es interesante el desarrollo de las energías renovables para aprovechar este aspecto. Como se puede observar en la siguiente imagen, exceptuando el norte de la Península Ibérica (debido a su climatología más nubosa y las montañas de esta zona) el resto del espacio nacional recibe buenas cantidades de radiación solar.

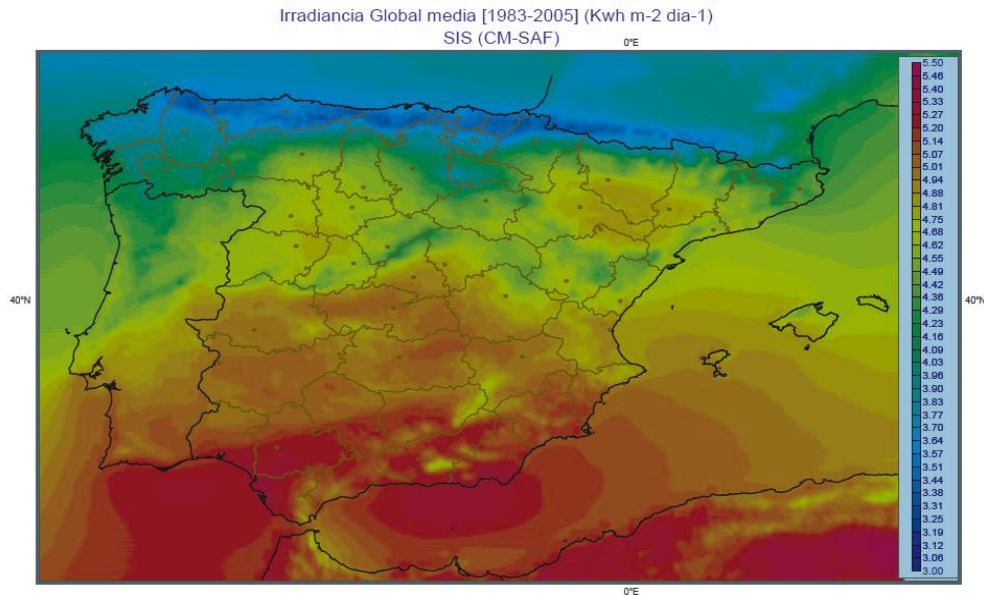


Imagen 7: Irradiancia en España (Fuente: Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT).

El proyecto se desarrollará en la provincia de Soria, por lo que debemos atender a las condiciones en este lugar. El siguiente histograma muestra el desarrollo de la radiación solar a lo largo del año en la provincia de Soria.

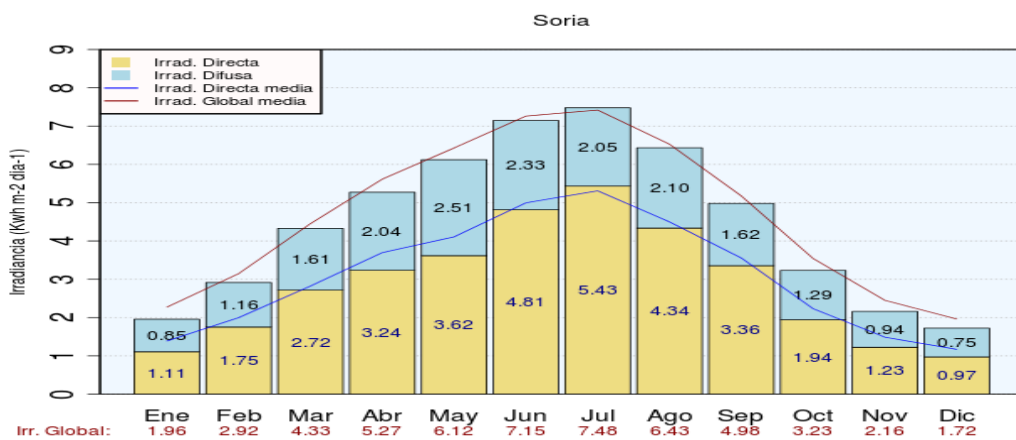


Imagen 8: Irradiancia en Soria a lo largo del año (Fuente: Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT).

Se observa un máximo en el mes de julio, decreciendo la irradiación hasta valores mínimos en los meses de diciembre y enero. Cabe destacar que el gradiente es mayor cuando decrece que cuando crece, de forma que la irradiación media disminuye más rápido después de julio de lo que aumenta después de enero. Esta tendencia se da por igual en toda la península.

A modo de comparativa se muestran a continuación las provincias ordenadas según la radiación media recibida, diferenciando dentro de esta la parte recibida directamente de la que se recibe después de reflejarse, también llamada radiación difusa:

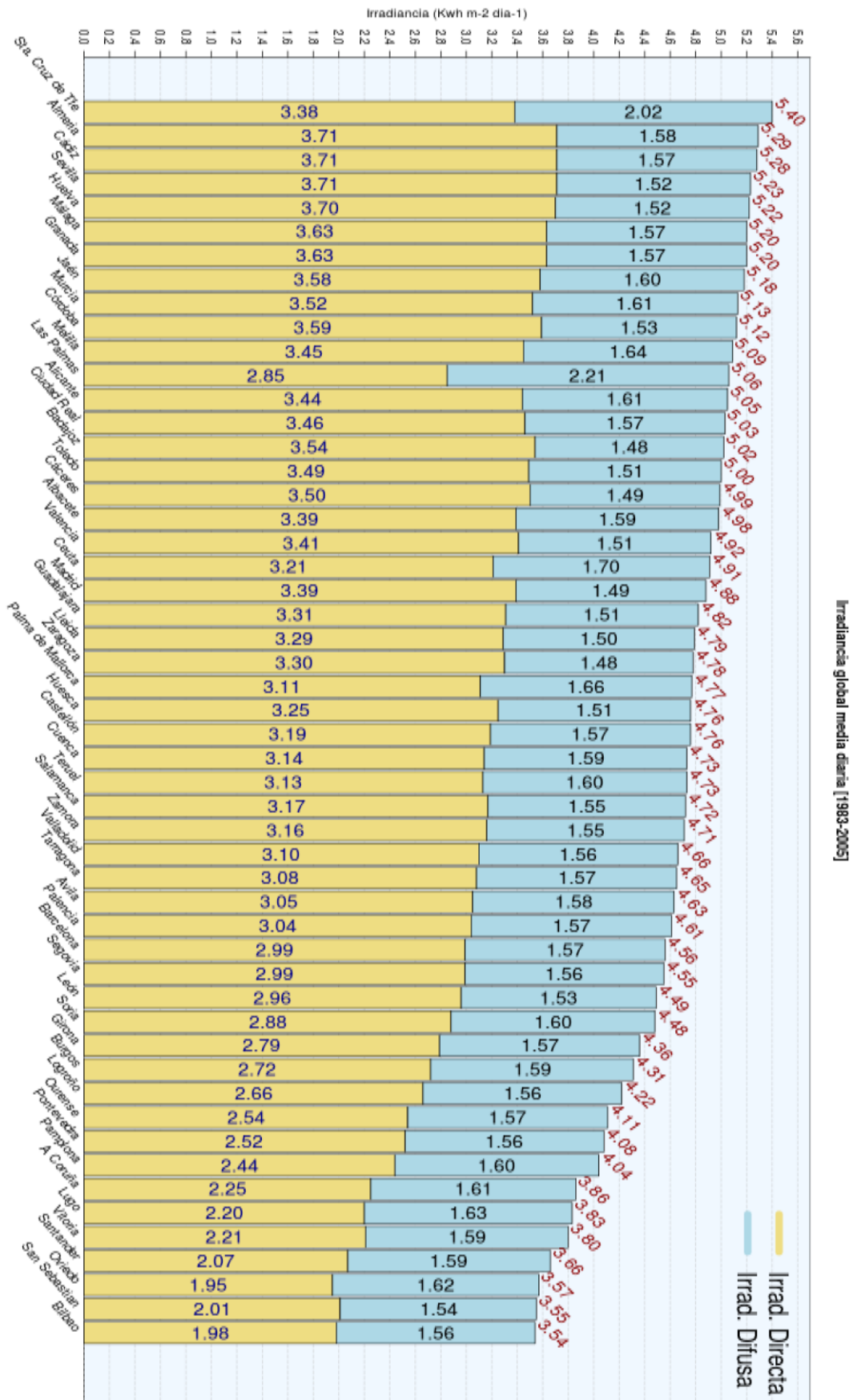


Imagen 9: Radiación incidente global, directa e indirecta en España a lo largo del año (Fuente: Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT).



Aunque los datos de la radiación solar en la provincia de Soria se pueden considerar aceptables, no son los más elevados del país, de hecho se encuentran en el puesto 39 de 52. Esto es así porque toda la mitad Sur de la península recibe unas cantidades muy altas de luz solar por su situación geográfica y climática.

En la provincia de Soria los valores de la radiación incidente a lo largo del año son los siguientes, medidos en  $\text{KW/m}^2/\text{día}$ :

| Mes           | Radiación directa<br>( $\text{kW/m}^2/\text{día}$ ) | Radiación difusa<br>( $\text{kW/m}^2/\text{día}$ ) |
|---------------|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Enero         | 1.96                                                | 1.11                                               |
| Febrero       | 2.92                                                | 1.75                                               |
| Marzo         | 4.33                                                | 2.72                                               |
| Abril         | 5.27                                                | 3.24                                               |
| Mayo          | 6.12                                                | 3.62                                               |
| Junio         | 7.15                                                | 4.82                                               |
| Julio         | 7.48                                                | 5.43                                               |
| Agosto        | 6.43                                                | 4.34                                               |
| Septiembre    | 4.98                                                | 3.36                                               |
| Octubre       | 3.23                                                | 1.94                                               |
| Noviembre     | 2.16                                                | 1.23                                               |
| Diciembre     | 1.72                                                | 0.97                                               |
| <b>GLOBAL</b> | <b>4.48</b>                                         | <b>2.88</b>                                        |

*Tabla 3: Radiación global en la Provincia de Soria (Fuente: Datos recogidos de Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT).*

Teniendo en cuenta que la potencia pico de un panel fotovoltaico es aquella que suministra cuando la irradiación incidente es de  $1000\text{Kw/m}^2$ , una forma de indicar la energía incidente es manifestar en número de horas que debería incidir este flujo energético para que fuera igual a la energía total de todo el día. Esta unidad son las llamadas Hora Solar Pico (HSP).

Una hora solar pico se define como la unidad que mide la irradiación solar y se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiación solar de  $1000\text{ W/m}^2$ . Una HSP es equivalente a  $3,6\text{ MJ/m}^2$ .

Los valores de la tabla se corresponden con las horas solares pico equivalentes. A falta de software especializado en la materia estos valores deberían ser utilizados para el cálculo de la energía que se espera sea generada por la instalación.

### 3. Temperaturas

Se presenta a continuación una tabla realizada a partir de los datos recogidos del observatorio sobre las temperaturas de en cada mes del año en la provincia de Soria:

|                  | tma            | tmma          | tmm           | Tm            | Tmm           | Tmma          | Tma           |
|------------------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Diciembre        | -12,800        | -6,940        | -1,107        | 3,660         | 7,836         | 15,100        | 19,800        |
| Enero            | -13,400        | -7,833        | -1,173        | 3,427         | 7,542         | 15,293        | 18,600        |
| Febrero          | -13,600        | -6,820        | -1,120        | 4,073         | 8,549         | 16,920        | 20,400        |
| <b>Invierno</b>  | <b>-13,600</b> | <b>-7,198</b> | <b>-1,133</b> | <b>3,720</b>  | <b>7,976</b>  | <b>15,771</b> | <b>20,400</b> |
| Marzo            | -12,800        | -4,947        | 1,233         | 6,967         | 12,021        | 20,827        | 24,000        |
| Abril            | -3,500         | -1,647        | 3,467         | 9,340         | 14,017        | 23,753        | 27,600        |
| Mayo             | -2,000         | 0,833         | 6,447         | 12,967        | 18,169        | 28,080        | 32,400        |
| <b>Primavera</b> | <b>-12,800</b> | <b>-1,920</b> | <b>3,716</b>  | <b>9,758</b>  | <b>14,356</b> | <b>24,200</b> | <b>32,400</b> |
| Junio            | 2,200          | 4,664         | 10,500        | 18,107        | 25,707        | 32,664        | 35,200        |
| Julio            | 4,400          | 7,007         | 12,171        | 20,400        | 28,607        | 34,493        | 36,000        |
| Agosto           | 4,800          | 7,527         | 12,173        | 20,340        | 26,754        | 34,760        | 36,800        |
| <b>Verano</b>    | <b>2,200</b>   | <b>6,399</b>  | <b>11,615</b> | <b>19,616</b> | <b>27,228</b> | <b>33,973</b> | <b>36,800</b> |
| Septiembre       | -1,200         | 3,140         | 9,207         | 16,687        | 22,542        | 30,553        | 34,000        |
| Octubre          | -3,800         | -0,460        | 6,140         | 12,200        | 16,974        | 25,273        | 29,800        |
| Noviembre        | -9,600         | -4,487        | 2,027         | 6,573         | 10,345        | 18,160        | 22,000        |
| <b>Otoño</b>     | <b>-9,600</b>  | <b>-0,602</b> | <b>5,791</b>  | <b>11,820</b> | <b>16,204</b> | <b>24,662</b> | <b>34,000</b> |
| <b>Anual</b>     | <b>-13,600</b> | <b>-0,302</b> | <b>4,997</b>  | <b>11,228</b> | <b>16,589</b> | <b>24,656</b> | <b>36,800</b> |

Tabla 4: Temperaturas a lo largo del año y por estaciones en la provincia de Soria (Fuente: Elaboración propia, datos recogidos de [datosclima.es](http://datosclima.es)-base de datos meteorológica).

Siendo:

- tma: temperatura mínima absoluta.
- tmma: temperatura media de las mínimas absolutas.
- tmm: temperatura media de las mínimas.
- Tm: temperatura media.
- Tmm: temperatura media de las máximas.
- Tmma: temperatura media de las máximas absolutas.
- Tma: temperatura máxima absoluta.

Se puede ver en el siguiente gráfico cómo varían las temperaturas a lo largo del año:

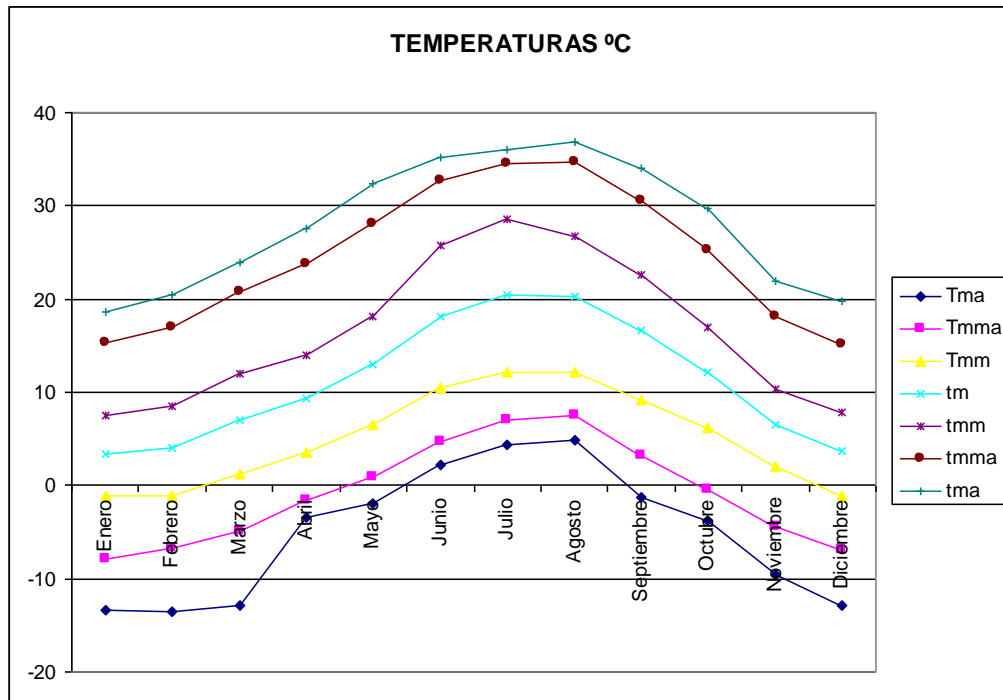


Gráfico 1: Variación de las temperaturas a lo largo del año en la Provincia de Soria (Fuente: Elaboración propia, datos recogidos de datosclima.es-base de datos meteorológica).

## 4. Precipitaciones

Es interesante conocer las precipitaciones del lugar para definir las acciones de mantenimiento, pues si llueve poco el clima será más desértico, lo que significa más polvo y más partículas suspendidas en el aire, con lo que el ensuciamiento será mayor. Para que los paneles funcionen en buenas condiciones deben encontrarse lo más limpios posibles, por lo que los trabajos de mantenimiento deberían incrementarse.

|                  | Precipitaciones media mensual (mm) | Precipitaciones máxima en un día (mm) | Nº mensual de días de lluvia |
|------------------|------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------|
| Diciembre        | 42,013                             | 34,00                                 | 9,86                         |
| Enero            | 43,913                             | 26,20                                 | 8,57                         |
| Febrero          | 39,24                              | 38,40                                 | 6,79                         |
| <b>Invierno</b>  | <b>125,166</b>                     | <b>38,40</b>                          | <b>8,405</b>                 |
| Marzo            | 45,42                              | 31,80                                 | 9,14                         |
| Abril            | 57,953                             | 28,40                                 | 12,21                        |
| Mayo             | 66,667                             | 36,10                                 | 12,36                        |
| <b>Primavera</b> | <b>170,04</b>                      | <b>36,10</b>                          | <b>11,238</b>                |
| Junio            | 37,943                             | 31,00                                 | 7,71                         |
| Julio            | 30,721                             | 40,20                                 | 5,21                         |
| Agosto           | 24,36                              | 27,60                                 | 5,93                         |
| <b>Verano</b>    | <b>93,024</b>                      | <b>40,20</b>                          | <b>6,288</b>                 |
| Septiembre       | 31,66                              | 35,40                                 | 8,79                         |
| Octubre          | 63,92                              | 32,80                                 | 12,79                        |
| Noviembre        | 50,953                             | 40,20                                 | 11,07                        |
| <b>Otoño</b>     | <b>146,533</b>                     | <b>40,20</b>                          | <b>10,879</b>                |
| <b>Anual</b>     | <b>534,763</b>                     | <b>40,20</b>                          | <b>9,202</b>                 |

*Tabla 5: Precipitaciones a lo largo del año y por estaciones en la provincia de Soria (Fuente: Elaboración propia, datos recogidos de datosclima.es-base de datos meteorológica).*

Se puede observar que las precipitaciones no son demasiado grandes, pero suficientes para reducir el mantenimiento de los paneles. En verano se deberá tener en cuenta que el régimen de lluvias disminuye notablemente.

## 5. Vientos

Es interesante conocer los vientos incidentes sobre la instalación para asegurar que la estructura que aguanta los módulos fotovoltaicos aguantará perfectamente en las condiciones del lugar.

En este caso se han analizado los vientos incidentes según su dirección y velocidad, haciendo las medias de todos los valores podemos observar la siguiente tabla, a partir de la cual se ha realizado la *Rosa de los Vientos* para este emplazamiento.

| Mes        | Dirección dominante | Media Km/h |
|------------|---------------------|------------|
| Enero      | WNW                 | 10,87      |
| Febrero    | N                   | 11,53      |
| Marzo      | WNW                 | 13,00      |
| Abril      | NNE                 | 12,93      |
| Mayo       | NE                  | 11,50      |
| Junio      | NE                  | 11,47      |
| Julio      | ENE                 | 11,15      |
| Agosto     | NE                  | 10,93      |
| Septiembre | NE                  | 9,73       |
| Octubre    | SSW                 | 9,73       |
| Noviembre  | WNW                 | 10,40      |
| Diciembre  | WSW                 | 10,50      |

*Tabla 6: Velocidad y dirección del viento a lo largo del año en la Provincia de Soria (Fuente: Elaboración propia, datos recogidos de datosclima.es-base de datos meteorológica).*

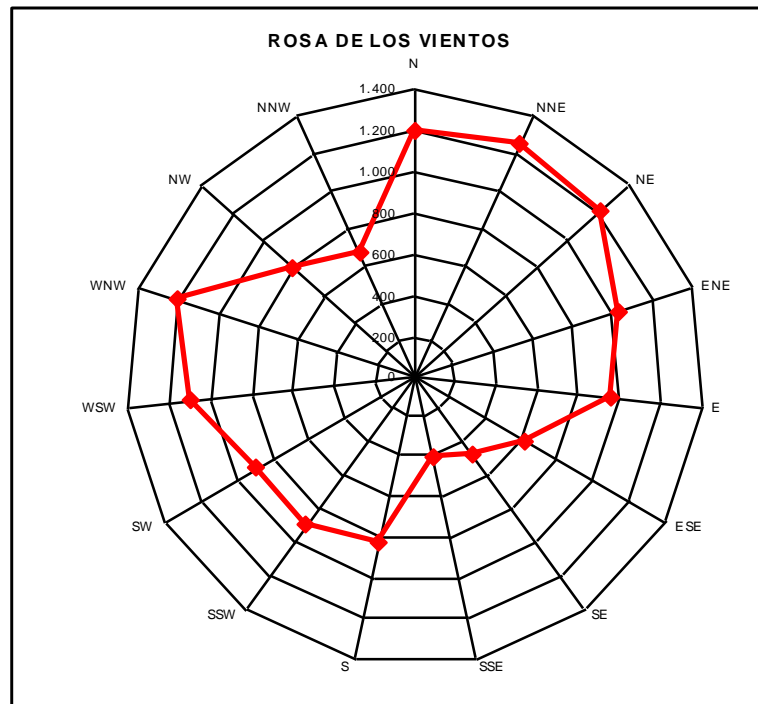


Gráfico 2: Rosa de los viento de la Provincia de Soria (Fuente: Elaboración propia, datos recogidos de datosclima.es-base de datos meteorológica).

## 6. Clasificación bioclimática UNESCO-FAO

La clasificación más interesante es la de la UNESCO-FAO, por su ámbito de aplicación y por su raciocinio a la hora de proponer las correspondientes clasificaciones.

- Mes cálido: Julio y Agosto
  - Periodo cálido: De Julio a Agosto
- Mes frío: No hay meses con temperatura media  $< 0$  °C
  - Periodo frío: No hay
- Mes seco: Julio, Agosto y Septiembre
  - Periodo seco: De Julio a Septiembre
- Mes húmedo: Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Octubre, Noviembre y Diciembre.
  - Periodo húmedo: De Octubre a Junio
- Mes subseco: Junio y Septiembre
  - Periodo subseco: Meses de Junio y Octubre, que anteceden y suceden al periodo seco

Como la temperatura media mensual siempre es superior a 0°C el clima es del grupo I "Climas, cálidos, templado cálidos y templados".

El mes más frío es Enero y su temperatura media es de 3,427 °C, por lo tanto se trata de un clima templado.

Como la temperatura media del mes más frío es superior a 3 °C se considera un invierno suave

## Diagrama ombrotérmico

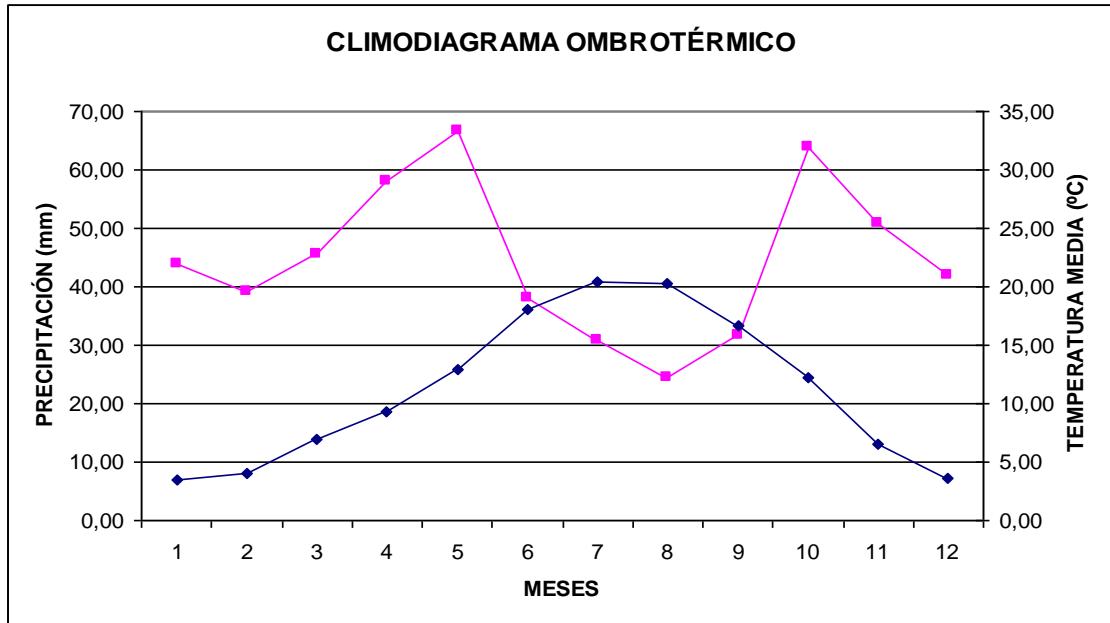


Gráfico 3: Diagrama ombrotérmico en la Provincia de Soria (Fuente: Elaboración propia, datos recogidos de [datosclima.es](http://datosclima.es)-base de datos meteorológica).

El diagrama ombrotérmico muestra es un diagrama comparativo entre precipitación y temperatura con respecto a los meses del año. Sirve para saber en qué momento habrá déficit de precipitaciones en un lugar.

En el caso presente es interesante conocerlo para formar un plan de mantenimiento del lugar a lo largo del año.

Según la clasificación de la UNESCO-FAO, como sólo hay un periodo de sequía, es un clima xérico.

Como el periodo seco es de tres meses y coinciden con la estación cálida de días más largos, se puede considerar que es un clima Mediterráneo.



## **ANEJO II**

# **MEMORIA DE CÁLCULOS**

### **ÍNDICE:**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN**
- 3. SOMBRAS Y DISTANCIA ENTRE PANELES**
- 4. DIMENSIONADO DE LA INSTALACIÓN**
- 5. CÁLCULO DE LA SECCIÓN DE LOS CABLES**
- 6. CÁLCULO DE PROTECCIONES**
- 7. PUESTA A TIERRA**
- 8. ESTRUCTURA SOPORTE**



# 1. Introducción

La tipología en la construcción del presente proyecto hace que no se consuma la energía generada, sino que se exporte la práctica totalidad a la Red Nacional. Esto hace que no se requiera de un estudio detallado de cargas a alimentar, el llamado balance energético. En consecuencia, el principal parámetro a estudiar será la energía de la que se dispone, haciendo un estudio de la radiación existente en el lugar y las posibles sombras sobre los paneles dependiendo de la época del año. Además se estudiará el ángulo de orientación óptimo, teniendo en cuenta el espacio del que se dispone en la finca, atendiendo a criterios económicos, técnicos y constructivos.

## 2. Orientación e inclinación

Los módulos fotovoltaicos se dispondrán de tal forma que queden alineados con la vertical Norte-Sur, orientados hacia el sur, o lo que es lo mismo, con un ángulo de azimut de  $0^{\circ}$ .

Para poder generar la máxima energía posible, los paneles deben estar orientados de la manera más perpendicular posible al ángulo de incidencia de los rayos solares. Por esto es necesario atender a las coordenadas del emplazamiento, cuanto más alejado del ecuador mayor será el ángulo de inclinación óptimo que en el presente emplazamiento está situado entre  $25$  y  $35^{\circ}$ .

En este caso los módulos se colocarán con una inclinación de  $30^{\circ}$ . Este ángulo será el factor del que dependa la distancia mínima que se debe dejar entre dos líneas de paneles para que no se den sombras de la primera línea sobre la segunda.

### 3. Sombras y distancia entre paneles

Ante una instalación de las características del presente proyecto es preciso realizar un estudio de las sombras que puedan interferir en el buen funcionamiento de los módulos. Para ello se debe hacer un diagrama de la posición del sol a lo largo del año con respecto al emplazamiento en cuestión, y a continuación sobreponer sobre esa imagen el diagrama del contorno de los edificios, árboles o potenciales obstáculos creadores de sombras que rodeen a la instalación.

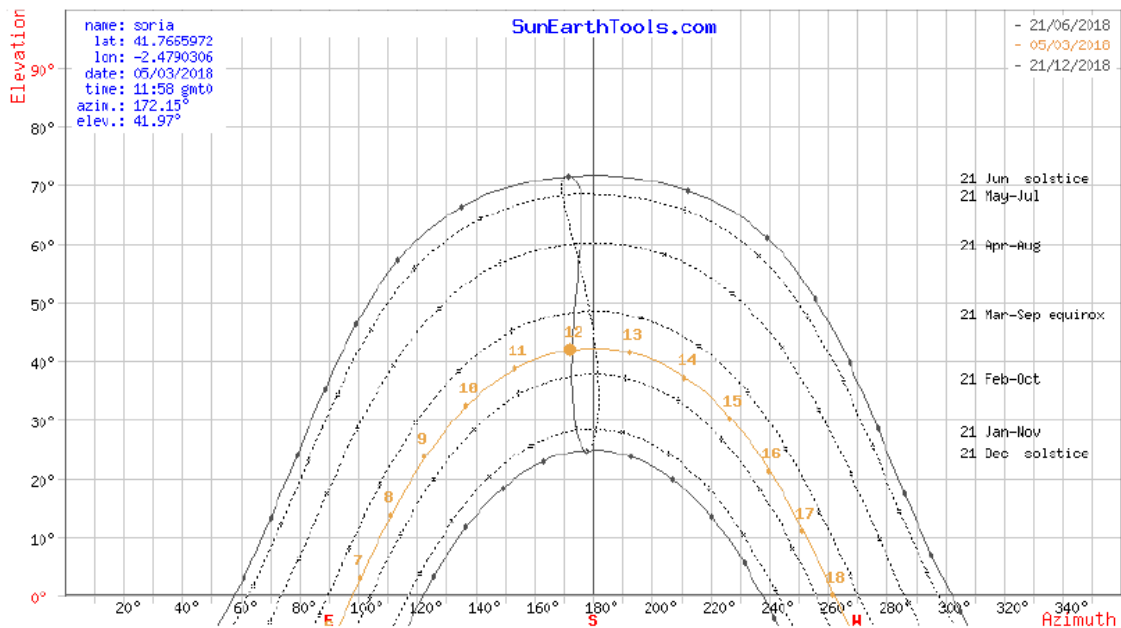


Gráfico 4: Posición del Sol a lo largo del año en la ubicación de la instalación, orientación Sur  
 (Fuente: SunEarthTools).

La imagen anterior muestra la posición del Sol en el cielo a lo largo del año en la ubicación de la instalación. Como se puede observar en los mapas del entorno del proyecto, en la dirección sur no hay ningún obstáculo que pueda provocar sombras, por lo que el único criterio de construcción a tener en cuenta será que las líneas los módulos fotovoltaicos se encuentren a una distancia mínima dependiendo del ángulo de inclinación y del ángulo de incidencia del sol.

Esta distancia se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$s = a \cdot \left( \cos \beta + \frac{\sin \beta}{\tan \beta_s} \right)$$

Siendo:

$a$  = Altura de la línea de módulos fotovoltaicos.

$\beta$  = Ángulo de inclinación de la línea de módulos.

$\beta_s$  = Ángulo de incidencia del sol.

El valor que se ha tomado para  $\beta_s$  ha sido de  $23^\circ$ , pues es el ángulo de incidencia del Sol en el mediodía en el día menos favorable, que en el hemisferio Norte se corresponde con el solsticio de invierno, 21 de Diciembre. A partir de este momento, los días se hacen más largos y la posición del Sol en el cielo aumenta hasta que llega el solsticio de verano y la tendencia es contraria.

Haciendo uso de la anterior fórmula y teniendo en cuenta que la configuración de paneles será 2V, con paneles que miden  $1956 \times 992 \times 40$ mm, queda una altura de 3920mm cada fila; además se ha de dejar una distancia entre los módulos de 25mm para su colocación, lo que se traduce en una distancia mínima entre paneles de:

$$S = 3937 \cdot \left( \cos 30 + \frac{\sin 30}{\tan 23} \right) = 8047 \text{ mm}$$

## 4. Dimensionado de la instalación

### 4.1. Número de módulos por serie

Para realizar los cálculos de dimensionamiento se deben atender a los parámetros eléctricos y físicos de los módulos fotovoltaicos y del inversor. Se presentan a continuación dos tablas con los parámetros que se tendrán en cuenta en los cálculos a realizar.

| Inversor     | INVERSOR DE 2,55 |
|--------------|------------------|
| Vmppt min    | 900 V            |
| Vmppt max    | 1300 V           |
| Voc          | 1500 V           |
| Imp          | 2823 A           |
| Icc          | 3600 A           |
| Sn out, 25°C | 2550 KVA/kW      |
| Sn out, 50°C | 2500 KVA/kW      |

Tabla 7: Datos técnicos de los inversores  
(Fuente: Elaboración propia).

| Módulo                     | BYD 340P6K-36         |
|----------------------------|-----------------------|
| Pmáx                       | 340 Wp                |
| Voc                        | 47,58 V               |
| Vmp                        | 37,53 V               |
| Vmax sistema               | 1500 V                |
| Isc                        | 9,47 A                |
| Imp                        | 9,06 A                |
| Coef. Voc                  | -0,31 %/ °C           |
| Coef. Icc                  | 0,07 %/°C             |
| Irradiancia STC            | 1000 W/m <sup>2</sup> |
| T <sup>a</sup> célula NOCT | 45 °C                 |

Tabla 8: Datos técnicos módulos fotovoltaicos  
(Fuente: elaboración propia).

El primer paso es calcular de cuantos módulos debe componerse cada serie y cuántas series deben conectarse a cada inversor. Como ya se ha comentado la solución que se ha adoptado para el presente proyecto consiste en recurrir a un container prefabricado en el que se incluyen dos inversores de 2,55 KVA y que soportan 1500V de tensión entrante en circuito abierto.

Para poder aprovechar los equipos al máximo, se deben conectar el máximo posible de módulos al mismo inversor, de forma que el parámetro limitante para este cálculo será la tensión que soporta el inversor proveniente de los módulos fotovoltaicos en las peores condiciones posibles (para los módulos). Para ello hay

que atender a las temperaturas máximas y mínimas de los registros meteorológicos durante el periodo productivo (en solar fotovoltaica se produce sólo de día, por lo que los mínimos a tener en cuenta no son las temperaturas nocturnas). Los valores tomados para estas temperaturas son (-10°C) para la temperatura ambiente mínima y 40°C para la máxima.

Para el cálculo del número óptimo de módulos se recurrirá a la siguiente tabla, en la que se prueban diferentes valores del voltaje resultante (Voc: voltaje a circuito abierto; Vmp: tensión máxima de funcionamiento) para distintas configuraciones, comprobando que se entra dentro del rango de funcionamiento del inversor tanto a temperaturas normales de funcionamiento como en condiciones adversas.

Las condiciones adversas consistirán en:

- Voltaje a la mínima temperatura: -10°C.
- Voltaje a la máxima temperatura que puede alcanzar la célula. Se calculará teniendo en cuenta la máxima temperatura (40°C) y la TONC de los módulos fotovoltaicos. La TONC es la Temperatura de Operación Nominal de la Célula, en el caso de los módulos BYD 340P6K-36 es de 45°C.

La máxima temperatura a la que se encontrará la célula se calculará con la siguiente fórmula:

$$T_{célula} = T_{ambiente} + \left( \frac{T_{noct} - 20}{800} \right) \cdot G$$

$$T_{célula} = 40^{\circ}\text{C} + \left( \frac{45^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C}}{800} \right) \cdot 1000 \text{ W/m}^2$$

$$T_{célula} = 71,25^{\circ}\text{C}$$

|           |                        | Nº módulos | 25   | 26   | 27   | 28   | 29   | 30    |
|-----------|------------------------|------------|------|------|------|------|------|-------|
| 340P6K-36 | Potencia por serie [W] |            | 8500 | 8840 | 9180 | 9520 | 9860 | 10200 |
|           | T [°C]                 |            |      |      |      |      |      |       |
| Voc [V]   | -10                    |            | 1319 | 1371 | 1424 | 1477 | 1530 | 1582  |
|           | 25                     |            | 1190 | 1237 | 1285 | 1332 | 1380 | 1427  |
| T [°C]    |                        |            |      |      |      |      |      |       |
| Vmpp [V]  | -10                    |            | 1040 | 1082 | 1123 | 1165 | 1206 | 1248  |
|           | 25                     |            | 938  | 976  | 1013 | 1051 | 1088 | 1126  |
|           | 48                     |            | 871  | 906  | 941  | 976  | 1010 | 1045  |
|           | 71                     |            | 804  | 836  | 868  | 900  | 932  | 964   |

Tabla 9: Cálculo del número de módulos por serie (Fuente: elaboración propia)

Los cálculos que se han realizado han sido los siguientes:

- 25°C es la temperatura de operación de los módulos, por lo que la tensión resultante es básicamente la multiplicación del número de módulos por la tensión que entrega cada uno.



- Cuando la temperatura no es la de operación nominal, las células funcionan con un voltaje que no es el nominal. El cálculo en estas temperaturas se hace con respecto al voltaje que entrega en condiciones nominales, añadiendo un término que depende de la temperatura y de un coeficiente característico del módulo fotovoltaico (Coef. Voc). Se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$V_T = V_{25^{\circ}C} + (V_{oc} \cdot \frac{Coef \cdot V_{oc}}{100} \cdot (T - 25^{\circ}C) \cdot n)$$

Siendo:

- $V_T$  = Tensión a la temperatura que se considere.
- $V_{25^{\circ}C}$  = Tensión a temperatura nominal.
- $V_{oc}$  = Tensión a circuito abierto.
- Coef.  $V_{oc}$  = Coeficiente de corrección de la tensión a circuito abierto con respecto a la temperatura.
- T = Temperatura a la que se quiere calcular la tensión generada por la línea de módulos.
- n = Número de módulos por serie.

En la tabla se han resaltado con color magenta intenso cuando la tensión generada sobrepasa a la que máxima soportada por el inversor y en color magenta suave cuando no llega a la mínima que le debe llegar para funcionar.

Se puede observar que el número óptimo de paneles es 28 por serie. Con 27 no se llegaría a la tensión mínima que acepta el inversor en condiciones de mucho calor y con 29 paneles en condiciones de mucho frío sobrepasaría el límite superior del inversor (1500 V).

## 4.2. Número de series por inversor

Para calcular el número de series por inversor se debe dividir la potencia soportada por el mismo entre la potencia entregada por la serie de paneles. Así se podrá calcular la intensidad de la corriente entregada y verificar si está dentro de los parámetros soportados por el inversor.

Para poder aprovechar al máximo la capacidad del inversor se va a llevar a cabo un sobredimensionamiento en el número de módulos por serie. En la siguiente tabla se muestran las series que deberían ir a cada inversor en función del número de módulos por serie y del sobredimensionamiento que se quiera realizar, verificándose en la tabla posterior que ese número de series por inversor concuerda con el rango de intensidades soportadas por el inversor.

|                               | Nº módulos | 25  | 26  | 27  | 28         | 29  | 30  |
|-------------------------------|------------|-----|-----|-----|------------|-----|-----|
| <b>Sobre-dimensionamiento</b> | 100,00 %   | 300 | 288 | 276 | 267        | 258 | 249 |
|                               | 110,00 %   | 330 | 315 | 303 | 294        | 282 | 273 |
|                               | 115,00 %   | 345 | 330 | 318 | 306        | 297 | 285 |
|                               | 120,00 %   | 360 | 345 | 333 | <b>321</b> | 309 | 300 |

Tabla 10: Número de series por inversor teniendo en cuenta sobredimensionamiento  
(Fuente: Elaboración propia).

En el presente proyecto se pretende llevar a cabo un sobredimensionamiento del 120%, de forma que se utilice al máximo la capacidad de los inversores. En la tabla anterior se puede observar que se deben poner alrededor de 321 series de 28 módulos cada una.

En la siguiente tabla se muestran los valores que tomará la intensidad en función del número de series por inversor y de la temperatura, que al igual que en el caso de la tensión será el factor limitante en la intensidad.

| Nº series                 | 200 | 250  | 300  | 320  | 350         |      |
|---------------------------|-----|------|------|------|-------------|------|
| <b>T [°C]</b>             |     |      |      |      |             |      |
| <b>I<sub>cc</sub> [A]</b> | 25  | 1894 | 2368 | 2841 | <b>3030</b> | 3315 |
|                           | 48  | 1924 | 2406 | 2887 | <b>3079</b> | 3368 |
|                           | 71  | 1955 | 2444 | 2933 | <b>3129</b> | 3422 |

Tabla 11: Comprobación de los parámetros del número de series por inversor  
(Fuente: Elaboración propia).

Los cálculos realizados han sido similares a los del número de módulos, en los que se comprobaba si la tensión que se generaba era soportada por el inversor. En este caso se comprueban los valores de la intensidad de la corriente.

Los cálculos han sido los siguientes:

- A 25°C el cálculo de la intensidad es solamente la multiplicación del número de series por la intensidad de cortocircuito de cada panel (I<sub>cc</sub>).
- Cuando la temperatura no es la de operación nominal el cálculo de la intensidad se hace añadiendo a la intensidad anterior un término dependiente de la temperatura y de un coeficiente característico del módulo fotovoltaico (Coef. I<sub>cc</sub>). La fórmula a utilizar es la siguiente:

$$I_T = I_{25^\circ\text{C}} + (I_{cc} \cdot \frac{\text{Coef. } I_{cc}}{100} \cdot (T - 25^\circ\text{C}) \cdot n)$$

Siendo:

- I<sub>T</sub> = Intensidad a la temperatura que se considere.
- I<sub>25°C</sub> = Intensidad a temperatura nominal.
- I<sub>cc</sub> = Intensidad de cortocircuito.

- Coef.  $I_{cc}$  = Coeficiente de corrección de la intensidad de cortocircuito con respecto a la temperatura.
- T: Temperatura a la que se quiere calcular la tensión generada por la línea de módulos.
- n: Número de series por inversor.

En la tabla se puede comprobar que los valores que toman las intensidades para las distintas temperaturas, cuando se conectan 28 módulos en cada serie y a cada inversor le llegan 320 series, se encuentran por debajo del valor de intensidad máxima del inversor (3600 A).

Con la finalidad de simplificar las operaciones de montaje y mantenimiento, los módulos de una serie se montarán sobre la misma estructura soporte. Esto, junto con que se colocarán dos módulos en vertical (como se ha comentado en el apartado de estudio de sombras), hace que se vaya a trabajar con mesas de 56 módulos fotovoltaicos, con dos series en cada mesa.

En cuanto a la manera de hacer llegar los cables desde cada serie hasta el inversor, no es viable la idea de llevarlos individualmente, por lo que se deben agrupar en cajas de conexión. Para que todas las líneas se encuentren lo más equilibradas posibles se ha optado por agrupar 16 series por cada caja de combinación, de forma que a cada inversor le llegarán 20 cables provenientes de 20 cajas en las que se agrupan 16 strings (series).

En el plano nº 4, "Distribución de mesas en cajas e inversor, etiquetado de series", puede observarse la configuración que se ha elegido para cada agrupación de mesas, con sus correspondientes cajas de combinación de series y el cableado de estas al inversor.

## 5. Cálculo de la sección de los cables

El cableado de la instalación se dividirá en cableado de baja tensión y cableado de media. El primero se compone del cableado de string, el cable que une cada una de las cajas de combinación con su correspondiente inversor y el que une estos con el transformador. El cableado de media tensión se compone de los cables que unen el transformador con las celdas de protección y estas con las estaciones de corte.

### 5.1. Cableado de baja tensión

Los cálculos relativos a la selección de los cables conductores en baja tensión deben realizarse de acuerdo a la normativa IEC, que consta de las siguientes normas:

- IEC 60228:20004- Conductores de cables aislados
- IEC 60364- Instalaciones eléctricas de baja tensión
- IEC 60287- Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.

Según estas normas, para la selección del cableado deben seguirse dos criterios que limitan la sección mínima a utilizar. Estos son el criterio de la máxima intensidad admisible y el criterio de la máxima tensión. A continuación se detallan los pasos seguidos y los parámetros considerados para la realización de los cálculos.

#### 5.1.1. Criterio de la máxima intensidad admisible

Aplicando los criterios de la norma IEC 60364 se obtiene la sección del cable en función del material del conductor, tipo de aislamiento, método de instalación, y aplicando los factores de corrección correspondientes.

La máxima intensidad admisible del cable queda definida por las siguientes fórmulas:

$$I_{admissible\ cable} = I_{cable\ tabulada} \cdot factores\ corrección$$

La máxima intensidad admisible del cable tiene que ser mayor que la intensidad que circula por el cable, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$I_{admissible\ cable} > I_{carga\ del\ cable}$$

El criterio seguido en todo el cableado DC de la planta ha sido el que muestra las fórmulas a continuación, dónde la intensidad de carga que circula por estos cables se calcula en función de 1,25 veces la intensidad de cortocircuito de los módulos. De esta forma el cableado DC queda dimensionado en función de la intensidad de cortocircuito en régimen permanente.

$$I_{\text{carga del cable string}} = 1,25 \cdot I_{\text{sc del módulo}}$$

$$I_{\text{carga del cable DC}} = 1,25 \cdot I_{\text{sc del módulo}} \cdot N^{\circ} \text{ Series en paralelo}$$

### 5.1.2. Criterio de la máxima caída de tensión admisible

Aplicando los criterios de la norma IEC 60228, según la sección, el material y clase de cada conductor, obtenemos la resistencia del conductor en corriente continua a 20°. Este valor se utiliza para obtener la resistencia del conductor a la temperatura correspondiente de funcionamiento.

Por aplicación de la norma IEC 60287, se obtiene la resistencia del conductor en corriente alterna a partir de la resistencia del conductor en corriente continua.

El criterio seguido para la selección de la sección del conductor es que la caída de tensión desde las series al inversor sea menor o igual a 1,5% y desde el inversor hasta el punto de conexión en la subestación de seccionamiento-corte de la planta 1,0%, siendo 0,5% la máxima caída de tensión en la parte de media tensión.

| Caída de tensión                                   |       |
|----------------------------------------------------|-------|
| Máxima caída de tensión en DC                      | 1,5 % |
| Máxima caída de tensión en AC:                     |       |
| • Entre inversor y subestación de seccionamiento   | 1,0 % |
| • Entre estaciones y subestación de seccionamiento | 0,5 % |

Tabla 12: Criterios para la caída de tensión máxima (Fuente: elaboración propia).

#### 5.1.2.1. Cálculo resistencia del conductor en corriente continua

La siguiente fórmula muestra el cálculo de la resistencia del conductor a la temperatura de 20°C.

$$R_{20} = R_t \cdot kT \cdot \frac{1000}{L}$$

Donde:

- $R_{20}$  = Resistencia del conductor a 20°C ( $\Omega/\text{km}$ )
- $R_t$  = Resistencia del conductor ( $\Omega$ )

- $kT$  = Es el factor de corrección por temperatura
- $L$  = Longitud del cable (m)

La resistencia del conductor a la temperatura de funcionamiento queda definida por la siguiente fórmula:

$$RTf = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (Tf - 20))$$

Donde:

- $RTf$  = Resistencia del conductor la temperatura de funcionamiento ( $\Omega/\text{km}$ ).
- $R_{20}$  = Resistencia del conductor a 20°C ( $\Omega/\text{km}$ ).
- $Tf$  = Temperatura de funcionamiento (°C).
- $\alpha$  = Coeficiente temperatura del conductor. (Al= 0,00403; Cu= 0,00393).

#### **5.1.2.2. Cálculo de la resistencia del conductor en corriente alterna**

La siguiente fórmula muestra el cálculo de la resistencia del conductor en corriente alterna a partir de la resistencia en corriente continua y de dos factores, proximidad y pelicular.

$$R_{AC} = R_{DC} \cdot (1 + y_s + y_p)$$

Donde:

- $R_{AC}$  = Resistencia del conductor en AC a la temperatura máxima de servicio ( $\Omega/\text{km}$ )
- $R_{DC}$  = Resistencia del conductor en DC a la temperatura máxima de servicio ( $\Omega/\text{km}$ )
- $y_s$  = Factor de efecto pelicular
- $y_p$  = Factor de efecto proximidad

### 5.1.2.3. Cálculo del factor de efecto pelicular

Por aplicación de las fórmulas y tablas de la norma IEC 60287 se obtiene el factor de efecto pelicular, descrito a continuación:

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}$$

Donde:

$$x_s^2 = \frac{8\pi f}{R_{DC}} \cdot 10^{-7} \cdot k_s$$

Donde:

- $f$  = Frecuencia de la corriente de alimentación (Hz)
- $k_s$  = Coeficiente tabulado en la norma.

### 5.1.2.4. Cálculo del factor de efecto proximidad

Por aplicación de las fórmulas y tablas de la norma IEC 60287 se obtiene el factor de efecto proximidad, descrito a continuación:

$$y_p = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4} \cdot \left(\frac{dc}{s}\right)^2 \cdot 2,9$$

Donde:

$$x_p^2 = \frac{8\pi f}{R_{DC}} \cdot 10^{-7} \cdot k_p$$

Donde:

- $dc$  = Diámetro del conductor (mm)
- $s$  = Distancia entre ejes de los conductores (mm)
- $k_p$  = Coeficiente tabulado en la norma.

### 5.1.2.5. Cálculo de la caída de tensión

Para el cálculo de la caída de tensión se aplica la siguiente fórmula:

$$\Delta U(\%) = \frac{RTf \cdot I}{V} \cdot 100$$

Donde:

- $RTf$  = Resistencia del conductor a la temperatura de funcionamiento ( $\Omega/\text{km}$ )
- $I$  = Intensidad (A)
- $V$  = Voltaje (V)

En el caso de la caída de tensión para el cableado de string se obtendrá la resistencia en DC a la temperatura de 90 °C y los valores de tensión e intensidad a aplicar son:

$$V = N^{\circ} \text{ M} \acute{o}d \text{ serie} \cdot V_{mpp} \text{ del m} \acute{o}dulo$$

$$I = I_{mpp} \text{ del m} \acute{o}dulo$$

En el caso de la caída de tensión para el cableado de DC se obtendrá la resistencia en DC a la temperatura de 90 °C y los valores de tensión e intensidad a aplicar son:

$$V = N^{\circ} \text{ M} \acute{o}d \text{ serie} \cdot V_{mpp} \text{ del m} \acute{o}dulo$$

$$I = N^{\circ} \text{ Series paralelo} \cdot I_{mpp} \text{ del m} \acute{o}dulo$$

En el caso de la caída de tensión entre el cableado del Inversor al transformador se obtendrá la resistencia en AC a la temperatura de 90 °C y los valores de tensión e intensidad a aplicar son:

$$V = \text{Tensi} \acute{o}n \text{ de salida del inversor}$$

$$I = \text{Intensidad de salida del inversor}$$

### 5.1.3. Condiciones iniciales del emplazamiento

Las condiciones iniciales consideradas para el emplazamiento de la planta son las siguientes:

| Condiciones iniciales emplazamiento |                             |
|-------------------------------------|-----------------------------|
| Temperatura del aire                | 45 °C                       |
| Temperatura del terreno             | 20 °C                       |
| Resistividad del terreno            | 500 $\Omega \cdot \text{m}$ |

Tabla 13: Condiciones del emplazamiento (Fuente: elaboración propia).



#### 5.1.4. Cableado de string

El cableado String se trata del cableado que une el final de las series de módulos con la caja de combinación de series.

El cableado será de Cobre clase 5-flexible, con aislamiento termoestable XLPE. El circuito de cada serie está formado por dos conductores unipolares.

El método de instalación del cableado de las series a la caja de combinación de series es bajo tubo enterrado. Este método de instalación corresponde con el método D1 de la norma.

| Cableado String                                                           |       |
|---------------------------------------------------------------------------|-------|
| Método de instalación                                                     | D1    |
| Material conductor                                                        | Cobre |
| Tipo de aislamiento                                                       | XLPE  |
| N.º de conductores cargados por circuito (incluyendo positivo y negativo) | 2     |
| Nº máx. de circuitos                                                      | 10    |

Tabla 14: Criterios de instalación del cableado de string  
(Fuente: elaboración propia).

##### 5.1.4.1. Factores de corrección considerados

De acuerdo con la norma IEC 60364 los factores de corrección aplicados son:

| Factores de corrección   | Tabla de la norma | Valor |
|--------------------------|-------------------|-------|
| Temperatura del terreno  | B.52.15           | 1     |
| Resistividad del terreno | B.52.16           | 1     |
| Factor de agrupamiento   | B.52.19           | 0,49  |

Tabla 15: Factores de corrección para el cableado de string  
(Fuente: Norma IEC 60364).

El factor de agrupamiento considerado se ha supuesto para todos los cables como el caso más desfavorable en el que irán 10 cables por el mismo tubo.

##### 5.1.4.2. Dimensionado del cableado de string

Teniendo todo lo anterior en cuenta se ha realizado unas tablas en las que se muestran todos los cables de string con sus longitudes medidas sobre plano, la sección de cada cable, la caída de tensión que admite, la intensidad máxima que circulara por él y la intensidad máxima corregida que aguanta el cable (será menos que la nominal porque no trabaja en las condiciones nominales).

| Cables de string, inversor 1 |              |                            |                                 |                |                                     |
|------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Cable                        | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Caída de tensión $\Delta U$ (%) | Isc * 1,25 (A) | Intensidad admisible, corregida (A) |
| I1.C1.S01                    | 45,71        | 6                          | 0,375 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S02                    | 45,71        | 6                          | 0,375 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S03                    | 37,19        | 6                          | 0,312 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S04                    | 37,19        | 6                          | 0,312 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S05                    | 31,16        | 6                          | 0,267 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S06                    | 31,16        | 6                          | 0,267 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S07                    | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S08                    | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S09                    | 41,23        | 6                          | 0,341 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S10                    | 41,23        | 6                          | 0,341 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S11                    | 13,13        | 6                          | 0,133 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S12                    | 13,13        | 6                          | 0,133 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C1.S13                    | 107,02       | 10                         | 0,479 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C1.S14                    | 107,02       | 10                         | 0,479 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C1.S15                    | 78,55        | 10                         | 0,357 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C1.S16                    | 78,55        | 10                         | 0,357 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C2.S01                    | 13,67        | 6                          | 0,137 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S02                    | 13,67        | 6                          | 0,137 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S03                    | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S04                    | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S05                    | 30,14        | 6                          | 0,259 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S06                    | 30,14        | 6                          | 0,259 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S07                    | 58,61        | 6                          | 0,470 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S08                    | 58,61        | 6                          | 0,470 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S09                    | 35,51        | 6                          | 0,299 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S10                    | 35,51        | 6                          | 0,299 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S11                    | 64,00        | 6                          | 0,510 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S12                    | 64,00        | 6                          | 0,510 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C2.S13                    | 92,51        | 10                         | 0,417 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C2.S14                    | 92,51        | 10                         | 0,417 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C2.S15                    | 120,98       | 10                         | 0,539 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C2.S16                    | 120,98       | 10                         | 0,539 %                         | 11,84          | 34,79                               |
| I1.C3.S01                    | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C3.S02                    | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C3.S03                    | 30,05        | 6                          | 0,259 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C3.S04                    | 30,05        | 6                          | 0,259 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C3.S05                    | 58,51        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C3.S06                    | 58,51        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I1.C3.S07                    | 86,98        | 6                          | 0,680 %                         | 11,84          | 25,97                               |

|           |        |    |         |       |       |
|-----------|--------|----|---------|-------|-------|
| I1.C3.S08 | 86,98  | 6  | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S09 | 115,47 | 6  | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S10 | 115,47 | 6  | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S11 | 15,44  | 6  | 0,151 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S12 | 15,44  | 6  | 0,151 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S13 | 43,93  | 6  | 0,361 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S14 | 43,93  | 6  | 0,361 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S15 | 72,37  | 6  | 0,572 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C3.S16 | 72,37  | 6  | 0,572 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S01 | 103,07 | 6  | 0,799 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S02 | 103,07 | 6  | 0,799 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S03 | 131,53 | 10 | 0,584 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C4.S04 | 131,53 | 10 | 0,584 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C4.S05 | 0,00   | 6  | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S06 | 0,00   | 6  | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S07 | 29,91  | 6  | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S08 | 29,91  | 6  | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S09 | 58,74  | 6  | 0,471 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S10 | 58,74  | 6  | 0,471 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S11 | 86,84  | 6  | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S12 | 86,84  | 6  | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S13 | 115,33 | 10 | 0,515 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C4.S14 | 115,33 | 10 | 0,515 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C4.S15 | 15,93  | 6  | 0,154 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C4.S16 | 15,93  | 6  | 0,154 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S01 | 29,53  | 6  | 0,255 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S02 | 29,53  | 6  | 0,255 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S03 | 57,98  | 6  | 0,465 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S04 | 57,98  | 6  | 0,465 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S05 | 86,45  | 6  | 0,676 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S06 | 86,45  | 6  | 0,676 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S07 | 114,99 | 10 | 0,514 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C5.S08 | 114,99 | 10 | 0,514 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C5.S09 | 42,51  | 6  | 0,351 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S10 | 42,51  | 6  | 0,351 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S11 | 70,98  | 6  | 0,562 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S12 | 70,98  | 6  | 0,562 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S13 | 99,44  | 6  | 0,772 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S14 | 99,44  | 6  | 0,772 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C5.S15 | 217,97 | 10 | 0,955 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C5.S16 | 217,97 | 10 | 0,955 % | 11,84 | 34,79 |
| I1.C6.S01 | 15,81  | 6  | 0,153 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S02 | 15,81  | 6  | 0,153 % | 11,84 | 25,97 |

|           |        |   |         |       |       |
|-----------|--------|---|---------|-------|-------|
| I1.C6.S03 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S04 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S05 | 29,54  | 6 | 0,255 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S06 | 29,54  | 6 | 0,255 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S07 | 57,98  | 6 | 0,465 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S08 | 57,98  | 6 | 0,465 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S09 | 86,47  | 6 | 0,676 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S10 | 86,47  | 6 | 0,676 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S11 | 114,19 | 6 | 0,881 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S12 | 114,19 | 6 | 0,881 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S13 | 12,69  | 6 | 0,130 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S14 | 12,69  | 6 | 0,130 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S15 | 41,15  | 6 | 0,341 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C6.S16 | 41,15  | 6 | 0,341 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S01 | 71,77  | 6 | 0,567 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S02 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S03 | 100,26 | 6 | 0,778 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S04 | 100,26 | 6 | 0,778 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S05 | 128,73 | 6 | 0,989 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S06 | 128,73 | 6 | 0,989 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S07 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S08 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S09 | 30,02  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S10 | 30,02  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S11 | 58,51  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S12 | 58,51  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S13 | 86,98  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S14 | 86,98  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S15 | 115,42 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C7.S16 | 115,42 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S01 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S02 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S03 | 30,01  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S04 | 30,01  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S05 | 58,45  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S06 | 58,45  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S07 | 86,94  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S08 | 86,94  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S09 | 115,43 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S10 | 115,43 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S11 | 11,68  | 6 | 0,123 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S12 | 11,68  | 6 | 0,123 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S13 | 40,15  | 6 | 0,333 % | 11,84 | 25,97 |

|            |        |   |         |       |       |
|------------|--------|---|---------|-------|-------|
| I1.C8.S14  | 40,15  | 6 | 0,333 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S15  | 68,61  | 6 | 0,544 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C8.S16  | 68,61  | 6 | 0,544 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S01  | 99,27  | 6 | 0,771 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S02  | 99,27  | 6 | 0,771 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S03  | 127,74 | 6 | 0,982 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S04  | 127,74 | 6 | 0,982 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S05  | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S06  | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S07  | 29,99  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S08  | 29,99  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S09  | 58,43  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S10  | 58,43  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S11  | 86,92  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S12  | 86,92  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S13  | 115,41 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S14  | 115,41 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S15  | 11,56  | 6 | 0,122 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C9.S16  | 11,56  | 6 | 0,122 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S01 | 42,49  | 6 | 0,351 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S02 | 42,49  | 6 | 0,351 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S03 | 70,85  | 6 | 0,561 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S04 | 70,85  | 6 | 0,561 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S05 | 99,36  | 6 | 0,772 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S06 | 99,36  | 6 | 0,772 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S07 | 127,82 | 6 | 0,982 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S08 | 127,82 | 6 | 0,982 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S09 | 30,08  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S10 | 30,08  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S11 | 58,54  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S12 | 58,54  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S13 | 87,01  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S14 | 87,01  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S15 | 115,43 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C10.S16 | 115,43 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S01 | 14,01  | 6 | 0,140 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S02 | 14,01  | 6 | 0,140 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S03 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S04 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S05 | 30,00  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S06 | 30,00  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S07 | 58,46  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S08 | 58,46  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |

|            |        |   |         |       |       |
|------------|--------|---|---------|-------|-------|
| I1.C11.S09 | 86,91  | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S10 | 86,91  | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S11 | 115,39 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S12 | 115,39 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S13 | 11,78  | 6 | 0,123 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S14 | 11,78  | 6 | 0,123 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S15 | 40,13  | 6 | 0,333 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C11.S16 | 40,13  | 6 | 0,333 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S01 | 71,20  | 6 | 0,563 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S02 | 71,20  | 6 | 0,563 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S03 | 99,71  | 6 | 0,774 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S04 | 99,71  | 6 | 0,774 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S05 | 128,17 | 6 | 0,985 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S06 | 128,17 | 6 | 0,985 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S07 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S08 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S09 | 29,99  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S10 | 29,99  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S11 | 58,48  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S12 | 58,48  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S13 | 86,95  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S14 | 86,95  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S15 | 115,40 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C12.S16 | 115,40 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S01 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S02 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S03 | 30,03  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S04 | 30,03  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S05 | 58,50  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S06 | 58,50  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S07 | 86,98  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S08 | 86,98  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S09 | 115,45 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S10 | 115,45 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S11 | 35,28  | 6 | 0,297 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S12 | 35,28  | 6 | 0,297 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S13 | 63,70  | 6 | 0,508 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S14 | 63,70  | 6 | 0,508 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S15 | 92,21  | 6 | 0,719 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C13.S16 | 92,21  | 6 | 0,719 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S01 | 99,99  | 6 | 0,776 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S02 | 99,99  | 6 | 0,776 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S03 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |

|            |        |   |          |       |       |
|------------|--------|---|----------|-------|-------|
| I1.C14.S04 | 0,00   | 6 | 0,036 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S05 | 30,07  | 6 | 0,259 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S06 | 30,07  | 6 | 0,259 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S07 | 58,51  | 6 | 0,469 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S08 | 58,51  | 6 | 0,469 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S09 | 87,00  | 6 | 0,680 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S10 | 87,00  | 6 | 0,680 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S11 | 12,35  | 6 | 0,128 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S12 | 12,35  | 6 | 0,128 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S13 | 40,82  | 6 | 0,338 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S14 | 40,82  | 6 | 0,338 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S15 | 69,29  | 6 | 0,549 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C14.S16 | 69,29  | 6 | 0,549 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S01 | 114,30 | 6 | 0,882 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S02 | 114,30 | 6 | 0,882 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S03 | 0,00   | 6 | 0,036 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S04 | 0,00   | 6 | 0,036 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S05 | 30,02  | 6 | 0,258 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S06 | 30,02  | 6 | 0,258 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S07 | 58,49  | 6 | 0,4697 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S08 | 58,49  | 6 | 0,469 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S09 | 86,95  | 6 | 0,680 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S10 | 86,95  | 6 | 0,680 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S11 | 11,01  | 6 | 0,118 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S12 | 11,01  | 6 | 0,118 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S13 | 39,50  | 6 | 0,329 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S14 | 39,50  | 6 | 0,329 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S15 | 67,94  | 6 | 0,539 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S16 | 67,94  | 6 | 0,539 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S01 | 98,81  | 6 | 0,768 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S02 | 98,81  | 6 | 0,768 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S03 | 0,00   | 6 | 0,036 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S04 | 0,00   | 6 | 0,036 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S05 | 30,01  | 6 | 0,258 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S06 | 30,01  | 6 | 0,258 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S07 | 58,47  | 6 | 0,469 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S08 | 58,47  | 6 | 0,469 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S09 | 86,94  | 6 | 0,680 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S10 | 86,94  | 6 | 0,680 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S11 | 10,91  | 6 | 0,117 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S12 | 10,91  | 6 | 0,117 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S13 | 39,38  | 6 | 0,328 %  | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S14 | 39,38  | 6 | 0,328 %  | 11,84 | 25,97 |



|            |       |   |         |       |       |
|------------|-------|---|---------|-------|-------|
| I1.C16.S15 | 67,82 | 6 | 0,538 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C16.S16 | 67,82 | 6 | 0,538 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S01 | 98,67 | 6 | 0,767 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S02 | 98,67 | 6 | 0,767 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S03 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S04 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S05 | 29,90 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S06 | 29,90 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S07 | 58,37 | 6 | 0,468 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S08 | 58,37 | 6 | 0,468 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S09 | 86,84 | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S10 | 86,84 | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S11 | 10,77 | 6 | 0,116 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S12 | 10,77 | 6 | 0,116 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S13 | 39,23 | 6 | 0,327 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S14 | 39,23 | 6 | 0,327 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S15 | 67,74 | 6 | 0,538 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S16 | 67,74 | 6 | 0,538 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S01 | 99,02 | 6 | 0,769 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S02 | 99,02 | 6 | 0,769 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S03 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S04 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S05 | 29,92 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S06 | 29,92 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S07 | 58,33 | 6 | 0,468 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S08 | 58,33 | 6 | 0,468 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S09 | 86,79 | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S10 | 86,79 | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S11 | 11,60 | 6 | 0,122 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S12 | 11,60 | 6 | 0,122 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S13 | 40,02 | 6 | 0,332 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S14 | 40,02 | 6 | 0,332 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S15 | 68,51 | 6 | 0,543 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C18.S16 | 68,51 | 6 | 0,543 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S01 | 99,59 | 6 | 0,773 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S02 | 99,59 | 6 | 0,773 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S03 | 86,96 | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S04 | 86,96 | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S05 | 58,49 | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S06 | 58,49 | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S07 | 30,07 | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S08 | 30,07 | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S09 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |



|            |       |   |         |       |       |
|------------|-------|---|---------|-------|-------|
| I1.C19.S10 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S11 | 13,20 | 6 | 0,134 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S12 | 13,20 | 6 | 0,134 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S13 | 41,67 | 6 | 0,345 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S14 | 41,67 | 6 | 0,345 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S15 | 70,15 | 6 | 0,555 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C19.S16 | 70,15 | 6 | 0,555 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S01 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S02 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S03 | 29,96 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S04 | 29,96 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S05 | 58,41 | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S06 | 58,41 | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S07 | 86,90 | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S08 | 86,90 | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S09 | 11,66 | 6 | 0,123 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S10 | 11,66 | 6 | 0,123 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S11 | 40,13 | 6 | 0,333 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S12 | 40,13 | 6 | 0,333 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S13 | 68,60 | 6 | 0,544 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S14 | 68,60 | 6 | 0,544 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S15 | 97,00 | 6 | 0,754 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C20.S16 | 97,00 | 6 | 0,754 % | 11,84 | 25,97 |

Tabla 16: Dimensionado del cableado de string del primer inversor (Fuente: elaboración propia).

| Cables de string 2 |              |                            |                                 |                |                                     |
|--------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Cable              | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Caída de tensión $\Delta U$ (%) | Isc * 1,25 (A) | Intensidad admisible, corregida (A) |
| I2.C1.S01          | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S02          | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S03          | 30,00        | 6                          | 0,258 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S04          | 30,00        | 6                          | 0,258 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S05          | 58,51        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S06          | 58,51        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S07          | 86,98        | 6                          | 0,680 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S08          | 86,98        | 6                          | 0,680 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S09          | 11,54        | 6                          | 0,122 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S10          | 11,54        | 6                          | 0,122 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S11          | 40,09        | 6                          | 0,333 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S12          | 40,09        | 6                          | 0,333 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S13          | 68,53        | 6                          | 0,543 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S14          | 68,53        | 6                          | 0,543 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S15          | 96,96        | 6                          | 0,754 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C1.S16          | 96,96        | 6                          | 0,754 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S01          | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S02          | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S03          | 30,09        | 6                          | 0,259 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S04          | 30,09        | 6                          | 0,259 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S05          | 58,53        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S06          | 58,53        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S07          | 87,00        | 6                          | 0,680 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S08          | 87,00        | 6                          | 0,680 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S09          | 12,72        | 6                          | 0,130 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S10          | 12,72        | 6                          | 0,130 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S11          | 41,21        | 6                          | 0,341 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S12          | 41,21        | 6                          | 0,341 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S13          | 69,67        | 6                          | 0,552 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S14          | 69,67        | 6                          | 0,552 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S15          | 97,74        | 6                          | 0,760 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C2.S16          | 97,74        | 6                          | 0,760 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S01          | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S02          | 0,00         | 6                          | 0,036 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S03          | 30,02        | 6                          | 0,258 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S04          | 30,02        | 6                          | 0,258 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S05          | 58,49        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S06          | 58,49        | 6                          | 0,469 %                         | 11,84          | 25,97                               |
| I2.C3.S07          | 86,95        | 6                          | 0,680 %                         | 11,84          | 25,97                               |

|           |        |   |         |       |       |
|-----------|--------|---|---------|-------|-------|
| I2.C3.S08 | 86,95  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S09 | 10,88  | 6 | 0,117%  | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S10 | 10,88  | 6 | 0,117 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S11 | 39,34  | 6 | 0,327 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S12 | 39,34  | 6 | 0,327 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S13 | 67,81  | 6 | 0,538 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S14 | 67,81  | 6 | 0,538 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S15 | 96,27  | 6 | 0,749 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C3.S16 | 96,27  | 6 | 0,749 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S01 | 23,06  | 6 | 0,207 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S02 | 23,06  | 6 | 0,207 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S03 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S04 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S05 | 30,04  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S06 | 30,04  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S07 | 58,51  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S08 | 58,51  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S09 | 67,02  | 6 | 0,532 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S10 | 67,02  | 6 | 0,532 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S11 | 35,89  | 6 | 0,302 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S12 | 35,89  | 6 | 0,302 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S13 | 65,99  | 6 | 0,525 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S14 | 65,99  | 6 | 0,525 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S15 | 94,38  | 6 | 0,735 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C4.S16 | 94,38  | 6 | 0,735 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S01 | 28,98  | 6 | 0,251 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S02 | 28,98  | 6 | 0,251 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S03 | 20,15  | 6 | 0,185 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S04 | 20,15  | 6 | 0,185 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S05 | 11,14  | 6 | 0,119 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S06 | 11,14  | 6 | 0,119 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S07 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S08 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S09 | 13,34  | 6 | 0,135 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S10 | 13,34  | 6 | 0,135 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S11 | 22,69  | 6 | 0,204 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S12 | 22,69  | 6 | 0,204 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S13 | 31,81  | 6 | 0,272 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S14 | 31,81  | 6 | 0,272 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S15 | 40,34  | 6 | 0,335 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C5.S16 | 40,34  | 6 | 0,335 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S01 | 143,88 | 6 | 1,101 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S02 | 143,88 | 6 | 1,101 % | 11,84 | 25,97 |

|           |        |   |         |       |       |
|-----------|--------|---|---------|-------|-------|
| I2.C6.S03 | 115,42 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S04 | 115,42 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S05 | 86,95  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S06 | 86,95  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S07 | 58,51  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S08 | 58,51  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S09 | 30,04  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S10 | 30,04  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S11 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S12 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S13 | 155,99 | 6 | 1,191 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S14 | 155,99 | 6 | 1,191 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S15 | 127,55 | 6 | 0,980 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C6.S16 | 127,55 | 6 | 0,980 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S01 | 86,94  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S02 | 86,94  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S03 | 58,47  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S04 | 58,47  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S05 | 29,98  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S06 | 29,98  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S07 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S08 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S09 | 155,89 | 6 | 1,190 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S10 | 155,89 | 6 | 1,190 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S11 | 127,43 | 6 | 0,979 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S12 | 127,43 | 6 | 0,979 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S13 | 98,96  | 6 | 0,769 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S14 | 98,96  | 6 | 0,769 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S15 | 70,50  | 6 | 0,558 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C7.S16 | 70,50  | 6 | 0,558 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S01 | 39,55  | 6 | 0,329 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S02 | 39,55  | 6 | 0,329 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S03 | 11,10  | 6 | 0,118 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S04 | 11,10  | 6 | 0,118 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S05 | 143,90 | 6 | 1,101 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S06 | 143,90 | 6 | 1,101 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S07 | 115,43 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S08 | 115,43 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S09 | 86,96  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S10 | 86,96  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S11 | 58,50  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S12 | 58,50  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S13 | 30,03  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |

|            |        |   |         |       |       |
|------------|--------|---|---------|-------|-------|
| I2.C8.S14  | 30,03  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S15  | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C8.S16  | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S01  | 144,03 | 6 | 1,102 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S02  | 144,03 | 6 | 1,102 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S03  | 115,59 | 6 | 0,892 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S04  | 115,59 | 6 | 0,892 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S05  | 87,10  | 6 | 0,681 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S06  | 87,10  | 6 | 0,681 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S07  | 58,65  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S08  | 58,65  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S09  | 30,21  | 6 | 0,260 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S10  | 30,21  | 6 | 0,260 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S11  | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S12  | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S13  | 156,39 | 6 | 1,194 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S14  | 156,39 | 6 | 1,194 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S15  | 129,11 | 6 | 0,992 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C9.S16  | 129,11 | 6 | 0,992 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S01 | 87,02  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S02 | 87,02  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S03 | 58,55  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S04 | 58,55  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S05 | 30,11  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S06 | 30,11  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S07 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S08 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S09 | 156,44 | 6 | 1,194 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S10 | 156,44 | 6 | 1,194 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S11 | 128,02 | 6 | 0,984 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S12 | 128,02 | 6 | 0,984 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S13 | 99,39  | 6 | 0,772 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S14 | 99,39  | 6 | 0,772 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S15 | 71,04  | 6 | 0,562 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C10.S16 | 71,04  | 6 | 0,562 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S01 | 49,00  | 6 | 0,399 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S02 | 49,00  | 6 | 0,399 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S03 | 20,53  | 6 | 0,188 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S04 | 20,53  | 6 | 0,188 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S05 | 115,31 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S06 | 115,31 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S07 | 86,85  | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S08 | 86,85  | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |

|            |        |   |         |       |       |
|------------|--------|---|---------|-------|-------|
| I2.C11.S09 | 58,38  | 6 | 0,468 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S10 | 58,38  | 6 | 0,468 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S11 | 29,92  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S12 | 29,92  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S13 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S14 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S15 | 143,78 | 6 | 1,100 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C11.S16 | 154,75 | 6 | 1,182 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S01 | 115,49 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S02 | 115,49 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S03 | 87,02  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S04 | 87,02  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S05 | 58,54  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S06 | 58,54  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S07 | 30,07  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S08 | 30,07  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S09 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S10 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S11 | 69,79  | 6 | 0,553 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S12 | 69,79  | 6 | 0,553 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S13 | 41,32  | 6 | 0,342 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S14 | 41,32  | 6 | 0,342 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S15 | 12,80  | 6 | 0,131 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C12.S16 | 12,80  | 6 | 0,131 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S01 | 129,77 | 6 | 0,997 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S02 | 129,77 | 6 | 0,997 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S03 | 101,30 | 6 | 0,786 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S04 | 101,30 | 6 | 0,786 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S05 | 115,47 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S06 | 115,47 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S07 | 87,00  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S08 | 87,00  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S09 | 58,54  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S10 | 58,54  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S11 | 30,09  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S12 | 30,09  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S13 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S14 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S15 | 158,21 | 6 | 1,207 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C13.S16 | 143,93 | 6 | 1,102 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S01 | 115,41 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S02 | 115,41 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S03 | 86,92  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |

|            |        |   |         |       |       |
|------------|--------|---|---------|-------|-------|
| I2.C14.S04 | 86,92  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S05 | 58,47  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S06 | 58,47  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S07 | 30,01  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S08 | 30,01  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S09 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S10 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S11 | 127,80 | 6 | 0,982 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S12 | 127,80 | 6 | 0,982 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S13 | 99,29  | 6 | 0,771 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S14 | 99,29  | 6 | 0,771 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S15 | 143,87 | 6 | 1,101 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C14.S16 | 156,24 | 6 | 1,193 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C15.S01 | 68,40  | 6 | 0,543 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S02 | 68,40  | 6 | 0,543 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S03 | 39,95  | 6 | 0,332 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S04 | 39,95  | 6 | 0,332 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S05 | 11,47  | 6 | 0,121 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S06 | 11,47  | 6 | 0,121 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S07 | 115,35 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S08 | 115,35 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S09 | 87,04  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S10 | 87,04  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S11 | 58,59  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S12 | 58,59  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S13 | 30,09  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S14 | 30,09  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S15 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C15.S16 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S01 | 153,82 | 6 | 1,175 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S02 | 143,99 | 6 | 1,102 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S03 | 115,48 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S04 | 115,48 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S05 | 87,02  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S06 | 87,02  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S07 | 58,55  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S08 | 58,55  | 6 | 0,470 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S09 | 30,11  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S10 | 30,11  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S11 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S12 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S13 | 42,28  | 6 | 0,349 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S14 | 42,28  | 6 | 0,349 % | 11,84 | 25,97 |



|            |        |   |         |       |       |
|------------|--------|---|---------|-------|-------|
| I2.C16.S15 | 13,89  | 6 | 0,139 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C16.S16 | 13,89  | 6 | 0,139 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C17.S01 | 125,35 | 6 | 0,964 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S02 | 125,35 | 6 | 0,964 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S03 | 96,76  | 6 | 0,752 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S04 | 96,76  | 6 | 0,752 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S05 | 68,42  | 6 | 0,543 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S06 | 68,42  | 6 | 0,543 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S07 | 115,40 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S08 | 115,40 | 6 | 0,890 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S09 | 86,93  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S10 | 86,93  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S11 | 58,47  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S12 | 58,47  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S13 | 30,00  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S14 | 30,00  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S15 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I1.C17.S16 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S01 | 115,45 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S02 | 115,45 | 6 | 0,891 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S03 | 86,98  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S04 | 86,98  | 6 | 0,680 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S05 | 58,52  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S06 | 58,52  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S07 | 30,07  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S08 | 30,07  | 6 | 0,259 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S09 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S10 | 0,00   | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S11 | 127,35 | 6 | 0,979 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S12 | 127,35 | 6 | 0,979 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S13 | 98,86  | 6 | 0,768 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S14 | 98,86  | 6 | 0,768 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S15 | 70,42  | 6 | 0,557 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C18.S16 | 70,42  | 6 | 0,557 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S01 | 40,94  | 6 | 0,339 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S02 | 40,94  | 6 | 0,339 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S03 | 12,46  | 6 | 0,128 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S04 | 12,46  | 6 | 0,128 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S05 | 86,90  | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S06 | 86,90  | 6 | 0,679 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S07 | 58,48  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S08 | 58,48  | 6 | 0,469 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S09 | 29,97  | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |



|            |       |   |         |       |       |
|------------|-------|---|---------|-------|-------|
| I2.C19.S10 | 29,97 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S11 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S12 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S13 | 71,28 | 6 | 0,564 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S14 | 71,28 | 6 | 0,564 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S15 | 42,84 | 6 | 0,353 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C19.S16 | 42,84 | 6 | 0,353 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S01 | 19,37 | 6 | 0,180 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S02 | 19,37 | 6 | 0,180 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S03 | 68,08 | 6 | 0,540 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S04 | 68,08 | 6 | 0,540 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S05 | 39,61 | 6 | 0,329 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S06 | 39,61 | 6 | 0,329 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S07 | 11,17 | 6 | 0,119 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S08 | 11,17 | 6 | 0,119 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S09 | 30,00 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S10 | 30,00 | 6 | 0,258 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S11 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S12 | 0,00  | 6 | 0,036 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S13 | 14,16 | 6 | 0,141 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S14 | 14,16 | 6 | 0,141 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S15 | 22,59 | 6 | 0,203 % | 11,84 | 25,97 |
| I2.C20.S16 | 22,59 | 6 | 0,203 % | 11,84 | 25,97 |

Tabla 17: Dimensionado del cableado de string del segundo inversor (Fuente: elaboración propia).

### 5.1.5. Cableado de los cables de DC

El cableado DC hace referencia al cableado que une las cajas de combinación de series con las cajas de agrupamiento DC boxes y con el inversor.

El cableado desde la caja de combinación de series hasta el inversor será de Aluminio clase 2, con aislamiento termoestable XLPE. El método de instalación será enterrado directamente para el tramo de cables desde las cajas de combinación de series hasta las cajas de agrupamiento DC. Este método corresponde con el método D2 de la norma.

| Cableado DC: De SCB a DCBox                                               |          |
|---------------------------------------------------------------------------|----------|
| Método de instalación                                                     | D2       |
| Material conductor                                                        | Aluminio |
| Tipo de aislamiento                                                       | XLPE     |
| N.º de conductores cargados por circuito (incluyendo positivo y negativo) | 2        |
| N.º máx. de circuitos                                                     | 2        |

Tabla 18: Definición de materiales y métodos de instalación de cableado DC (Fuente: Elaboración propia).

### 5.1.5.1. Factores de corrección considerados

De acuerdo con la norma IEC 60364 los factores de corrección aplicados son:

| Factores de corrección   | Tabla de la norma | Valor |
|--------------------------|-------------------|-------|
| Temperatura del terreno  | B.52.15           | 1     |
| Resistividad del terreno | B.52.16           | 1     |
| Factor de agrupamiento   | B.52.18           | 0,525 |

Tabla 19: Factores de corrección considerados en el cableado DC  
(Fuente: Norma IEC 60364).

El factor de agrupamiento considerado se ha calculado de acuerdo con lo siguiente:

Los cables se han dispuesto en la zanja en grupos de 4 cables, de forma que 2 circuitos están en contacto, y separados a su vez 12,5 cm del resto de agrupaciones.

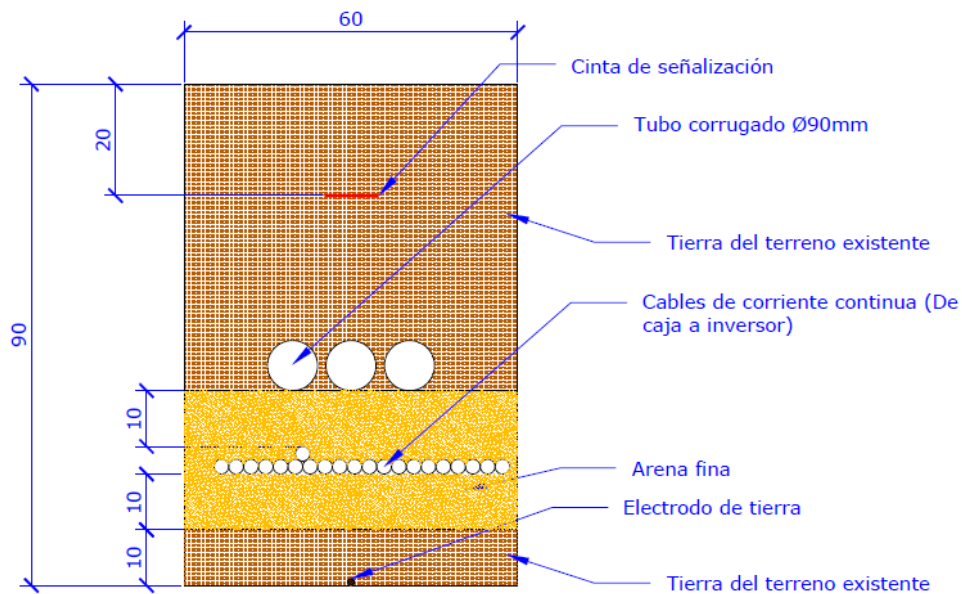


Imagen 10: Detalle de zanja (Fuente: Elaboración propia).

De esta forma los factores de corrección por agrupación considerados son:

- Dos circuitos en contacto  $\rightarrow f_1 = 0,75$
- Cuatro circuitos separados 0.125m  $\rightarrow f_2 = 0,70$

$$\text{Factor de agrupamiento} = f_1 \cdot f_2 = 0,525$$

En cuanto al método de instalación considerado para los cables desde la caja de combinación de series hasta el Inversor se trata del método D1, enterrado bajo tubo.

| <b>Cableado DC: de caja de combinación a Inversor</b>                            |          |
|----------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Método de instalación</b>                                                     | D1       |
| <b>Material conductor</b>                                                        | Aluminio |
| <b>Tipo de aislamiento</b>                                                       | XLPE     |
| <b>N.º de conductores cargados por circuito (incluyendo positivo y negativo)</b> | 4        |
| <b>N.º máx. de circuitos</b>                                                     | 2        |

Tabla 20: Criterios de instalación del cableado de DC (fuente: elaboración propia).

### 5.1.5.2. Factores de corrección aplicados

De acuerdo con la norma IEC 60364 los factores de corrección aplicados son:

| <b>Factores de corrección</b>   | <b>Tabla de la norma</b> | <b>Valor</b> |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Temperatura del terreno</b>  | B.52.15                  | 1            |
| <b>Resistividad del terreno</b> | B.52.16                  | 1            |
| <b>Factor de agrupamiento</b>   | B.52.19                  | 0,70         |

Tabla 21: Factores de corrección para el cableado de DC (Fuente: Norma IEC 60364).

El factor de agrupamiento considerado se ha calculado de acuerdo con lo siguiente:

De cada caja de agrupamiento saldrán 2 circuitos de dos cables por polo. Se ha tomado el valor del factor de corrección para 4 circuitos, de acuerdo con la NOTA 3 de la tabla.

### 5.1.5.3. Dimensionado de los cables de DC

Contando con todo lo anteriormente expuesto, se ha realizado la siguiente tabla, en la que se pueden observar los valores de longitud, sección, caída de tensión, intensidad máxima que pasará por el cable, e intensidad admisible corregida para cada cable, pudiendo comprobarse que es menor la que circula que la admitida en todos los casos. Se presenta además una columna adicional, la máxima caída de tensión en la línea, esta será la caída de tensión combinada del cable que une una caja con inversor y del cable de string que presente mayor caída de tensión en cada caja. Se puede comprobar que las caídas de tensión máximas de la línea son inferiores a 1,5% en todos los casos.

| Cables cajas-inversores |              |                            |                                 |                                         |                |                                     |
|-------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Cable                   | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Caída de tensión $\Delta U$ (%) | Máxima caída de tensión en la línea (%) | Isc * 1,25 (A) | Intensidad admisible, corregida (A) |
| I1.C1                   | 270,92       | 300                        | 0,995 %                         | 1,475 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I1.C2                   | 218,44       | 300                        | 0,806 %                         | 1,345 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I1.C3                   | 151,89       | 300                        | 0,566 %                         | 1,457 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I1.C4                   | 134,91       | 300                        | 0,504 %                         | 1,303 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I1.C5                   | 125,99       | 300                        | 0,472 %                         | 1,427 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I1.C6                   | 108,36       | 240                        | 0,511 %                         | 1,392 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C7                   | 90,49        | 240                        | 0,430 %                         | 1,419 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C8                   | 82,13        | 240                        | 0,393 %                         | 1,283 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C9                   | 65,08        | 240                        | 0,316 %                         | 1,297 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C10                  | 48,22        | 240                        | 0,240 %                         | 1,222 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C11                  | 39,78        | 240                        | 0,202 %                         | 1,092 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C12                  | 23,13        | 240                        | 0,126 %                         | 1,111 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C13                  | 14,19        | 240                        | 0,086 %                         | 0,977 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C14                  | 47,46        | 240                        | 0,236 %                         | 1,012 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C15                  | 30,79        | 240                        | 0,161 %                         | 1,043 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C16                  | 47,57        | 240                        | 0,237 %                         | 1,004 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C17                  | 64,31        | 240                        | 0,312 %                         | 1,079 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C18                  | 81,44        | 240                        | 0,389 %                         | 1,158 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C19                  | 98,89        | 240                        | 0,468 %                         | 1,241 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I1.C20                  | 107,50       | 240                        | 0,507 %                         | 1,261 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C1                   | 122,60       | 240                        | 0,575 %                         | 1,329 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C2                   | 140,04       | 240                        | 0,654 %                         | 1,413 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C3                   | 156,33       | 240                        | 0,727 %                         | 1,476 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C4                   | 172,97       | 300                        | 0,642 %                         | 1,377 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I2.C5                   | 126,68       | 240                        | 0,593 %                         | 0,928 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C6                   | 74,63        | 300                        | 0,287 %                         | 1,478 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I2.C7                   | 66,22        | 300                        | 0,257 %                         | 1,447 %                                 | 189,40         | 231,6                               |
| I2.C8                   | 49,55        | 240                        | 0,246 %                         | 1,347 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C9                   | 41,06        | 240                        | 0,207 %                         | 1,401 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C10                  | 33,18        | 240                        | 0,172 %                         | 1,366 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C11                  | 31,20        | 240                        | 0,163 %                         | 1,344 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C12                  | 20,63        | 240                        | 0,115 %                         | 1,006 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C13                  | 16,18        | 240                        | 0,095 %                         | 1,302 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C14                  | 24,92        | 240                        | 0,134 %                         | 1,327 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C15                  | 41,83        | 240                        | 0,211 %                         | 1,101 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C16                  | 50,25        | 240                        | 0,249 %                         | 1,423 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C17                  | 67,10        | 240                        | 0,325 %                         | 1,289 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C18                  | 75,19        | 240                        | 0,361 %                         | 1,041 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C19                  | 92,32        | 240                        | 0,438 %                         | 1,118 %                                 | 189,40         | 205,8                               |
| I2.C20                  | 117,28       | 240                        | 0,551 %                         | 1,091 %                                 | 189,40         | 205,8                               |

Tabla 22: Dimensionado del cableado de DC (Fuente: elaboración propia).

### 5.1.6. Cableado de AC

El cableado AC hace referencia al cableado que une el inversor con el devanado de baja tensión del transformador.

El cableado será de Aluminio clase 2 con aislamiento XLPE.

El método de instalación desde el inversor al transformador será en bandeja de escalera, correspondiente con el método F de la norma.

| Cableado AC                          |          |
|--------------------------------------|----------|
| Método de instalación                | F        |
| Material conductor                   | Aluminio |
| Tipo de aislamiento                  | XLPE     |
| N.º de conductores cargados por fase | 4        |
| N.º máx. de circuitos                | 1        |

Tabla 23: Definición de materiales y método de instalación de cableado AC  
(Fuente: Elaboración propia).

#### 5.1.6.1. Factores de corrección considerados

De acuerdo con la norma IEC 60364 los factores de corrección aplicados son:

| Factores de corrección | Tabla de la norma | Valor |
|------------------------|-------------------|-------|
| Temperatura ambiente   | B.52.14           | 0,87  |
| Factor de agrupamiento | B.52.17           | 0,80  |

Tabla 24: Factores de corrección aplicados en el cableado AC (Fuente: Norma IEC 60364).

En cuanto al factor de corrección por agrupamiento, de acuerdo con la tabla B.52.17 se aplica el factor de corrección para sistemas de bandeja en escalera, considerando el número de circuitos igual a 4.

### 5.1.6.2. Dimensionado del cableado AC

Con lo decretado por la norma y con los criterios y factores de corrección aplicados, se ha llevado a cabo la siguiente tabla en la que se puede ver el dimensionado de los cables que unen inversor y transformador. Este cálculo sirve como comprobación solamente, pues este cableado viene ya definido en el edificio prefabricado que se ha adquirido.

| Cable inversor-trafo |              |                            |                                 |                |                                     |
|----------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Cable                | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Caída de tensión $\Delta U(\%)$ | Isc * 1,25 (A) | Intensidad admisible, corregida (A) |
| I1-T                 | 4,00         | 240                        | 0,167 %                         | 2186,00        | 2343,00                             |
| I2-T                 | 4,00         | 240                        | 0,167 %                         | 2186,00        | 2343,00                             |

Tabla 25: Dimensionado del cableado AC (Fuente: Elaboración propia).

## 5.2. Cableado de media tensión

La normativa aplicada para el cálculo de la sección de cableado de media tensión es la norma IEC, haciendo uso de:

- IEC 60228:20004 - Conductores de cables aislados
- IEC 60287 - Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible
- IEC 60909 - Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna

Además, se ha seguido el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en las líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01-09.

Al igual que antes se siguen dos criterios para el cálculo de los conductores, el criterio de la máxima intensidad de cortocircuito admisible y el criterio de la máxima intensidad admisible.

### 5.2.1. Criterio de la máxima intensidad admisible

Por aplicación de la instrucción técnica ITC-LAT 06: "Líneas subterráneas con cables aislados" del Reglamento de líneas de alta tensión se obtiene la sección del cable en función del material del conductor, tipo de aislamiento, método de instalación, y aplicando los factores de corrección correspondientes.

La máxima intensidad admisible del cable queda definida por las siguientes fórmulas:

$$I_{\text{admisible cable}} = I_{\text{cable tabulada}} \cdot \text{factores corrección}$$

La máxima intensidad admisible del cable tiene que ser mayor que la intensidad que circula por el cable, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$I_{\text{admisible cable}} > I_{\text{carga de cable}}$$

## 5.2.2. Criterio de la máxima intensidad de cortocircuito admisible

### 5.2.2.1. Criterio de la máxima intensidad de cortocircuito admisible en DC

Todo el cableado de DC de la planta, el cual incluye cableado string y cableado DC, se ha dimensionado de forma que soporte 1,25 veces la intensidad de cortocircuito de los módulos en régimen permanente, tal y como se ha indicado anteriormente.

### 5.2.2.2. Criterio de la máxima intensidad de cortocircuito admisible en AC

Por aplicación del reglamento de líneas aéreas de alta tensión, y en específico la ITC06, se tiene la siguiente fórmula:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}}$$

Donde:

- $I_{cc}$  = Corriente de cortocircuito (A)
- $S$  = Sección del conductor ( $\text{mm}^2$ )
- $K$  = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- $t_{cc}$  = Duración del cortocircuito (s)

Los datos iniciales con los que se han efectuado los cálculos son los siguientes:

- Intensidad de cortocircuito más desfavorable.
- Tiempo de actuación de las protecciones 0,3 s.

### 5.2.3. Cálculo de corrientes de cortocircuito en AC

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito máximas y mínimas se ha tenido en cuenta los criterios descritos en la norma IEC 60909.

El procedimiento seguido ha sido el siguiente:

1. Cálculo de la tensión equivalente en el punto de defecto.
2. Determinación y suma de impedancias equivalentes aguas arriba del punto de defecto.
3. Cálculo de la corriente de cortocircuito inicial.

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito se ha tenido en cuenta los siguientes datos iniciales proporcionados por la compañía eléctrica en el punto de conexión:

| Datos iniciales                  |        |
|----------------------------------|--------|
| Potencia de cortocircuito        | 86 MVA |
| Tensión de la red                | 20 kV  |
| Longitud de la línea de conexión | 220 m  |

Tabla 26: Datos iniciales en el punto de conexión y línea de conexión (Fuente: Elaboración propia).

De acuerdo con la norma IEC 60909, para la obtención de la intensidad de cortocircuito se ha calculado el circuito de impedancias equivalentes en el punto del defecto.

$$I_{CC} = \frac{c \cdot \frac{U_{red}}{\sqrt{3}}}{\sum Z}$$

Donde:

- $c$  = Factor de tensión
- $U_{red}$  = Tensión nominal de la red (V)
- $I_{CC}$  = Corriente de cortocircuito (A)
- $S$  = Sección del conductor (mm<sup>2</sup>)
- $K$  = Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y final del cortocircuito.
- $t_{cc}$  = Duración del cortocircuito (s)
- $Z$  = Sumatorio de las impedancias equivalentes ( $\Omega$ )



### 5.2.3.1. Cálculo de impedancias equivalentes

#### 5.2.3.1.1. Cálculo de impedancia equivalente de red

Se utilizará la siguiente fórmula para el cálculo de la impedancia que supone la red con respecto a la instalación.

$$Z_{red} = 1,1 \cdot \frac{U^2}{S_{cc}}$$

Donde:

- $U$  = Tensión nominal de la red (kV)
- $S_{cc}$  = Potencia de cortocircuito de la red (kVA)

#### 5.2.3.1.2. Impedancia equivalente del circuito de media tensión

$$Z_{cable} = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Donde:

- $R$  = Resistencia del conductor ( $\Omega$ )
- $X_L$  = Reactancia del conductor ( $\Omega$ )

#### 5.2.3.1.3. Impedancia equivalente del transformador de potencia

$$Z_{trafo} = U_{cc} (\%) \cdot \frac{U^2}{S_N}$$

Donde:

- $U$  = Valor del devanado de alta tensión (kV)
- $S_N$  = Potencia nominal del transformador (kVA)
- $U_{cc}$  = Potencia de cortocircuito del transformador (%)

#### 5.2.4. Dimensionado del cableado de media tensión

Con todo lo anteriormente expuesto se ha realizado la siguiente tabla, en la que se presentan los valores de los cables de media tensión para los parámetros de sección, máxima caída de tensión, la caída máxima de tensión a lo largo de la línea, intensidad máxima que circulará por los cables y la intensidad que admiten los mismos corregida según los factores de corrección que se han elegido para el caso en particular.

| Cable trafo- subestación |              |                            |                                 |                                         |                |                                     |
|--------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| Cable                    | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Caída de tensión $\Delta U$ (%) | Máxima caída de tensión en la línea (%) | Isc * 1,25 (A) | Intensidad admisible, corregida (A) |
| T-S                      | 271,00       | 95                         | 0,144 %                         | 0,311 %                                 | 144,28         | 166,79                              |

Tabla 27: Dimensionado del cableado de media tensión (Fuente: Elaboración propia).

La caída máxima de tensión a lo largo de la línea consta de tres partes, y se calcula como la caída de tensión en la línea de media tensión en sí, añadiéndole las caídas que se dan en los cables que une inversores y transformador y éste con sus celdas de protección.

Se puede comprobar que la caída total de tensión desde los inversores hasta el centro de corte es menor al 1 %, y la caída de tensión en el lado de media tensión es menor al 0,5 %, por lo que los cables elegidos cumplen con las condiciones marcadas inicialmente.

## 6. Cálculo de protecciones

La normativa aplicada para la selección de las protecciones en baja tensión ha sido la siguiente:

- Guía técnica de aplicación de la ITCBT-22 del Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE 2460-4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de las medidas de protección. Sección 473: Protección contra las sobreintensidades.
- UNE 2460-4-43: Instalaciones eléctricas en edificios. Parte 4: Protección para garantizar la seguridad. Capítulo 47: Aplicación de las medidas de protección. Sección 434: Protección contra las corrientes de cortocircuito.

### 6.1. Cálculos y criterios de las protecciones en DC

La protección contra sobreintensidades en el cableado DC se realiza mediante fusibles, la selección del calibre de los mismos viene definida por las siguientes fórmulas:

$$I_b < I_n < I_Z$$

Donde:

- $I_b$  = Intensidad de carga del cable, es decir, intensidad que circula por el cable.
- $I_n$  = Intensidad nominal del fusible.
- $I_Z$  = Intensidad máxima admisible del cable.

Además, se tiene que cumplir la siguiente condición:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Donde:

- $I_f$  = Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección. Este parámetro queda tabulado por la tabla II de la norma.

#### 6.1.1. Protecciones del cableado string

En el caso del cableado de string, el amperaje de los fusibles instalados será de acuerdo con la recomendación del fabricante del módulo.

### 6.1.2. Protección del cableado DC

En el caso del cableado DC desde las cajas de combinación de series hasta las cajas de combinación y de éstas al inversor quedará definido en función de la corriente de cortocircuito en el punto más desfavorable, es decir, aguas abajo de la protección.

La curva de fusión de los fusibles seleccionados se trata de curvas tipo g, y se encuentran a la entrada de los inversores. Vienen ya dados por el fabricante.

## 6.2. Cálculos y criterios de las protecciones en AC

La protección elegida a la salida del inversor estará limitada por la intensidad de cortocircuito máxima en baja tensión aguas abajo de la protección, es decir, la intensidad de cortocircuito trifásica aguas abajo del interruptor automático del inversor.

Se tendrá que cumplir con las siguientes fórmulas:

*Poder de corte IA > Icc cortocircuito máxima*

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I}$$

Donde:

- $t$  = Duración del cortocircuito (s)
- $S$  = Sección (mm<sup>2</sup>)
- $I$  = Corriente de cortocircuito efectiva (A)
- $k$  = Constante que tabula de la norma.

La curva de los interruptores automáticos seleccionados es la curva tipo C.

### 6.3. Protecciones utilizadas

Las protecciones que se han considerado son las siguientes:

- Cables de string: El fabricante de los paneles solares asegura que el tipo de protección más conveniente es un fusible de 15 Amperios para cada línea. Por lo que cada caja de combinación de series dispondrá de 32 fusibles, dos para cada línea, uno para el polo positivo y otro para el polo negativo.
- Inversores en corriente continua: A cada inversor le llegan 20 circuitos, por lo que se dispone de 40 fusibles por inversor para proteger una línea en concreto. Estos están ya instalados por el fabricante.

- Inversores en corriente alterna: Cada inversor cuenta con un descargador de sobretensión en la parte de alterna y un interruptor magnetotérmico. También vienen instalados por el fabricante.
- Transformador: El transformador está conectado en la parte de media tensión a las celdas de protección del transformador y de línea. Dado que el edificio es una unidad compacta dada así por el fabricante, lleva todas las protecciones que han considerado necesarias.

Hay tres celdas de media tensión, dos de línea y una de protección para el transformador. Este último está conectado a su celda de protección y únicamente a una de línea. Esto es así porque el fabricante vende el producto así, pensando en una instalación más grande de forma que se conecte otro subcampo generador con el mismo edificio.

- Transformador de servicios auxiliares: Se conecta a un pequeño cuadro de baja tensión dentro de la caseta para alimentar luz, aire acondicionado y otros servicios auxiliares (SSAA) dentro del edificio.

## 7. Puesta a tierra

Se distinguirán tres tipos de toma de tierra diferentes en la instalación, la toma de tierra general, que será un conductor enterrado horizontalmente al que se conectarán física y eléctricamente todas las estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos y cualquier elemento por el que pase corriente eléctrica en general y en concreto se conectará aquí el varistor del neutro del transformador de potencia. La toma de tierra del centro de inversión se dispondrá como un anillo alrededor de éste y la toma de tierra del pararrayos que estará enterrada en profundidad.

Después de elegir el tipo de electrodo que más se ajusta a cada tipo de toma de tierra se debe comprobar que cualquier masa de la instalación no da tensiones superiores a 24V. Además se deben cumplir todas las especificaciones que se describen en la ITC-BT-18.

Teniendo en cuenta las recomendaciones dadas por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España en la NTP 271, se considerará una resistividad del terreno de 500  $\Omega \cdot m$ .

| Naturaleza del terreno                                           | Valor medio de la resistividad ( $\Omega \cdot m$ ) |
|------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos | 50                                                  |
| Terrenos cultivables poco fértiles, terraplenes                  | 500                                                 |
| Suelos pedregosos desnudos, arenas secas impermeables            | 3.000                                               |

Tabla 28: Valores medios de la resistividad del terreno dependiendo de la naturaleza (Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, NTP271).

### 7.1. Puesta de tierra general

La puesta de tierra general consta de dos partes, una son los cables que unen todos los módulos fotovoltaicos entre sí, este es un cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección aislado con XLPE y de color amarillo/verde a rayas. La otra parte es un conductor de cobre desnudo enterrado bajo la zanja a 0,8 metros de profundidad. Se ha considerado que este cable mide unos 1050 metros.

Se ha de comprobar que la resistencia que ofrece la red de tierras es menor que 10  $\Omega$ , para ello se hace uso de la siguiente fórmula por tratarse de un conductor enterrado en horizontal:

$$R = \frac{\rho}{\pi \times l} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l}{\sqrt{2 \cdot r \cdot h}} - 1 \right)$$

Siendo:

- $R$  = Resistencia de la puesta a tierra ( $\Omega$ ).
- $\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )
- $l$  = Longitud del cable conductor (m).
- $h$  = Profundidad (m).

Se ha supuesto el valor de  $500 \Omega \cdot m$  para la resistencia del terreno, aplicando las consideraciones antes indicadas y aplicando la anterior fórmula se obtiene que el valor de la resistencia de este conductor es de  $1,0186 \Omega$ , comprobando que es menor de  $10 \Omega$ .

## 7.2. Puesta a tierra del centro de inversión

La red de tierras de este centro se ha proyectado como un rectángulo de cobre desnudo enterrado que rodea al edificio, al que se ha unido una varilla de cobre para acabar de asegurar que se deriva a tierra toda sobretensión que pueda haber en los elementos metálicos de la estructura.

El valor de la resistencia de la pica será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto superior a  $24 V$ . Este circuito lleva una protección con interruptor diferencial de  $30 mA$  de sensibilidad. Según lo dispuesto por el ministerio, con tensión máxima de  $24 V$ , con estos interruptores la resistencia más desfavorables no puede ser superior a  $800 \Omega$ .

| Rt para UC máx. |                |
|-----------------|----------------|
| $I_{AN}$        | 24 V           |
| 10 mA           | 2.400 $\Omega$ |
| 30 mA           | 800 $\Omega$   |
| 0,3 A           | 80 $\Omega$    |

Tabla 29: Resistencia máxima de tierra para voltaje máximo de 24 V dependiendo de la intensidad del interruptor diferencial (Fuente: Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, NTP271).

El valor de  $800 \Omega$  también se puede calcular por la siguiente cuenta:  
 $R_{m\acute{a}x} = 24V/0,03 A = 800 \Omega$ .

En el caso de las picas la fórmula a utilizar para calcular la resistencia es:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{500}{3} = 166,66\Omega.$$

El número de picas necesario será:

$$n \geq \frac{166,66}{800} = 0,208$$

Esto quiere decir que hay que poner una única varilla para asegurar la instalación.

### 7.3. Puesta a tierra del pararrayos

Los pararrayos pueden conectarse a tierra de la misma manera que los demás, pero presentan el problema de la gran cantidad de energía a disipar. Si la profundidad a la que está enterrada la tierra no es suficiente se puede dar la posibilidad de que la energía eléctrica suba por otra toma de tierra diferente de las proximidades pudiendo dañar irreparablemente los equipos.

Esta puesta a tierra se hará a una profundidad de 40 metros, con los 20 primeros metros aislados y los siguientes 20 desnudos para que se la energía se disipe a profundidad suficiente.

Teniendo en cuenta que la resistividad del terreno disminuye de forma notable conforme aumenta la profundidad se considera que la resistencia que presenta es muy pequeña, lo que será más que suficiente para que la energía se derive por este cable.

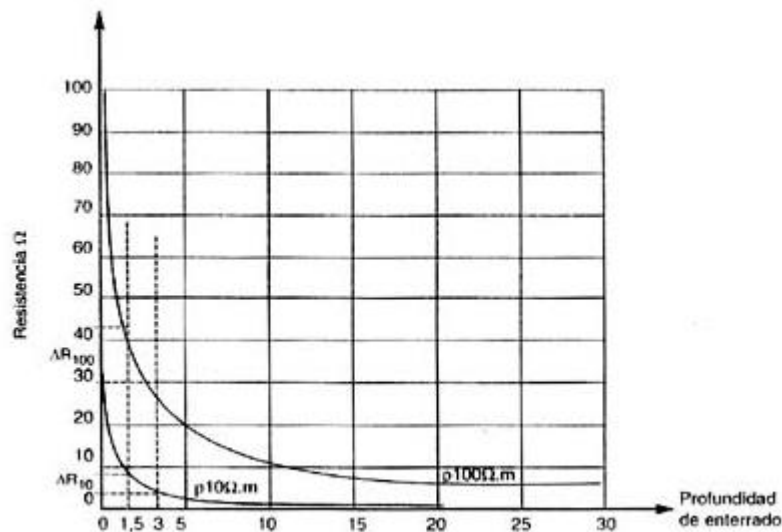


Imagen 11: Relación entre resistencia del terreno y profundidad  
(Fuente: Expo Eléctrica Canane).



## 8. Estructura soporte

Es uno de los elementos más importantes de la instalación fotovoltaica. Se encarga de sujetar los módulos y soportar las cargas mecánicas que puedan darse, así como dar una inclinación óptima a los mismos para que reciban el máximo posible de energías solar.

Las estructuras están formadas por las picas que se clavan en la tierra, el bastidor que sujetará los módulos, las grapas que se encargan de la sujeción, las correas, por las que circularán los diferentes cables por la parte posterior de la estructura para protegerlos de la radiación ultravioleta que pueda dañar los cables.

Para el anclaje y soporte de los paneles se ha de tener en cuenta el viento, elemento que en ciertos lugares puede ser determinante. Los fabricantes de estructuras tienen este factor en cuenta y comercializan estructuras que pueden soportar las cargas en lugares con más viento que el del presente proyecto.

El diseño de la estructura se ha previsto en base a su funcionalidad, facilidad de transporte, manipulación y colocación, ya que se trata de estructuras compuestas por diferentes componentes que se ensamblan en la misma instalación.

La estructura soporte debe estar homologada y aguantar una fuerza de viento de cómo mínimo 150 Km/h y debe estar conectada a la red de puesta a tierra para evitar posibles daños al personal.

Teniendo en cuenta que los módulos están orientados hacia el sur, la única dirección de viento que puede presentar un riesgo potencial es la que viene desde el Norte. Esto es así porque se ejerce una fuerza de tracción sobre la pica de la estructura que es más peligrosa que las fuerzas de compresión. Se puede observar en los datos climáticos que las rachas de viento en esta dirección en el emplazamiento son mucho menores que 150 Km/h por lo que no se debería tener problemas con la estructura.

La compañía suministradora aconseja que para mesas fotovoltaicas de 28 módulos de largo y 2 de ancho se claven las picas en el suelo a una profundidad de cómo mínimo 1,5 metros.



## **ANEJO III**

# **MEMORIA DE COMPONENTES Y EQUIPOS**

### **ÍNDICE:**

1. INTRODUCCIÓN
2. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS
3. CENTRO DE INVERSIÓN
4. ESTRUCTURA SOPORTE DE LAS PLACAS
5. CAJAS DE COMBINACIÓN DE SERIES
6. CABLEADO DE INTERCONEXIÓN
7. PUESTA A TIERRA
8. CENTRO DE MONITORIZACIÓN
9. CABLEADO DE MONITORIZACIÓN
10. CENTROS DE CORTE
11. PARARRAYOS
12. VALLADO
13. CÁMARAS DE SEGURIDAD
14. SENSORES DE MOVIMIENTO
15. PIRANÓMETROS
16. ANEMÓMETROS
17. VELETA
18. TUBOS DE PLÁSTICO CORRUGADO
19. MEMBRANA GEOTEXTIL



# 1. Introducción

En el presente anexo se indican los datos técnicos de los equipos y componentes en los que se ha basado el dimensionamiento de la instalación, siendo en ningún momento vinculante ni contractual. El promotor de la obra podrá adquirir los equipos que más le convengan siempre que presenten las mismas características básicas que aquí se presentan siempre que no sean limitantes en ningún sentido. Siempre que se lleve a cabo un cambio debe recibir el visto bueno por parte del técnico director de la obra.

Se presenta también un breve resumen de los componentes más importantes para la instalación como son los módulos fotovoltaicos y los inversores.

## 2. Módulos fotovoltaicos

Un módulo fotovoltaico es un conjunto de elementos menores llamados células, capaces de captar la energía proveniente del Sol y utilizarla en forma de electricidad. Estas células están unidas por un circuito eléctrico de configuración serie-paralelo determinada para que puedan circular los electrones excitados por la luz solar. La configuración exacta de las uniones se puede consultar en el plano nº 14, "Detalle de seriado de los módulos".



*Imagen 12: Foto de módulos fotovoltaicos  
(Fuente: Global Solare).*

Los módulos fotovoltaicos generan corriente continua (DC), esta se puede utilizar directamente por elementos que funcionen con la misma o bien convertirse a corriente alterna (AC) mediante un inversor eléctrico.

Dos o más módulos fotovoltaicos se pueden unir entre sí en serie o en paralelo para conformar un generador fotovoltaico que entregue la combinación de voltaje e intensidad requerida, siempre estando dentro de los parámetros de funcionamiento del inversor.

Para clasificar y poder comparar los módulos entre sí, se utiliza la potencia generada, mediante un parámetro estandarizado llamado Potencia Pico, que significa la potencia máxima que es capaz de entregar el módulo en unas condiciones de irradiancia y temperatura comunes a todos los fabricantes. Estos valores son de 1000 W/m<sup>2</sup> de irradiancia y 25 °C de temperatura. No obstante, a la hora de hacer los cálculos eléctricos debe tenerse en cuenta la potencia generada en condiciones nominales de funcionamiento, estas son las TONC, y varían según el módulo fotovoltaico.

El módulo cuenta con otros componentes destinados a darle consistencia y resistencia contra las inclemencias climáticas. Se pasa a continuación a hacer un breve resumen de dichos componentes siguiendo la sección transversal.

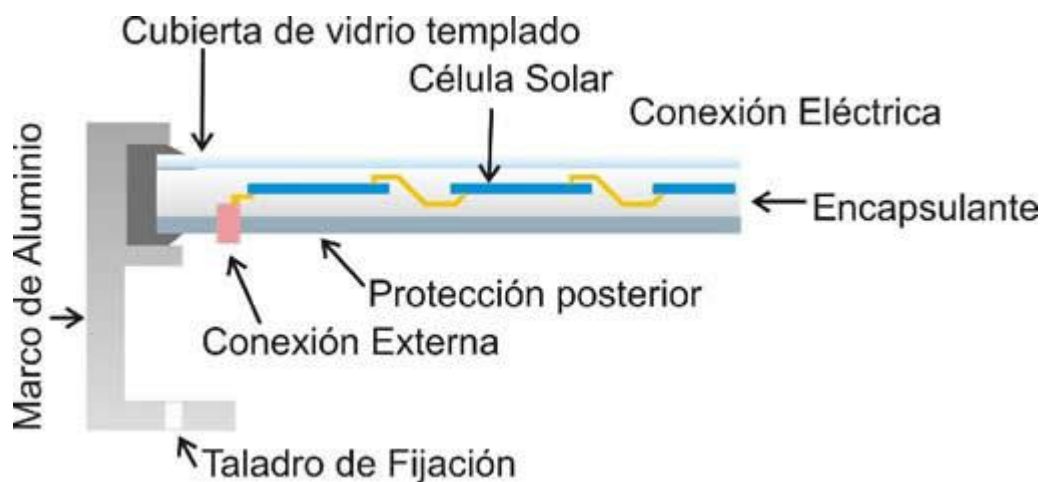


Imagen 13: Corte transversal de un módulo fotovoltaico (Fuente: Ineel.com).

- **Cubierta frontal:** Se suelen emplear materiales como acrílicos, polímeros o cristales. El material utilizado debe poseer una elevada transmisión en el rango de longitudes de onda que pueden ser aprovechados por la célula (entre 350 y 1200 nanómetros), así como una baja reflexión de la luz en la superficie frontal para que no reboten fotones aprovechables. Debe ser impermeable al agua por su exposición a la lluvia y resistente al impacto por la posibilidad de granizo. Debe presentar estabilidad estructural frente a la exposición a los elementos y rayos UV provenientes del Sol.
- **Encapsulante:** Se emplea un material conocido como EVA (etilen-vinil-acetato). Se usa para la adhesión de las células solares, superficie frontal y posterior del módulo. Las propiedades buscadas son impermeabilidad frente al agua y resistencia a fatiga y abrasión.
- **Cubierta posterior:** Se emplea una película de Tedlar adosada a toda la superficie posterior del módulo, aunque algunos módulos cuentan con una segunda capa de Tedlar y otro vidrio posterior.
- **Células fotovoltaicas:** Es el componente principal de los módulos fotovoltaicos. Son dos capas de semiconductores, responsables de crear la corriente de electrones. Estos semiconductores son dos capas viciadas, una tiene electrones de sobra, la otra huecos de sobra (tipos n y p respectivamente).

Esta unión de dos semiconductores con diferentes características es importante porque cuando un electrón absorbe energía y salta el gap energético, tiene un sitio fijo al que ir, de otra manera iría a un hueco aleatorio y no se crearía un campo eléctrico. Las cintas de interconexión eléctrica suelen ser de aluminio o acero inoxidable, y están soldadas de forma redundante, con dos conectores paralelos para aumentar la recolección de portadores en ambas caras de la célula.

Las células fotovoltaicas convierten energía en forma de luz en energía eléctrica. La relación entre la que convierten realmente y la energía incidente es un parámetro fundamental, que tiene el nombre de rendimiento fotovoltaico. Este factor en las células fotovoltaicas no es muy alto en condiciones de insolación perfecta (ronda el 20%). Por lo que el aumento del rendimiento fotovoltaico puede suponer que esta forma de producción de energía sea mucho más competitiva.

En el presente proyecto se hará uso de módulos fotovoltaicos del tipo BYD 340P6K-36. EL módulo que se escoja para la realización del proyecto debe cumplir los mismos parámetros para asegurar el buen funcionamiento en las condiciones que se han estudiado para este caso en especial.

Los parámetros más importantes a los que atender se presentan en la tabla siguiente, no obstante, si se precisara de más información, puede encontrarse en los catálogos del fabricante.

| <b>DATOS TÉCNICOS MÓDULO FOTOVOLTAICO</b>                           |                 |
|---------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Modelo Tipo</b>                                                  | BYD 360-P6-K    |
| <b>Potencia nominal máxima (P<sub>máx</sub>)(W<sub>p</sub>)</b>     | 340             |
| <b>Tensión en circuito abierto Voc (V)</b>                          | 47,58           |
| <b>Corriente de cortocircuito I<sub>sc</sub> (A)</b>                | 9,47            |
| <b>Tensión en el punto de P<sub>max</sub> V<sub>mpp</sub> (V)</b>   | 37,53           |
| <b>Corriente en el punto de P<sub>max</sub> I<sub>mpp</sub> (A)</b> | 9,06            |
| <b>Voc (%/°C)</b>                                                   | -0,31           |
| <b>ISC (%/°C)</b>                                                   | 0,07            |
| <b>Dimensiones (mm)</b>                                             | 1992 x 992 x 35 |
| <b>Eficiencia</b>                                                   | 18,30 %         |
| <b>Tipo de célula</b>                                               | Policristalina  |
| <b>CONDICIONES DE OPERACIÓN</b>                                     |                 |
| <b>Máxima tensión del sistema (V)</b>                               | 1500            |
| <b>NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)</b>                    | 45 ± 2 °C       |
| <b>Conectores compatibles</b>                                       | MC4             |

*Tabla 30: Datos técnicos de los módulos fotovoltaicos (Fuente: Catálogo BYD P6K-36 Series-4BB-156.75P).*

Un parámetro importante a tener en cuenta en el cálculo de la producción de la instalación es el rendimiento del módulo durante la vida estimada de la instalación que son 25 años. Según la ficha técnica del módulo, el primer año e asegura un 97,5 % de la potencia de salida nominal del módulo. Del segundo año al 24, la degradación anual no será mayor al 0,7 % y en el año 25, se asegura que la potencia de salida no será menor al 80,7 % de la nominal.



Los porcentajes asegurados son mayores en las células policristalinas, que las monocristalinas, una de las razones por las que se hace uso de esta tecnología.

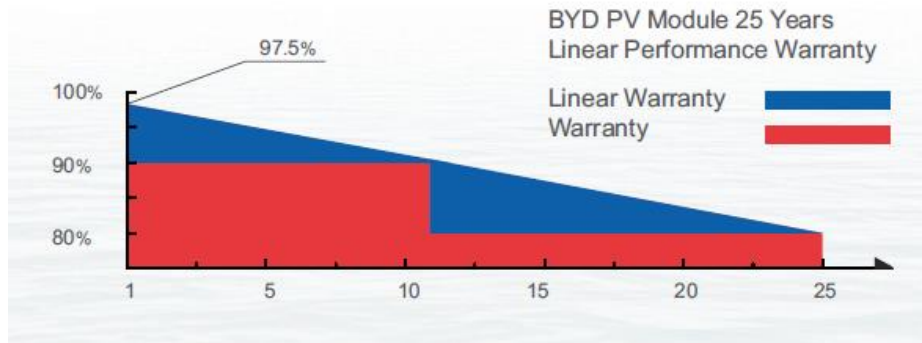


Imagen 14: Pérdida de rendimiento del módulo fotovoltaico a lo largo del tiempo (Fuente: Catálogo BYD P6K-36 Series-4BB-156.75P).

A continuación se muestra la gráficas de variación de corriente, tensión y potencia en función de distintos valores de radiación. A mayor radiación la corriente, tensión y potencia del módulo es mayor.

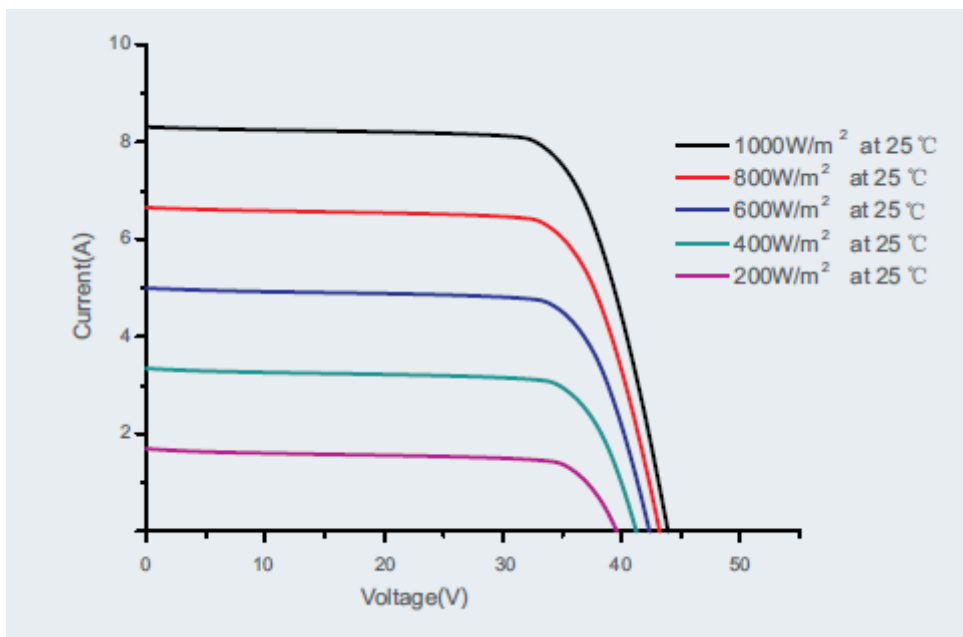


Imagen 15; Pérdida Voltaje e intensidad entregada por los módulos dependiendo de la radiación incidente (Fuente: Catálogo BYD P6K-36 Series-4BB-156.75P).

### 3. Centro de inversión

Se ha optado por la adquisición de un edificio prefabricado en el que se contará con todos elementos que se requieren para este fin. Con esto se consigue una notable reducción de la inversión a realizar.

En este edificio se contará con dos inversores, un transformador de potencia y un transformador de servicios auxiliares (SSAA), así como todas las protecciones que se necesiten y los medios para que funcionen en óptimas condiciones, como puede ser el aire acondicionado en el interior del edificio.

Dentro del centro de inversión se dispone de dos celdas de línea y una de protección. Esta última está destinada a proteger al transformador y las anteriores para proteger las correspondientes líneas, aunque en el presente proyecto solamente se utilizará una de estas. Esto es así porque el fabricante vende el edificio con todos estos elementos pensando en una instalación más grande, pero aun así es más económica esta opción que adquirir los equipos necesarios y el edificio de forma independiente.

Las características del edificio escogido son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS EDIFICIO DE INVERSIÓN |                    |
|--------------------------------------|--------------------|
| Modelo tipo                          | ORMAZABAL pfu.5    |
| Dimensiones(mm)                      | 6080 x 2380 x 3045 |
| Peso (Kg)                            | 17460              |

Tabla 31: Datos técnicos centro de inversión (Fuente: Instrucciones Generales, ORMAZABAL Versión IG-032-ES).

#### 3.1. Inversor

Es el dispositivo electrónico encargado de adaptar la corriente generada para su posible uso y/o para su inyección a red. La energía generada en la instalación será en corriente continua, por lo que habrá de ser transformada a corriente alterna para poder verterla a la red. Funciona de tal manera que monitorea los parámetros de la red a la vez que convierte a alterna la corriente que le llega en continua. Cuando los parámetros de la red son muy diferentes a los que se obtienen a la salida del inversor corta el suministro. Esto sirve para que no se creen armónicos, que pueden ser perjudiciales para muchos equipos. Debe pues, producir una baja distorsión armónica.

El inversor debe cumplir una serie de requisitos indispensables para el buen funcionamiento de toda la instalación. Debe tener una alta eficiencia por motivos obvios. Debe cumplir con los reglamentos de baja tensión. Debe estar correctamente protegido contra sobrecargas y cortocircuitos, así como disponer de un sistema de desconexión y rearme automáticos. Para no desconectarse de red innecesariamente frente a picos puntuales debe poder resistir sobrecargas de hasta el 150% de su potencia máxima nominal. Debe constar además de

aislamiento galvánico, equipos de medida y monitoreo. Es aconsejable además que consuma poca energía para su funcionamiento (la energía durante la producción la obtendrá de la generada por el campo fotovoltaico, pero por las noches y durante los días que no se produzca, por inclemencias del clima por ejemplo, debe extraer la energía de red para funcionar y cumplir su cometido de monitoreo de la red).

Los inversores vienen caracterizados por seis parámetros, a los que se atenderá a la hora de elegir el que mejor se adapte a la instalación. Estos parámetros son

- Características de entrada: tensión máxima de corriente continua.
- Características de salida: tensión eficaz de la corriente alterna de salida.
- Consumo en vacío: potencia consumida por el inversor cuando no se encuentra conectado a la carga.
- Eficiencia: relación entre potencia suministrada y consumida en condiciones nominales de funcionamiento. Suele estar comprendida entre 90 y 95%.
- Calidad de la corriente de salida: depende de la estabilidad en la tensión, frecuencia de salida y distorsión armónica.
- Tipo de corriente: monofásica o trifásica, Los de baja tensión suelen ser monofásicos y los de mayor potencia trifásicos.

El inversor debe constar de los siguientes elementos de protección:

- Sistema de corte automático con la red: Sirve para desconectar el campo fotovoltaico de la red en caso de que la tensión de la misma esté fuera del rango soportado por el sistema fotovoltaico.
- Protecciones contra cortocircuitos en el lado de alterna.
- Control de la tensión y frecuencia generadas. De esta forma se garantiza que se encuentra dentro de las tolerancias marcadas por la legislación existente.
- Protección contra sobreintensidades y perturbaciones de la red como pueden ser los armónicos, caídas bruscas de tensión o micro-cortes realizados por la empresa distribuidora.

| DATOS TÉCNICOS INVERSORES             |                           |
|---------------------------------------|---------------------------|
| Modelo Tipo                           | GAMESA E-2.25 MVA-SB-O-UL |
| Potencia de salida AC(50 °C) (Kwp)    | 2500                      |
| Potencia de salida AC (25 °C) (Kwp)   | 2550                      |
| Voltaje en circuito abierto Voc (V)   | 1500                      |
| MPPT Voltaje mínimo (V)               | 935                       |
| MPPT Voltaje máximo (V)               | 1250                      |
| Máxima corriente continua (A)         | 2823                      |
| Máxima corriente de cortocircuito (A) | 3600                      |
| Eficiencia máxima                     | 98,5 %                    |
| Peso (Kg)                             | 2000                      |
| Dimensiones (mm)                      | 3250 x 2200 x 1000        |
| Protección                            | IP54/NEMA3R               |
| Refrigeración                         | Aire forzado              |

Tabla 32: Datos técnicos de los inversores (Fuente: Catálogo GAMESA E-2.25 MVA-SB-O-UL).

### 3.2. Transformador

Es el elemento encargado de transformar la energía producida en baja tensión a media tensión para su transporte hasta la subestación y su posterior vertido a red.

El transformador cambia la intensidad y la tensión de la corriente eléctrica mediante procesos electromagnéticos, de forma que la potencia se mantenga constante y se cumpla siempre la igualdad  $P = V \cdot I$ .

Cuando le llega energía eléctrica con una gran intensidad y baja caída de tensión se encarga de aumentar esta y disminuir aquella manteniendo la potencia salvo por las pequeñas pérdidas eléctricas. Si no fuera así se necesitarían unos conductores demasiado grandes, pesados y caros para hacer circular la corriente (que sería muy grande).

Al transportar la corriente en media tensión se consigue una disminución del grosor de los cables y de la intensidad, y con ellos del efecto Joule, por el que se producen pequeños campos magnéticos dentro del conductor, que a su vez crean pequeñas corrientes en contra de la corriente principal, lo que se traduce en una disminución en la eficiencia y un aumento de la temperatura en el interior del conductor.

Los parámetros más característicos del transformador son:

- Tensión primaria: Es la tensión a la cual se debe alimentar el transformador, la tensión nominal ( $V_{1n}$ ) del bobinado primario.
- Tensión secundaria: Tensión nominal del segundo bobinado ( $V_{2n}$ ).
- Potencia nominal: Es la potencia aparente máxima que puede suministrar el bobinado secundario, se mide en KVA.
- Relación de transformación: Es el resultado de la división de la tensión nominal primaria entre la secundaria. Se expresa como Rt.
- Tensión de cortocircuito ( $V_{cc}$ ): es la tensión que se debe aplicar al bobinado primario para que, teniendo el secundario cortocircuitado, circule por él la intensidad secundaria nominal.

El transformador seleccionado está de acuerdo con la norma IEC60076 así como con toda la normativa aplicable a este tipo de equipos. Se presentan a continuación los datos más relevantes que debe cumplir el transformador que se escoja para la instalación:

| DATOS TÉCNICOS TRANSFORMADOR  |                  |
|-------------------------------|------------------|
| Modelo tipo                   | JEMA IFX6        |
| Tensión de entrada (V)        | 660              |
| Tensión de salida (V)         | 20.000           |
| Tipo de baño                  | Bañado en aceite |
| Potencia (KVA)                | 5.000            |
| Tipo de conexión              | Dyn11yn11        |
| Tipo de refrigeración         | ONAN             |
| Pérdidas máximas (a 75 °C)    | 7 %              |
| Rango de temperatura del aire | 0 °C a 45 °C     |

Tabla 33: Datos técnicos del transformador de potencia  
(Fuente: JEMA innovative energy).

### 3.3. Transformador de servicios auxiliares

El transformador de servicios auxiliares es el que se encarga de suministrar energía eléctrica a todo lo que requiera de esta en la instalación, como pueden ser las cámaras, el consumo de stand-by de los inversores, aire acondicionado, etc.

Las características de este transformador son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS TRANSFORMADOR DE SSAA |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Modelo tipo                          | ORMAZABAL Velatia MT/BT 25KVA |
| Potencia nominal (KVA)               | 25                            |
| Tensión primaria (KV)                | 20                            |
| Tensión secundaria en vacío (KV)     | 0,42                          |
| Grupo de conexión                    | Yzn11                         |
| Método de refrigeración              | ONAN                          |

Tabla 34: Datos técnicos transformador de SSAA (Fuente: Catálogo ORMAZABAL Velatia, Transformador de MT/BT 25KVA).

## 4. Estructura soporte de las placas

El bastidor es el encargado de sujetar y anclar debidamente los módulos fotovoltaicos. Los hay de muchos tipos y se venden de forma que se adquiere un kit completo para una instalación sencilla. En caso de que no se adquiriera el kit de montaje completo el operario deberá asegurarse de cumplir con toda la normativa vigente, sobre todo la respectiva al viento (se deben soportar como mínimo 150 km/h de velocidad de viento).



*Imagen 16: Estructura soporte monoposte (Fuente: NClave.com).*

Las estructuras pueden ser fijas o que permitan cierto giro de todo el módulo. Las últimas precisan de un equipo de seguimiento del Sol, mientras que en las primeras la colocación de la propia estructura es la que marca la inclinación de los módulos.

Se ha optado por una estructura fija para poder aprovechar al completo el espacio disponible en la finca y por facilidad de instalación.

Los cálculos, diseño, y fabricación de las estructuras deben estar con lo dispuesto en las normativas:

- EN 1993-1-1.
- AISI S-100.
- Protección contra la corrosión acorde con ISO 14713 C3.

| DATOS TÉCNICOS DE LA ESTRUCTURA |                           |                                           |
|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------|
| Tipo de estructura              | NCLAVE Monoposte          |                                           |
| Disposición de los módulos      | Dos en vertical           |                                           |
| Instalación                     | Directamente clavados     |                                           |
| Adaptación al terreno           | Pendientes de hasta 20 °  |                                           |
| Perfiles                        | Calidad                   | Acero de alta resistencia S275JR y S355JR |
|                                 | Tratamiento               | Acero galvanizado en caliente G-90        |
| Tornillería y tratamiento       | Grado 8.8/ZnNi + sellante |                                           |
| Fijación de los módulos         | Pinzas de aluminio        |                                           |
| Protección de la corrosión      | 20 años                   |                                           |

Tabla 35: Datos técnicos de la estructura soporte (Fuente: Catálogo NClave, Estructura soporte fija: monoposte y biposte).



## 5. Cajas de combinación de series

Las cajas de combinación son los elementos encargados de agrupar los cables de las series módulos fotovoltaicos para llevar la energía generada hasta el inversor. Deben estar correctamente protegidas contra choque eléctrico, sobreintensidades, etc.



Imagen 17: Caja de combinación (Fuente: Catálogo Weidmüller Samtar Level 1 Combiner Box).

Estos elementos se adquieren según las necesidades de la instalación. En la presente se ha decidido que a cada caja de interconexión lleguen 16 series, con una única salida, de esta forma se ahorra gran cantidad de cable, porque la sección que haría falta para llevar directamente desde cada serie de módulos hasta el inversor sería demasiado grande.

Las cajas de combinación deben cumplir las condiciones descritas en la norma IEC/EN 61439-2.

Se presentan a continuación las características de las cajas de interconexión tipo escogidas para este proyecto:

| DATOS TÉCNICOS CAJA DE COMBINACIÓN  |                                     |
|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Modelo tipo                         | Weidmüller<br>PV216S0F0V0O0T2P015ES |
| Dimensiones (mm)                    | 1035 x 835 x 300                    |
| Nº de circuitos de string entrantes | 16                                  |
| Nº de circuitos de salida           | 1                                   |
| Rango de temperaturas               | (-20) °C a 45 °C                    |
| Protección                          | IP65                                |
| Tensión nominal (Vn) (V)            | 1500                                |
| Intensidad nominal a 45°C (In) (A)  | 9,4                                 |

Tabla 36: Datos técnicos de las cajas de combinación (Fuente: Catálogo Weidmüller Samtar Level 1 Combiner Box).

## 6. Cableado de interconexión

El cableado que se va a utilizar se puede dividir en dos grupos bien diferenciados, el cableado de media tensión y el cableado de baja tensión. El cableado de baja tensión es el responsable de la interconexión entre los módulos, éstos con las cajas de interconexión y estas últimas con el edificio que contiene los inversores y el transformador. El cableado de media tensión unirá la salida del transformador con las casetas de corte y éstas con la subestación eléctrica.

Debido a las diferentes distancias a las que se encuentran los módulos de sus respectivas cajas, y éstas de la caseta central, debe hacerse un cuidadoso cálculo siguiendo lo marcado en las normas que se deben aplicar para asegurar que los cables elegidos cumplirán su función, pudiendo soportar la intensidad que circulará por ellos con una caída de tensión aceptable a lo largo del cable. Los cálculos realizados, las fórmulas utilizadas y las normas a cumplir se pueden consultar en el Anejo de cálculos, apartado de cálculo de la sección de los cables. La elección de cables se realizará según la norma UNE 20460-5-523:2004.

### 6.1. Cableado de baja tensión

#### 6.1.1. Cableado de string

Como se puede comprobar en el Anexo de Cálculos, a la hora de calcular la sección de los conductores de string no todos tienen la misma sección. Lo ideal sería que todos los cables fueran iguales, de forma que se simplifica la instalación y las posteriores operaciones de mantenimiento, pero hay en ocasiones que no es posible tener todos los cables de la misma sección, porque hay en algunos que la caída de tensión que se produce a lo largo de todo el cable es superior a la que se considera admisible.

Se utilizarán cables de 6 mm<sup>2</sup> de diámetro siempre que sea suficiente, pasando a secciones de 10 mm<sup>2</sup> cuando no sea factible el uso de la anterior.

Los cables seleccionados deben agrupar una serie de características como son:

- Resistencia a los rayos ultravioletas.
- Resistencia al ozono.
- Resistencia a temperaturas extremas.
- Alta vida útil (30 años).
- Resistencia al impacto.
- Resistencia a la abrasión.

Los cables que se seleccionen deben estar de acuerdo a lo marcado en la norma EN50618, y deben tener las siguientes características:

| <b>DATOS TÉCNICOS CABLEADO DE BAJA TENSIÓN (6 mm<sup>2</sup>)</b> |                                             |
|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Modelo tipo</b>                                                | EXZHELLENT H1Z2Z2-K 1,8 kV<br>DC-06/1 kV AC |
| <b>Código general del cable (mm<sup>2</sup>)</b>                  | 1643109                                     |
| <b>Sección</b>                                                    | 1 x 6                                       |
| <b>Diámetro exterior (mm)</b>                                     | 6,6                                         |
| <b>Aislamiento</b>                                                | XLPE                                        |
| <b>Peso (Kg/Km)</b>                                               | 84                                          |
| <b>Radio mínimo de curvatura (mm)</b>                             | 27                                          |
| <b>Intensidad admisible al aire (A)</b>                           | 70                                          |
| <b>Caída de tensión en DC (V/A-Km)</b>                            | 9,445                                       |
| <b>R.c.c. a 20 °C (Ω/Km)</b>                                      | 3,39                                        |

Tabla 37: Datos técnicos del cableado de string de 6 mm<sup>2</sup> (Fuente: Catálogo Exzhellent class solar H1Z2Z2-K 1,8kV DC-06/1kV AC).

| <b>DATOS TÉCNICOS CABLEADO DE BAJA TENSIÓN (10 mm<sup>2</sup>)</b> |                                             |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| <b>Modelo tipo</b>                                                 | EXZHELLENT H1Z2Z2-K 1,8 kV<br>DC-06/1 kV AC |
| <b>Código general del cable (mm<sup>2</sup>)</b>                   | 1643110                                     |
| <b>Sección</b>                                                     | 1 x 10                                      |
| <b>Diámetro exterior (mm)</b>                                      | 8                                           |
| <b>Aislamiento</b>                                                 | XLPE                                        |
| <b>Peso (Kg/Km)</b>                                                | 135                                         |
| <b>Radio mínimo de curvatura (mm)</b>                              | 32                                          |
| <b>Intensidad admisible al aire (A)</b>                            | 1,95                                        |
| <b>Caída de tensión en DC (V/A-Km)</b>                             | 96                                          |
| <b>R.c.c. a 20 °C (Ω/Km)</b>                                       | 5,433                                       |

Tabla 38: Datos técnicos del cableado de string de 10 mm<sup>2</sup> (Fuente: Catálogo Exzhellent class solar H1Z2Z2-K 1,8kV DC-06/1kV AC).

### 6.1.2. Cableado de DC

El cableado de DC deberá estar diseñado de acuerdo con las normas UNE-HD 6023-5N/NFC32-321. Y debe cumplir las especificaciones sobre resistencia a incendios presentes en las normas UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1 sobre la no propagación de la llama.

Lo ideal, como siempre sería tener todos los cables iguales, con la misma sección e iguales características, pero hay casos en los que no es posible. En el Anexo Cálculos se puede comprobar que hay en algunos cables de DC en los que es necesario utilizar un cable de 300 mm<sup>2</sup> en vez de 240 mm<sup>2</sup> por que la caída de tensión que se produciría con este último sería más de la que se puede permitir.

Los dos tipos de cableado son los siguientes:

| DATOS TÉCNICOS CABLEADO DC 240 mm <sup>2</sup> |                                              |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Modelo Tipo                                    | KERSTING 240 mm <sup>2</sup> /alum enterrado |
| Calibre (AWG/MCM)                              | 500                                          |
| Sección (mm)                                   | 240                                          |
| Voltaje (V)                                    | 600                                          |
| Resistencia a 20 °C (Ω/Km)                     | 0,125                                        |
| Tmax de trabajo (°C)                           | 90                                           |
| Material conductor                             | Aluminio                                     |
| Material aislante                              | XLPE                                         |
| Material de envoltura                          | PVC                                          |
| Peso (Kg/Km)                                   | 964                                          |

Tabla 39: Datos técnicos cableado de DC (Fuente: Kersting iluminación y energía. Catálogo, cable de aluminio enterrado de 240 mm<sup>2</sup>. Código 4273240).

| DATOS TÉCNICOS CABLEADO DC 300 mm <sup>2</sup> |                                              |
|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Modelo Tipo                                    | KERSTING 300 mm <sup>2</sup> /alum enterrado |
| Calibre (mm)                                   | 27,5                                         |
| Sección (mm <sup>2</sup> )                     | 300                                          |
| Voltaje (V)                                    | 600                                          |
| Intensidad al aire a 40 °C (A)                 | 455                                          |
| Intensidad enterrado a 25 °C (A)               | 385                                          |
| Material conductor                             | Aluminio                                     |
| Material aislante                              | XLPE                                         |
| Material de envoltura                          | PVC                                          |
| Peso (Kg/Km)                                   | 1111                                         |

Tabla 40: Datos técnicos cableado de DC (Fuente: Kersting iluminación y energía. Catálogo, cable de aluminio enterrado de 240 mm<sup>2</sup>. Código 4273242).

## 6.2. Cableado de media tensión

El cableado de media tensión escogido es de aluminio clase 2 según IEC 60228, con pantalla sobre el conductor y el semiconductor extruido. Los hilos serán de cobre y el aislamiento de polietileno reticulado tipo XLPE, siendo la cubierta externa de Polietileno (PE).

El cableado debe ser resistente a la abrasión y al desgarramiento y deben tener fácil deslizamiento. Así mismo deben cumplir lo dispuesto en las leyes IEC 60754-1 e IEC 60754-2 respecto a la reacción al fuego.

Los cables elegidos tienen las siguientes características:

| DATOS TÉCNICOS CABLEADO DE MEDIA TENSIÓN    |                                     |
|---------------------------------------------|-------------------------------------|
| Modelo tipo                                 | HERSATENE RHZ1-OL H16 12/20 (24 kV) |
| Código general del cable (mm <sup>2</sup> ) | 1282116                             |
| Sección                                     | 3 x 95                              |
| Conductor                                   | Aluminio                            |
| Aislante                                    | XLPE                                |
| Diámetro sobre aislamiento (MM)             | 23,1                                |
| Diámetro exterior (mm)                      | 31,8                                |
| Peso (Kg/Km)                                | 1035                                |
| Radio mínimo de curvatura (mm)              | 475                                 |
| Intensidad admisible al aire (A)            | 255                                 |
| Intensidad admisible enterrado (A)          | 205                                 |
| R.c.c. a 20 °C (Ω/Km)                       | 0,32                                |
| R.c. a 50 Hz (Ω/Km)                         | 0,411                               |
| Inductancia (mH/Km)                         | 0,405                               |
| Reactancia a 50 Hz (Ω/Km)                   | 0,127                               |
| Capacidad (μF/Km)                           | 0,202                               |

Tabla 41: Datos técnicos cableado de media tensión (Fuente: Catálogo Hersanete RHZ1-OL H16 12/20(24) kV y 18/30 (36) kV).

## 7. Puesta a tierra

Es un elemento importante de la instalación dado que delimita la tensión que pueda darse en cualquier momento entre los componentes metálicos de la instalación, de manera que se elimina el riesgo que se pueda derivar del mal funcionamiento o la avería de los distintos elementos de la instalación.

Hay distintos métodos de diseñar la puesta a tierra, la diferencia está en lo que se use como electrodo de puesta a tierra. Puede hacerse por pletinas de material conductor enterradas o superficiales, por picas enterradas verticalmente, por un conductor enterrado horizontalmente o por una malla de material conductor. Se utilizará cada una dependiendo de las necesidades de la instalación.

Durante el diseño de las puestas a tierra siempre se ha de cumplir el Reglamento de Baja Tensión, especialmente las instrucciones ITC-BT18, ITC-BT19, ITC-BT24 e ITC-BT26. Según éstas, la profundidad nunca será menor a 0,5 metros y su configuración será tal que no se permita tensión de contacto superior a 24 V.

Para una correcta protección tanto de los equipos como de los operarios participantes en la instalación se han dispuesto tres tomas de tierra diferenciadas. Una corresponde al pararrayos, otra al centro de inversión y otra a las estructuras fotovoltaicas y demás elementos en general.

### 7.1. Puesta a tierra general

La puesta a tierra general consiste en un conductor de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección, al que se conectan física y eléctricamente todas las bases de las estructuras y elementos por los que vaya a circular corriente para poder derivar a tierra las sobretensiones que se pudieran dar.

A esta puesta de tierra se conectará el varistor del transformador de potencia como indican las ITC-BT-18 e ITC-BT-26.

Esta instalación constará de dos partes, por un lado tendremos un cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> que irá enterrado bajo la misma zanja que los demás cableados (porque éstas están ya dispuestas cerca de los elementos a los que se va a conectar) a una profundidad de 0,8 metros, y que recorre toda la instalación. Por otro lado se dispone de un cable de cobre aislado para unir las estructuras entre sí y ésta con el cable enterrado. Este cable estará aislado con una mezcla de termoplástico de PVC tipo TI1. El aislamiento será de color amarillo/verde para poder distinguirlo fácilmente. Estos cables deben estar de acuerdo con las normas:

- Norma de referencia: UNE-EN 50525-2-31.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- IEC60332-1 sobre la no propagación de la llama.

- IEC 60332-3-24 sobre la no propagación de incendio.
- IEC 60754-1 sobre la reducida emisión de halógenos.

Los datos técnicos del cable tipo de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección escogido son los siguientes:

| DATOS TÉCNICOS CABLE DE TIERRA 50 mm <sup>2</sup> AISLADO |                                   |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Modelo tipo                                               | WIREPOL CPRO H07V-K 750 V         |
| Sección                                                   | 50                                |
| Conductor                                                 | Cobre desnudo flexible clase 5    |
| Aislamiento                                               | Mezcla termoplástico PVC tipo T11 |
| Temperatura de servicio                                   | (-25) °C a 70 °C                  |
| Tensión nominal de servicio                               | 750 V                             |

Tabla 42: Datos técnicos de cable de tierra aislado de 50mm<sup>2</sup> (Fuente: Catálogo Prysmian Group RFQ 2015, H07V-R YG 1 x 50. Fecha 21/10/2016).

El cable de puesta a tierra que se colocará enterrado bajo las zanjas está construido según las normas IEC 60228 y UNE EN 60228. Sus características más relevantes son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS CABLE DE TIERRA 50 mm <sup>2</sup> Cu DESNUDO |                                   |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Modelo tipo                                                  | PRYSMIAN COPPER CONDUCTOR CLASS 2 |
| Sección (mm)                                                 | 50                                |
| Diámetro (mm)                                                | 8                                 |
| Resistencia máxima (a 20 °C) (Ω/Km)                          | 0,387                             |
| Peso (Kg/Km)                                                 | 405                               |

Tabla 43: Datos técnicos de cable de tierra de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> (Fuente: Catálogo Prysmian Group CONDUCTOR DE CU CLASE 2, fecha 02/03/2017).

## 7.2. Puesta a tierra del centro de inversión

En el centro de inversión es en el punto de la instalación donde más actividad electromagnética se dará, por lo que es el más propenso a sufrir sobretensiones. Para dar cumplimiento a las indicaciones del Reglamento Técnico de Baja Tensión, esta edificación debe tener una red de puesta a tierra propia.

Se ha diseñado de forma que descargue en una zona lo más posiblemente alejada de la toma de tierra principal para evitar solapamientos de potencial como se muestra en la siguiente figura:

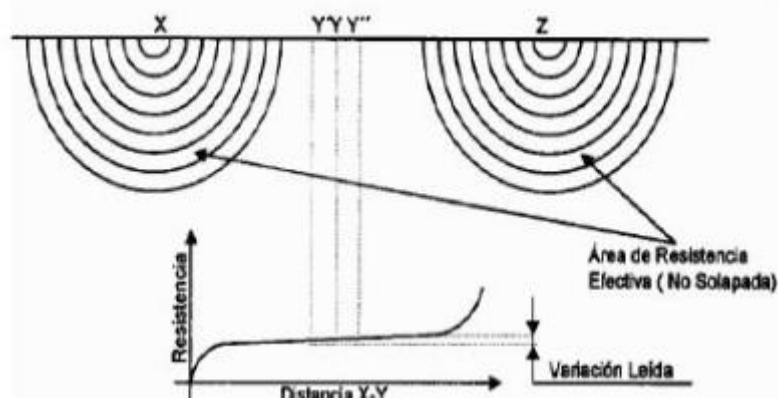


Imagen 18: Curva de resistencia frente a distancia sin solapamiento de potencial

En este caso se dispone un rectángulo de hilo conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> del mismo tipo que el anterior alrededor del edificio y se unen las partes metálicas con él. Para asegurar que se descarga la sobretensión correctamente se coloca una varilla de tres metros de longitud enterrada completamente en el suelo para asegurar completamente que la resistencia que ofrece el terreno es menor a la marcada como máxima por la norma. Como ya se ha comentado, esta resistencia ha de ser tal que no se permita que las tensiones de contacto en cualquier punto del centro de inversión superen los 24 V.

Los datos de la varilla tipo elegida son los siguientes:

| DATOS TÉCNICOS ELECTRODO TIPO VARILLA DE PUESTA A TIERRA |             |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| Modelo tipo                                              | G10180-1018 |
| Longitud (m)                                             | 3           |
| Peso (Kg)                                                | 4           |
| Diámetro (mm)                                            | 15,9        |
| Espesor del galvanizado (mm)                             | 0,254       |

Tabla 44: Datos técnicos de los electrodos tipo varilla (Fuente: Tierrafísica.com. Ficha técnica electrodo tipo varilla).

### 7.3. Puesta a tierra del pararrayos

El pararrayos es un elemento que sirve para atraer los rayos que puedan caer en cualquier punto de la instalación hacia él, de forma que no caigan sobre otros elementos de la instalación que no están preparados para resistir la fuerza de un rayo. Se coloca en el techo del centro de inversión porque es el elemento más importante y caro de la instalación, por lo que hay que tratarlo con especial cuidado.

La energía que transmite un rayo es enorme y es necesario derivarla a tierra de una forma segura. Esto quiere decir que no sirve solamente con derivarla a tierra, sino que al ser la energía eléctrica tan grande, hay que hacerla a cierta



profundidad. De esta manera no se corren peligros de que la llegue a otra puesta de tierra y se evitan posibles problemas en los demás equipos.

Lo que se hará es enterrar un cable de 50 mm<sup>2</sup> de sección en vertical, hasta una profundidad de 40 metros. Los 20 primeros metros de cable estarán aislados en mezcla termoplástico PVC tipo T11, y los siguiente 20 metros se encontrarán desnudos. De esta forma, el rayo se descarga lo suficientemente lejos de las demás masas y no se corre peligro de que el rayo derive por ellas.

El cable tipo escogido es el siguiente:

| <b>DATOS TÉCNICOS CABLE DE TIERRA 50 mm<sup>2</sup> AISLADO</b> |                                   |
|-----------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>Modelo tipo</b>                                              | WIREPOL CPRO H07V-K 750 V         |
| <b>Sección</b>                                                  | 50                                |
| <b>Conductor</b>                                                | Cobre desnudo flexible clase 5    |
| <b>Aislamiento</b>                                              | Mezcla termoplástico PVC tipo T11 |
| <b>Temperatura de servicio</b>                                  | (-25) °C a 70 °C                  |
| <b>Tensión nominal de servicio</b>                              | 750 V                             |

*Tabla 45: Datos técnicos de cable de tierra aislado de 50mm<sup>2</sup> (Fuente: Catálogo Prysmian Group RFQ 2015, H07V-R YG 1x50. Fecha 21/10/2016).*

## 8. Centro de monitorización

Se trata de un edificio prefabricado de 10 pies. En este centro se contará con:

### 8.1. Caja de monitorización

En el centro de monitorización se encontrará una caja de monitorización del tipo Monsol Combox Computer con la finalidad de controlar todo el funcionamiento de la instalación y recoger todos los datos originados en la misma.

La fabricación de la caja de monitorización escogida está de acuerdo con las directivas 1999/05/EC R8 TTE, 2004/104/EC y 2002/95/EC ROHS.

Sus parámetros más característicos son los siguientes:

| DATOS TÉCNICOS CAJA DE MONITORIZACIÓN |                        |
|---------------------------------------|------------------------|
| Modelo tipo                           | MONSOL COMBOX COMPUTER |
| Procesador                            | ARM9/400               |
| Ethernet                              | Sí                     |
| Temperatura de operación (°C)         | (-30) °C a 80 °C       |
| Voltaje de alimentación (V)           | 7 – 48                 |

Tabla 46: Datos técnicos caja de monitorización (Fuente: Catálogo Monsol Combox Computer)

### 8.2. Contador

Se dispondrá de un contador trifásico de energía activa y reactiva, bidireccional con tarificador. Esto quiere decir que cuenta las energías en diferentes tarifas seleccionables.

Será el encargado de contabilizar la energía producida así como la consumida por toda la instalación (sobre todo el stand-by nocturno de los inversores).

Cuando existen consumos en el mismo emplazamiento que la instalación fotovoltaica, deberán ir en circuitos independientes. El contador de salida tendrá capacidad de medir en los dos sentidos.

La colocación de los equipos de medida debe estar de acuerdo con la MIE BT O15, y sus características más representativas son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS CONTADOR             |                   |
|-------------------------------------|-------------------|
| Modelo tipo                         | MKD-ITF-C2        |
| Consumo máximo (W)                  | 5                 |
| Frecuencia (Hz)                     | 45.....65         |
| Tensión nominal (V)                 | 300 - 500         |
| Corriente mínima (mA)               | 160               |
| Corriente nominal (A)               | 40                |
| Corriente máxima (A)                | 120               |
| Clase de precisión Energía activa   | Clase 1- IEC61038 |
| Clase de precisión Energía reactiva | Clase 2-IEC 81228 |
| Rango de temperaturas (°C)          | (-20) °C a 60 °C  |

Tabla 47: Datos técnicos del contador (Fuente: catálogo M.3-MKD contadores de energía eléctrica para consumos parciales).

### 8.3. Racks

Rack es un término inglés empleado para dar nombre a una estructura que sostiene o alberga algún tipo de dispositivo tecnológico. Es un armazón hecho de metal que sirve para albergar computadoras, routers, etc.



Imagen 19: Armario rack (Fuente: Catálogo TECATEL. Código ITC-RACK12U).

En el centro de monitorización hay dos racks de iguales características, uno será el rack de internet y el otro el rack de seguridad. En el primero se habrá un sistema de conexión a internet para el control remoto de la planta y todos los accesorios necesarios para que los encargados de la monitorización lleven a cabo su cometido. El rack de seguridad será donde los encargados de la seguridad guardarán sus herramientas y dispositivos para el control de los sistemas de seguridad de la planta.

Los armarios rack tipo elegidos están de acuerdo a lo dispuesto en las normas ANS/EIA RS-310-D. IEC 297-2. DIN 41491, PART1, DIN 41491, PART 7, ETS1 Y Los datos técnicos que presentan son los siguientes:

| DATOS TÉCNICOS RACKS |                                           |
|----------------------|-------------------------------------------|
| Modelo tipo          | Tecatel. Armario rack<br>19" 600 x 600 6U |
| Material             | Acero laminado en frío                    |
| Carga máxima (Kg)    | 100                                       |
| Protección           | IP20                                      |
| Dimensiones          | Ancho 600 x largo 600                     |

Tabla 48: Datos técnicos de los armarios racks (Fuente: Catálogo TECATEL. Código ITC-RACK12U).

## 8.4. Router

El router es un dispositivo de hardware que permite la interconexión de ordenadores en red. El router o enrutador permite que varias rede u ordenadores se conecten entre sí, y por ejemplo compartan una misma conexión a internet.

El router se encontrará en el centro de monitorización y control, en el interior del Rack de conexión a internet y su finalidad será compartir los datos recogidos en la caja de monitorización para que la planta pueda ser controlada remotamente.

Este dispositivo debe cumplir con los estándares de red que están especificados en IEEE 802.3 e IECC 802.11. Los datos del router tipo escogido son los siguientes:

| DATOS TÉCNICOS ROUTER         |                                                          |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------|
| Modelo tipo                   | Router inalámbrico Wireless-G<br>LinksysWRT54GL          |
| Puertos                       | 1 10/100 WAN a 10/100 LAN<br>conmutada 1 alimentación    |
| Indicadores LED               | Alimentación, DMZ, WLAN,<br>Ethernet (1,2,3,4), internet |
| Tasa de enlace máxima         | 54 Mbps                                                  |
| Temperatura de funcionamiento | 0-40 °C                                                  |

Tabla 49: Datos técnicos del router (Fuente: linksys. Router inalámbrico Wireless-G LinksysWRT54G. Código SKU WRT54GL.EU)

## 9. Cableado de monitorización

El cableado de monitorización será de dos tipos diferentes dependiendo de en qué parte de la instalación se encuentre. Los cables de cobre trenzado funcionan bien siempre y cuando no compartan zanja con el cableado de media tensión, en cuyo caso las distorsiones armónicas hacen imposible el traspaso de datos de forma eficaz. En los casos que se comparta zanja entre cableado de media tensión y de monitorización se utilizará fibra óptica para evitar las distorsiones.

El cableado de monitorización de cobre elegido está basado en la norma de referencia y la aprobación de la VDE 0812, así como la IEC 60332-1-2 sobre la no propagación de la llama. Se presentan a continuación las características de este tipo de cables de monitorización:

| DATOS TÉCNICOS CABLEADO DE MONITORIZACIÓN |                                             |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Modelo tipo                               | LAPP GROUP UNITRONIC<br>Li2YCYv (TP)        |
| Interfaz de señal                         | RS485 y RS422                               |
| Ámbito de uso                             | Hasta 10Mbps/s. Interfase de señal<br>RS422 |
| Aislamiento                               | Polietileno (PE)                            |
| Nº de hilos                               | 7                                           |
| Tensión de cresta de trabajo (V)          | 250                                         |
| Rango de temperaturas                     | (-40) °C a 80 °C                            |
| Clasificación                             | ETIM 5.0 class-ID: EC000830                 |

Tabla 50: Datos técnicos cableado de monitorización (Fuente: Catálogo LAPPGROUP PN0456/ 02/03/2016).

El cableado de monitorización que va en zanja con cableado de media tensión deberá ser de fibra óptica. El cable escogido está de acuerdo con las normas EN 187000 y CEI 60794 con respecto a los ensayos mecánicos y térmicos. Así mismo cumple también los requisitos marcados por las normas UNE-EN 50266 e IEC 60332-3 con respecto al comportamiento frente al fuego.

Se presentan a continuación las características más destacables que debe cumplir el cableado de fibra óptica:

| <b>DATOS TÉCNICOS FIBRA ÓPTICA</b> |                                |
|------------------------------------|--------------------------------|
| <b>Modelo tipo</b>                 | Mini CDIR-SP-2.1               |
| <b>Nº de cables</b>                | 4                              |
| <b>Diámetro exterior (mm)</b>      | 8,3±0,3                        |
| <b>Sección de cada cable (mm)</b>  | 2,1                            |
| <b>Material</b>                    | Fibras de Vidrio reforzadas WB |
| <b>Peso (Kg/Km)</b>                | 57                             |
| <b>Tracción (N)</b>                | 1050                           |
| <b>Rango de temperaturas</b>       | (-20) °C a 70 °C               |

*Tabla 51: Datos técnicos de la fibra óptica (Fuente: Catálogo Mini CDIR-SP-2.1.. Referencia: ET.74.200. 02/2010).*

## 10. Centros de corte

Se dispondrá de dos centros de corte en la instalación, uno perteneciente al propietario y otro a la compañía eléctrica al que podrán acceder sus operarios sin necesidad de entrar en la instalación. Este edificio y todo su interior son responsabilidad de la compañía eléctrica, y su dimensionado dependerá de la misma.

El centro de corte del propietario es un edificio prefabricado en hormigón y consta de distintas protecciones como son:

- Celda de línea con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>: Se ocupa de proteger a los cables que provienen de la instalación y como valores característicos tiene:
  - Tensión asignada (Ur): 24 KV.
  - Intensidad asignada (In): 630 A.
  - Intensidad de corta duración (Ik): 20 KA.
  - Dimensiones (mm): 365 x 1740 x 735.
  - Peso: 100 Kg.
- Celda de protección y medida de tensión en barras, con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>: Se encarga de proteger al transformador de servicios auxiliares que se encuentra dentro del edificio. Los datos característicos son:
  - Tensión asignada(Ur): 24 KV-
  - Intensidad asignada (In): 630 A.
  - Intensidad de corta duración (Ik): 20 KA eficaz-50 KA en cresta de 1 s.
  - Dimensiones (mm): 470 x 1740 x 735.
  - Peso: 150 Kg.
- Celda de medida: Aquí se toman medidas de tensión e intensidad para comprobar que todo funciona en correctas condiciones. Esta celda de medida está conectada con los contadores.
  - Tensión asignada (Ur): 24 KV.
  - Intensidad asignada (Ir):630 A.
  - Dimensiones (mm): 800 x 1750 x 1025.
  - Peso: 165 Kg.
- Celda de línea con aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>: Esta celda es igual que la primera, pero se encarga de proteger los cables de salida del edificio mientras que la anterior se ocupaba de la protección de los que entraban.

## 11. Pararrayos

Se dispondrá un pararrayos en la parte superior del centro de inversión para atraer los posibles rayos que pudieran dañar la instalación y derivarlos a tierra. El objetivo principal de la instalación de un pararrayos es el de proteger a las personas e infraestructuras de la instalación, no obstante proporciona una serie de ventajas adicionales, como son la de reconducir la energía del rayo, drenar las cargas estáticas, la estabilización del voltaje y limitar la tensión con la tierra.

El pararrayos elegido dispone de:

- Un dispositivo de cebado con anticipación de trazado ascendente, condensador electroatmosférico y acelerador atmosférico.
- Estructura fabricada en acero inoxidable AISI316L.
- Dispositivo de cebado fabricado en acero inoxidable AISI 316L y poliamida (PA66).
- Alta resistencia a temperaturas.
- Alta resistencia a la intemperie y atmósferas corrosivas.

De esta forma queda garantizado su funcionamiento en cualquier condición atmosférica y ambiental. Además, el pararrayos está diseñado de acuerdo a las normas:

- CTE SUA-08.
- IEC 62305.
- UNE 21.186:2011.
- IEC 62.561/1.
- NFC 17.102:2011.
- NP 4426:2013.



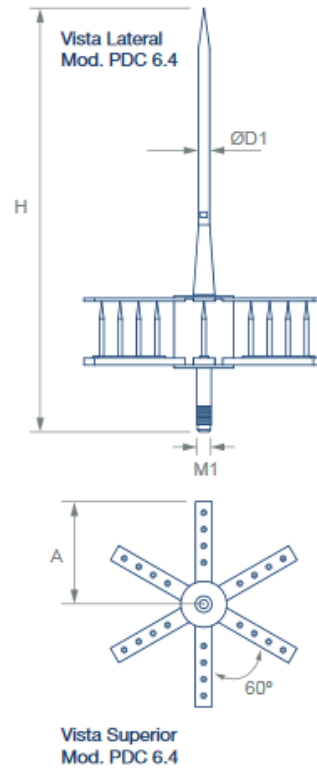


Imagen 20: Acotación de la pica del pararrayos  
(Fuente: Pararrayos INGESCO @PDC).

A continuación se muestran las características del pararrayos escogido, así como una vista en alzado y otra en planta para identificar los elementos.

| DATOS TÉCNICOS PARARRAYOS |                      |
|---------------------------|----------------------|
| Modelo tipo               | INGESCO mod. PDC 6.4 |
| Materiales                | Inox                 |
| H (mm)                    | 598                  |
| D1(mm)                    | 16                   |
| M1 (mm)                   | M20                  |
| A (mm)                    | 188                  |
| Peso (g)                  | 4150                 |

Tabla 52: Datos técnicos del pararrayos (Fuente: Pararrayos INGESCO @PDC).

## 12. Vallado

A la hora de elegir el tipo de vallado que mejor se adapte a las necesidades de la instalación se deben tener en cuenta una serie de parámetros fundamentales de estos elementos, como son:

- Montaje rápido.
- Rigidez y calidad de los materiales.
- Clips con tornillos opcionales indesmontables.
- Recubrimiento anticorrosión que asegure un tiempo de vida aceptable
- Sistema completo para poder encargar todo a un mismo productor.

El vallado elegido cumple tiene las siguientes características:

| DATOS TÉCNICOS VALLADO                   |                    |                  |
|------------------------------------------|--------------------|------------------|
| <b>Modelo Tipo</b>                       | Verja RITMO CLIP   |                  |
| <b>Altura (m)</b>                        | 2,4                |                  |
| <b>Bastidor</b>                          | Longitud (m)       | 2,495            |
|                                          | altura (m)         | 2,43             |
| <b>Poste</b>                             | tipo               | RITMOCLIP 1,2 mm |
|                                          | longitud total (m) | 2,9              |
| <b>PLIEGUES</b>                          | 4                  |                  |
| <b>Nº de clips por poste</b>             | 4+4                |                  |
| <b>Distancia entre ejes de poste (m)</b> | 2,504              |                  |

Tabla 53: Datos técnicos del vallado (Fuente: Catálogo Verja TIRMOCLIP).

## 13. Cámaras de seguridad

Se dispondrá de cámaras de seguridad para poder actuar en caso de robo o vandalismo. Las cámaras que se han escogido deben cumplir las siguientes características:

| DATOS TÉCNICOS CÁMARAS DE SEGURIDAD |                                      |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Modelo tipo                         | HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B) |
| Incluido foco infrarrojo            | Sí                                   |
| Alcance de visión (m)               | 120                                  |
| Condiciones de operación            | (-30) °C a 60 °C                     |
| Consumo energético (W)              | 10,8                                 |
| Dimensiones (mm)                    | 100 x 103,9 x 311,8                  |
| Peso (g)                            | 2000                                 |
| Nivel de protección                 | IP67                                 |

Tabla 54: Datos técnicos de las cámaras de seguridad (Fuente: Catálogo HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B) 2MP Smart IP Outdoor Bullet Camera).

Para que el sistema de seguridad sea efectivo se debe poder grabar por la noche, por ello las cámaras cuentan con un foco infrarrojo que les permitirá grabar en condiciones de no iluminación. Las características de estos elementos son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS FOCOS    |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| Modelo tipo             | LIR-IC88                |
| Ángulo (°)              | 40                      |
| Potencia emitida (W)    | 15                      |
| Distancia iluminada (m) | 180                     |
| Consumo (V)             | 12 (en DC) / 24 (en AC) |
| Dimensiones (mm)        | 620 x 210 x 470         |
| Peso (Kg)               | 2330                    |
| Rango de temperaturas   | (-30) °C a 40 °C        |
| Nivel de protección     | IP66                    |

Tabla 55: Datos técnicos de los focos (Fuente: Catálogo IR LAB LIR-IC88. info@irlab.net).

## 14. Sensores de movimiento

Para acabar de asegurar que no se cuelen personas no deseadas en el recinto se dispondrá de dos sensores de movimiento en la puerta que alerten cuando se viola el perímetro de seguridad.

Se trata de unos detectores de movimiento de alta precisión que emiten ondas de alta frecuencia electromagnética (5,8 GHz) y reciben el eco. Cuando detectan una variación en el eco recibido desencadenan el comando de “encendido de luz” (switch light on).



Imagen 21: Sensor. (Fuente: catálogo EKANLUX LED, sensor de movimiento Microwave YCE2001).

Las características de este sensor son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS SENSORES        |                           |
|--------------------------------|---------------------------|
| Modelo tipo                    | Microwave YCE2001         |
| Suministro eléctrico (V en AC) | 220-240                   |
| Sistema HF                     | Radar, 5,8 GHz, banda ISM |
| Potencia                       | 1200                      |
| Potencia de transmisión (mW)   | < 10                      |
| Ángulo de detección (°)        | 360                       |
| Radio de acción (m)            | 3 a 10                    |
| Control de luz (LUX)           | 2 a 2000                  |
| Consumo eléctrico (W)          | 0,9                       |

Tabla 56: Datos técnicos del sensor. (Fuente: catálogo EKANLUX LED, sensor de movimiento Microwave YCE2001).

## 15. Piranómetros

Un piranómetro es una herramienta que mide la radiación solar. Se dispondrán dos en la instalación, uno para medir la radiación a altura del suelo y otro a altura de los paneles.

Sabiendo la energía incidente se sabe cuánta se debería obtener del generador fotovoltaico, por lo que sirven para hacer comprobaciones de cómo está funcionando la instalación en todo momento.



Imagen 22: Piranómetro (Fuente: SENSOVANT.com).

El piranómetro escogido está de acuerdo con las normas ISO 9060 y la guía WMO, así como con la norma E2848, sobre el método de prueba estándar para la monitorización del rendimiento de las instalaciones solares fotovoltaicas. Sus características más importantes son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS PIRANÓMETRO                   |                                  |
|----------------------------------------------|----------------------------------|
| Modelo tipo                                  | SENSOVANT SR11                   |
| Clasificación ISO                            | Primera clase                    |
| Incertidumbre de calibración                 | < 1,8 % (k = 2)                  |
| Rango espectral (m)                          | De 300 a 2800 x 10 <sup>-9</sup> |
| Sensibilidad nominal (V/(W/m <sup>2</sup> )) | 15 x 10 <sup>-6</sup>            |
| Rango de temperaturas (°C)                   | (-40) °C a 80 °C                 |

Tabla 57: Datos técnicos piranómetro (Fuente: Catálogo SENSOVAT SR11 first class pyranometer).

## 16. Anemómetro

El anemómetro es un instrumento utilizado para la medición de la velocidad de cualquier fluido gaseoso, en especial el aire.

El anemómetro funciona de tal manera que entrega una corriente eléctrica proporcional a la velocidad del viento, haciendo una conversión obtiene la velocidad del viento en cuestión.

Los parámetros a los que hay que atender a la hora de elegir un anemómetro son básicamente que pueda trabajar dentro del rango de temperaturas y velocidades de viento. El tipo de anemómetro elegido tiene los siguientes parámetros:

| DATOS TÉCNICOS ANEMÓMETRO                            |                                   |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Modelo tipo                                          | Windsensor-IES 101010 Versión 1.0 |
| Altura (mm)                                          | 160                               |
| Diámetro del zócalo (mm)                             | 50                                |
| Diámetro de las aspas (mm)                           | 134                               |
| Frecuencia proporcional para la velocidad del viento | 100 Hz para 40 m/s                |
| Rango de mediciones (m/s)                            | De 0,8 hasta 40                   |
| Condiciones ambientales de funcionamiento            | (-25) °C - 60 °C                  |

Tabla 58: Datos técnicos del anemómetro (Fuente: Instrucciones de instalación SMA Solar Technology AG Windsensor-IES101010 | 98-0025310 | Versión 1.0).

## 17. Veleta

La veleta es un instrumento que indica la dirección y sentido del viento incidente. Junto con el anemómetro proporcionan toda la información necesaria relativa al viento en la instalación.

La veleta escogida cuenta con sensores magnéticos que detectan la posición de la paleta. Estos sensores, junto con los rodamientos de acero inoxidable evitan el desgaste mecánico. Tiene una salida analógica de 4- 20 mA que genera en función de la dirección del viento. Posee alta resistencia a interferencias de radiofrecuencia (RFI) y electromagnéticas (EMI).

La veleta tipo escogida presenta la siguiente tabla de características:

| DATOS TÉCNICOS VELETA        |                                 |
|------------------------------|---------------------------------|
| Modelo tipo                  | ied electronics. WV4403 4-20 mA |
| Alimentación (Vdc)           | 15...24                         |
| Rango (°)                    | 0 – 360                         |
| Velocidad de arranque (Km/h) | 3                               |
| Velocidad máxima (Km/h)      | 200                             |
| Dimensiones (mm)             | 129 x 190                       |
| Tª de funcionamiento (°C)    | (-20) °C - 60 °C                |

Tabla 59: Datos técnicos veleta (Fuente: Catálogo ied electronics. Veleta WV4403 4-20mA/WV5H25 4-20mA (calefactado)).

## 18. Tubos de plástico corrugado

Dentro de las zanjas se dispondrán tubos de plástico corrugado para conducir los cables de string y los cables de monitorización hasta sus respectivos destinos.

El tipo de tubo a utilizar estará construido de acuerdo a las normas UNE-EN 61386-2-4 sobre dimensiones de fabricación y con la norma UNE-EN 613886-2-4 Sobre el grado de protección, que en este caso es IP54.

Las características más importantes de este equipo son las siguientes:

| DATOS TÉCNICOS DEL TUBO DE PLÁSTICO CORRUGADO |             |
|-----------------------------------------------|-------------|
| Modelo tipo                                   | AISCAN DP90 |
| Composición                                   | Poliolefina |
| Diámetro exterior (mm)                        | 90          |
| Diámetro interior (mm)                        | 73          |
| Secuencia de espiras                          | 6-5-6-5-6   |
| Capas                                         | 5           |
| Radio mínimo de curvatura (mm)                | 252         |
| Resistencia al impacto a -5 °C (J)            | 20          |

Tabla 60: Datos técnicos de los tubos de plástico corrugado (Fuente: Aiscan nº de ficha EP-DPNR edición 13, en 10/2013).



## 19. Membrana geotextil

La membrana geotextil es un tipo de tela permeable y flexible de fibras sintéticas, es utilizado para controlar la corrosión, la filtración y para reforzar el fondo del camino.

El tipo de membrana geotextil elegido es una lámina de polietileno de alta densidad, resistente a álcalis, ácidos, aceites y disolventes. Es imputrescible, no se deteriora con el paso del tiempo. Puede realizar la función de filtro, reteniendo los finos del terreno y permitiendo la libre circulación del agua.

Este material debe estar fabricado de acuerdo a las normas EN 965, EN 964, EN ISO 10319 y EN ISO 11058.

Las propiedades más características de la membrana geotextil tipo elegida son:

| DATOS TÉCNICOS MEMBRANA GEOTEXTIL                |                          |
|--------------------------------------------------|--------------------------|
| Modelo tipo                                      | Techo Lam Dren Geotextil |
| Material                                         | Polipropileno            |
| Densidad superficial (g/m <sup>2</sup> )         | 620                      |
| Espesor lámina PEAD (mm)                         | 0,5                      |
| Resistencia a la tracción longitudinal (N/5 cm)  | > 250                    |
| Resistencia a la tracción transversal (N/5 cm)   | > 250                    |
| Altura de los nódulos (mm)                       | 8                        |
| Resistencia a la compresión (kN/m <sup>2</sup> ) | 200                      |
| Capacidad de filtración (l/min/m)                | Aprox 300                |

Tabla 61: Datos técnicos de la membrana geotextil (Fuente: Ficha técnica Techno Lam Dren Geotextil. ([www. Technicashm.com](http://www.technicashm.com))).



## **ANEJO IV**

# **PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD**

### **ÍNDICE:**

- 1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN ANUAL ESPERADA**
- 2. CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD DE LA INVERSIÓN**



# 1. Cálculo de la producción anual esperada

Para el cálculo de la producción energética que se espera que genere la instalación anualmente se ha hecho uso del programa PVSIC, que ayuda a estos cálculos. En este programa se tienen en cuenta los datos sobre insolación y temperatura en la ubicación indicada, debiendo indicar el usuario diversos parámetros como la configuración en la que se colocarán los módulos fotovoltaicos, marca, características eléctricas y físicas, inclinación, orientación, así como las características de los inversores.

## 1.1. Parámetros introducidos en PVSYST

### 1.1.1. Albedo settings

- Temperatura ambiente absoluta mínima para el límite de voltaje
- Temperatura de operación de invierno para el diseño de  $V_{mppMax}$
- Temperatura habitual bajo 1000W/m<sup>2</sup>
- Temperatura de operación de verano para el diseño de  $V_{mppMin}$

### 1.1.2. Pérdidas detalladas

- Parámetros térmicos:

En este apartado se han introducido los valores por defecto según el tipo de montaje de los módulos, que para ambos bloques tipo es "Módulos montado al aire libre con circulación de aire.

- Pérdidas Ohmicas:

Este apartado está dividido en 3 apartados: Circuito de Corriente Continua donde la fracción de pérdidas introducida es del 1,5%, criterio que se ha seguido para el cálculo de la sección del cableado, Circuito de Corriente Alterna y Pérdidas en el transformador se ha introducido un 1%, lo indicado por el fabricante.

- Calidad de los módulos. Pérdidas LID-Mismatch:

En el apartado de Calidad de los módulos se cuenta con tres valores a definir, se ha introducido el valor de -0,4% en la Pérdida de Eficiencia del Módulo, y en el apartado “Ligth Induced Degradation” o factor de pérdidas LID se ha introducido el valor 1,1. Ambos valores se han obtenido de la ficha técnica del módulo fotovoltaico. En cuanto a las Pérdidas Mismatch se ha introducido el valor por defecto del 1%.

- Polvo y suciedad:

En este apartado se ha introducido como valor de factor de pérdida anual por polvo y suciedad el 1%, debido que el entorno en el que se ubicará la instalación no es muy pulverulento. Se pretende que las pérdidas sean del 1% o menores con la limpieza de módulos periódica.

- Auxiliares:

Debido a que la estructura es fija en este apartado no se ha introducido ningún valor.

- Disponibilidad:

La indisponibilidad introducida es el 1%. Este valor se ha seleccionado teniendo en cuenta que se prevén un 1% de días de mantenimiento de la planta fotovoltaica.

## **1.2. Informes PVSYST**

### **1.2.1. Producción y rendimiento**

Los datos proporcionados por la simulación realizada por el programa PVSYST sobre las producciones anuales y el rendimiento global que se obtendrá de la instalación son los siguientes:

**Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 6093 kWp**

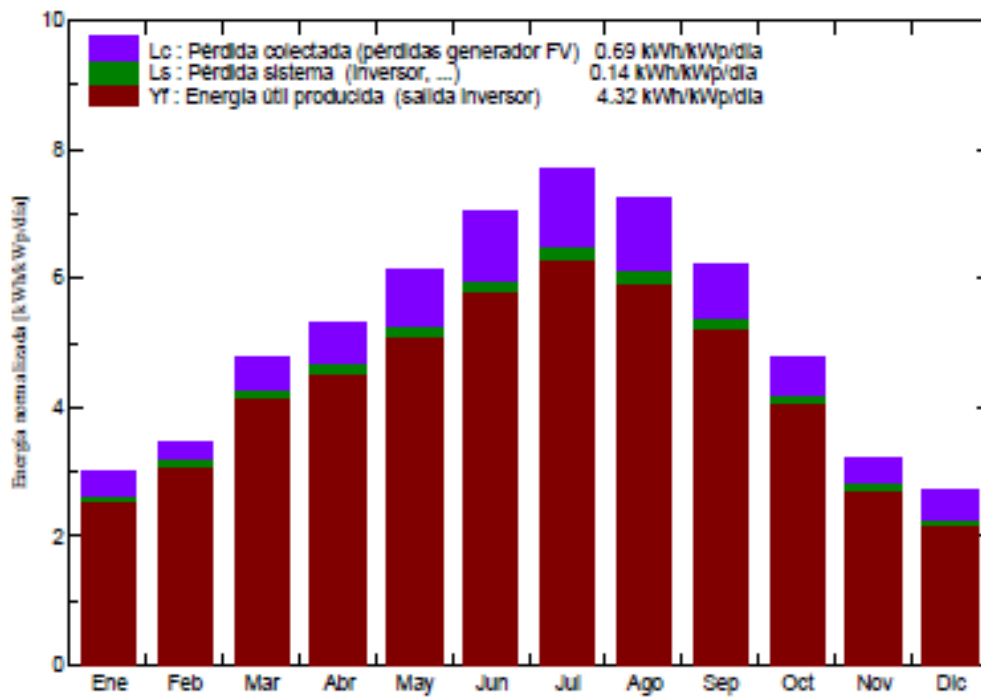


Gráfico 6: Simulación de la producción de energía de la instalación y pérdidas a lo largo del año (Fuente: PVSYS).

**Factor de rendimiento (PR)**

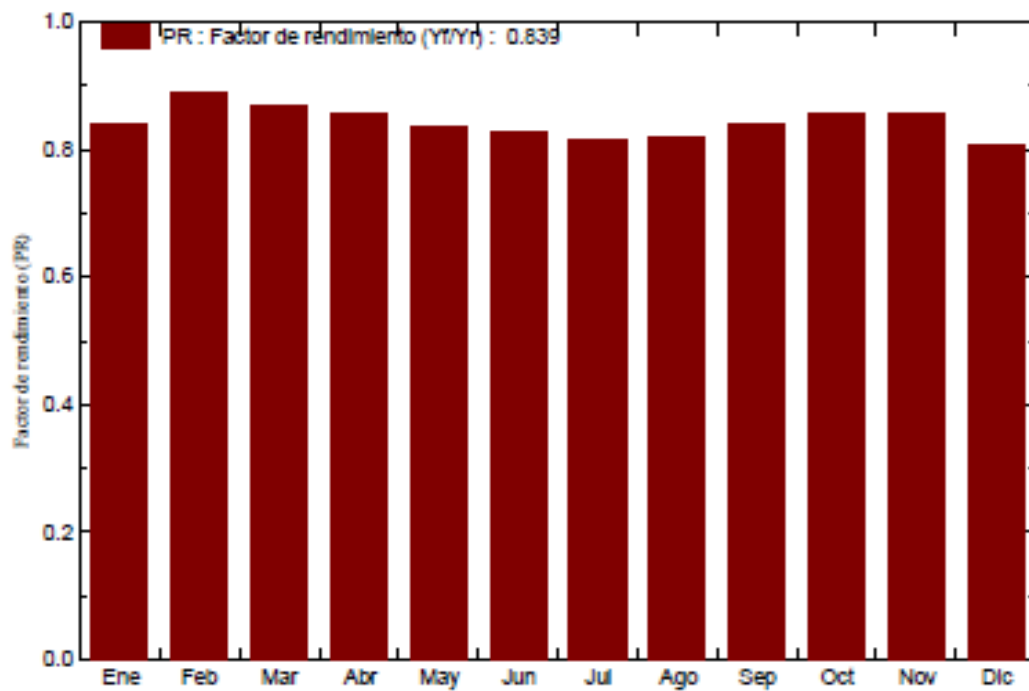


Gráfico 5: Simulación del factor de rendimiento a lo largo del año de la instalación (Fuente: PVSYS).

Los resultados principales que se han obtenido son los siguientes:

**Balances y resultados principales**

|            | 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>MWh | E_Grid<br>MWh | PR    |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|-------|
| Enero      | 56.6                          | 25.25                         | 2.01        | 93.8                          | 87.2                          | 497           | 479           | 0.839 |
| Febrero    | 70.6                          | 35.08                         | 3.61        | 97.5                          | 92.3                          | 547           | 529           | 0.890 |
| Marzo      | 117.5                         | 51.88                         | 6.95        | 147.5                         | 139.6                         | 807           | 781           | 0.869 |
| Abril      | 147.6                         | 70.58                         | 8.73        | 159.5                         | 149.5                         | 857           | 830           | 0.855 |
| Mayo       | 190.4                         | 69.64                         | 13.20       | 189.5                         | 178.5                         | 997           | 966           | 0.837 |
| Junio      | 220.2                         | 72.15                         | 18.37       | 211.0                         | 198.8                         | 1095          | 1063          | 0.827 |
| Julio      | 245.3                         | 58.32                         | 20.30       | 239.1                         | 226.7                         | 1226          | 1190          | 0.817 |
| Agosto     | 208.5                         | 58.44                         | 19.95       | 224.2                         | 212.9                         | 1154          | 1120          | 0.820 |
| Septiembre | 154.0                         | 49.25                         | 15.91       | 186.7                         | 177.2                         | 983           | 954           | 0.839 |
| Octubre    | 101.9                         | 30.67                         | 11.31       | 147.5                         | 141.0                         | 796           | 770           | 0.857 |
| Noviembre  | 61.3                          | 27.79                         | 5.31        | 96.0                          | 90.4                          | 518           | 500           | 0.855 |
| Diciembre  | 49.9                          | 24.90                         | 2.41        | 84.2                          | 76.9                          | 428           | 413           | 0.805 |
| Año        | 1624.0                        | 573.95                        | 10.71       | 1876.3                        | 1771.2                        | 9905          | 9596          | 0.839 |

*Tabla 62: Simulación de los factores de la instalación a lo largo del año (Fuente: PVSYS).*

Siendo:

- GlobHor: Radiación global sobre superficie horizontal.
- DiffHor: Radiación difusa sobre superficie horizontal.
- Tamb: Temperatura media ambiente mensual.
- GlobInc: Radiación sobre superficie inclinada 30° y orientada hacia el azimut 0°.
- Glob Eff: Energía disponible descontando el factor IAM de pérdidas.
- Earray: Energía en DC disponible neta a la entrada del inversor.
- E\_Grid: Energía inyectada en red.
- PR: Factor de rendimiento.



### 1.2.2. Pérdidas

Todo proceso de conversión energética tiene asociadas una serie de pérdidas inevitables. A continuación se muestra la energía que perdería la instalación a lo largo del año según la simulación del programa PVSYST y la cantidad que corresponde a cada tipo de pérdida:

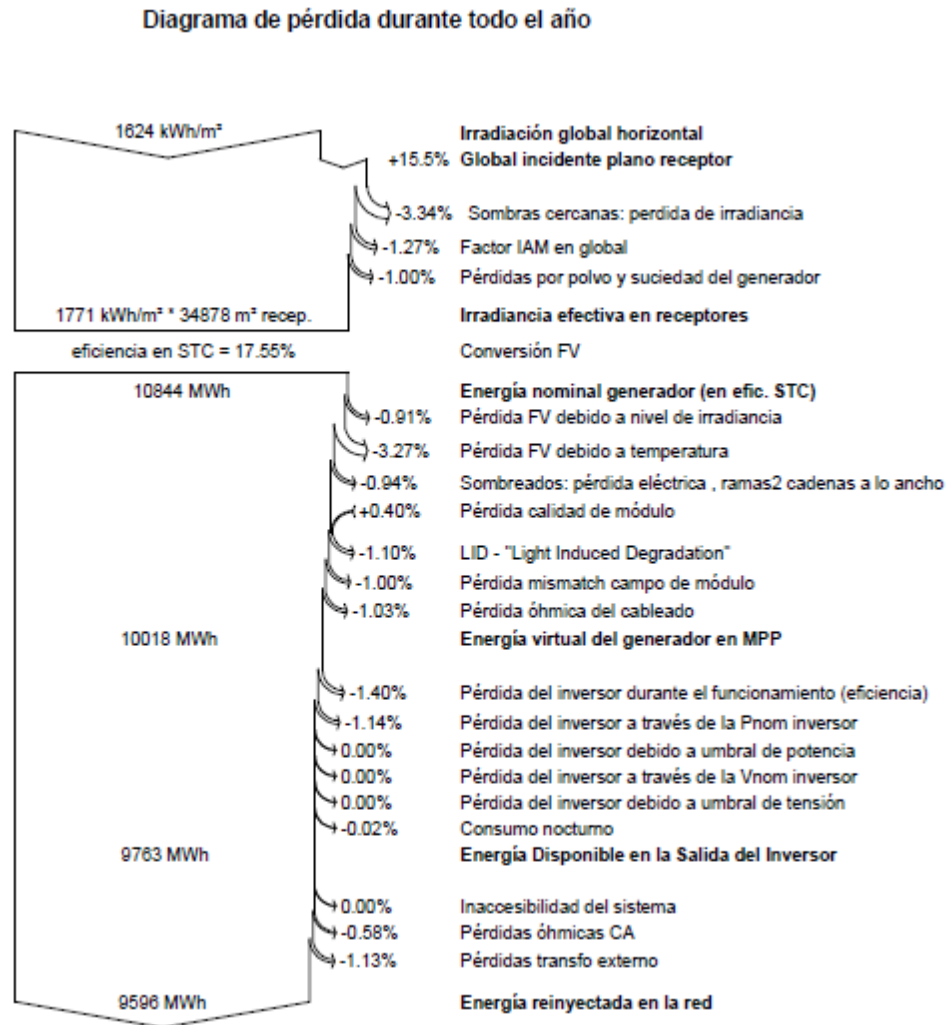


Imagen 23: Simulación de las pérdidas de la instalación (Fuente: PVSYST).

## 2. Cálculo de la rentabilidad de la inversión

Para calcular la rentabilidad de la inversión de una manera precisa se debería conocer el precio al que se venderá la energía en los próximos años.

El tema de las energías renovables y su incentivación es un debate en círculos políticos, por lo que la legislación que regula los pagos y recompensas a estas fuentes de energía ha ido cambiando a lo largo de los años a la par con los gobiernos del país. En la actualidad los parámetros para el cálculo de las retribuciones están regulados en el BOE 12406/2017, en el que se redacta la Orden ETU/1046/2017, de Octubre. El Real Decreto en el que se enmarca es el 413/2014, de 6 de junio, en el que se establecen las caracterizaciones de instalaciones que hacen uso de energías renovables y los derechos y obligaciones que tiene el generador para acogerse al régimen especial y cobrar una retribución por potencia instalada.

La incertidumbre generada por el panorama político hace que no sea factible prever un precio concreto de la luz para los años venideros. Por esto, para hacer el cálculo de la rentabilidad de la inversión se ha estudiado la evolución del precio de la energía en España a lo largo de los últimos años y se han tomado tres supuestos, el máximo, correspondiente al año 2013, el que se la energía generada veía una retribución de 67,306 € por Megavatio hora generado; el 2018 por ser el año del diseño de la instalación, en el que se pagó a 43,6 €/MWh y el valor medio de estos dos, se ha tomado 54,57 €/MWh. De esta forma se puede hacer un cálculo de la rentabilidad de manera menos sesgada que suponiendo el precio del último año por ejemplo.

Para el cálculo de los indicadores financieros, se supone que la entidad promotora del proyecto tiene el capital suficiente para hacer frente al desembolso inicial de 8.675.222 € a realizar para completar la instalación.

En la siguiente tabla se puede observar la energía que se espera que produzca la planta en cada año de su vida útil, estimada en 30 años, así como los ingresos si en cada uno de esos 30 años el precio de la energía fuera el mismo en cada uno de los supuestos.

| Año de instalación | Producción (MWh)  | Precio (€/KWh)       |                      |                      |
|--------------------|-------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|                    |                   | 43,6                 | 67,306               | 54,57                |
| 1                  | 9.596,00          | 418.385,60           | 645.868,38           | 523.653,72           |
| 2                  | 9.532,03          | 415.596,36           | 641.562,59           | 520.162,70           |
| 3                  | 9.468,48          | 412.825,72           | 637.285,50           | 516.694,94           |
| 4                  | 9.405,36          | 410.073,55           | 633.036,93           | 513.250,31           |
| 5                  | 9.342,65          | 407.339,73           | 628.816,69           | 509.828,64           |
| 6                  | 9.280,37          | 404.624,13           | 624.624,58           | 506.429,78           |
| 7                  | 9.218,50          | 401.926,63           | 620.460,41           | 503.053,59           |
| 8                  | 9.157,04          | 399.247,12           | 616.324,01           | 499.699,90           |
| 9                  | 9.096,00          | 396.585,47           | 612.215,18           | 496.368,56           |
| 10                 | 9.035,36          | 393.941,57           | 608.133,75           | 493.059,44           |
| 11                 | 8.975,12          | 391.315,29           | 604.079,52           | 489.772,38           |
| 12                 | 8.915,29          | 388.706,53           | 600.052,33           | 486.507,23           |
| 13                 | 8.855,85          | 386.115,15           | 596.051,98           | 483.263,85           |
| 14                 | 8.796,81          | 383.541,05           | 592.078,30           | 480.042,09           |
| 15                 | 8.738,17          | 380.984,11           | 588.131,11           | 476.841,81           |
| 16                 | 8.679,91          | 378.444,21           | 584.210,23           | 473.662,86           |
| 17                 | 8.622,05          | 375.921,25           | 580.315,50           | 470.505,11           |
| 18                 | 8.564,57          | 373.415,11           | 576.446,73           | 467.368,41           |
| 19                 | 8.507,47          | 370.925,68           | 572.603,75           | 464.252,62           |
| 20                 | 8.450,75          | 368.452,84           | 568.786,39           | 461.157,60           |
| 21                 | 8.394,41          | 365.996,49           | 564.994,48           | 458.083,22           |
| 22                 | 8.338,45          | 363.556,51           | 561.227,85           | 455.029,33           |
| 23                 | 8.282,86          | 361.132,80           | 557.486,33           | 451.995,80           |
| 24                 | 8.227,64          | 358.725,25           | 553.769,76           | 448.982,49           |
| 25                 | 8.172,79          | 356.333,75           | 550.077,96           | 445.989,28           |
| 26                 | 8.118,31          | 353.958,19           | 546.410,77           | 443.016,02           |
| 27                 | 8.064,19          | 351.598,47           | 542.768,04           | 440.062,58           |
| 28                 | 8.010,42          | 349.254,48           | 539.149,58           | 437.128,83           |
| 29                 | 7.957,02          | 346.926,11           | 535.555,25           | 434.214,63           |
| 30                 | 7.903,97          | 344.613,27           | 531.984,88           | 431.319,87           |
| <b>TOTALES</b>     | <b>261.707,85</b> | <b>11.410.462,40</b> | <b>17.614.508,77</b> | <b>14.281.397,55</b> |

Tabla 63: Producción e ingresos a lo largo de la vida útil de la planta (Fuente: elaboración propia).

Una vez se han obtenido los futuros de caja se deben calcular indicadores financieros que determinen la viabilidad de la instalación. A continuación se presenta una tabla con los indicadores VAN y TIR para cada supuesto:

|              | Tasa supuesta   | 4%   |
|--------------|-----------------|------|
| Precio       | VAN             | TIR  |
| 43,60 €/MWh  | -1.971.439,02 € | 0,2% |
| 67,603 €/MWh | 1.673.512,66 €  | 6%   |
| 54,57 €/MWh  | -284.730,17 €   | 0,4% |

Tabla 64: Parámetros económicos, VAN y TIR  
(Fuente: elaboración propia).

Se puede observar que en los casos de 2018 y en el medio, el VAN es negativo. Aplicando el valor de 2013, aunque positivo, no es muy grande teniendo en cuenta la cuantía del desembolso inicial. Por lo que se comprueba que este tipo de instalaciones necesitan apoyo estatal para su completa viabilidad.

Otro parámetro interesante de conocer es el momento en el que se recupera la inversión, el conocido como Payback. Para su cálculo se ha de hacer un estudio de flujos de caja a lo largo del tiempo. Esto quiere decir que los ingresos futuros se deben actualizar al momento presente. En la siguiente tabla se pueden ver los flujos de caja a lo largo de los años:

|            | 2018               | 2013                | 2020               |
|------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Año</b> | <b>43,60 €/MWh</b> | <b>67,603 €/MWh</b> | <b>54,57 €/MWh</b> |
| 1          | -8272928,73        | -8054195,3          | -8171709,39        |
| 2          | -7888686,53        | -7461034,62         | -7690789,74        |
| 3          | -7521685,97        | -6894490,13         | -7231449,81        |
| 4          | -7171153,38        | -6353367,5          | -6792721,3         |
| 5          | -6836349,82        | -5836526,02         | -6373679,31        |
| 6          | -6516569,5         | -5342876,15         | -5973440,5         |
| 7          | -6211138,29        | -4871377,23         | -5591161,12        |
| 8          | -5919412,33        | -4421035,31         | -5226035,3         |
| 9          | -5640776,63        | -3990901,05         | -4877293,33        |
| 10         | -5374643,82        | -3580067,68         | -4544200,04        |
| 11         | -5120452,87        | -3187669,14         | -4226053,24        |
| 12         | -4877667,92        | -2812878,23         | -3922182,27        |
| 13         | -4645777,17        | -2454904,86         | -3631946,52        |
| 14         | -4424291,77        | -2112994,39         | -3354734,18        |
| 15         | -4212744,82        | -1786426,06         | -3089960,85        |
| 16         | -4010690,36        | -1474511,44         | -2837068,38        |
| 17         | -3817702,45        | -1176592,99         | -2595523,64        |
| 18         | -3633374,25        | -892042,677         | -2364817,46        |
| 19         | -3457317,19        | -620260,644         | -2144463,47        |
| 20         | -3289160,12        | -360673,959         | -1933997,16        |
| 21         | -3128548,56        | -112735,395         | -1732974,85        |
| 22         | -2975143,94        | 124077,721          | -1540972,77        |
| 23         | -2828622,85        | 350264,608          | -1357586,18        |
| 24         | -2688676,43        | 566302,083          | -1182428,46        |
| 25         | -2555009,65        | 772645,568          | -1015130,39        |
| 26         | -2427340,75        | 969730,051          | -855339,284        |
| 27         | -2305400,57        | 1157971             | -702718,291        |
| 28         | -2188932,07        | 1337765,24          | -556945,676        |
| 29         | -2077689,72        | 1509491,79          | -417714,14         |
| 30         | -1971439,02        | 1673512,66          | -284730,172        |

Tabla 65: Parámetros económicos: Payback (Fuente: Elaboración propia).

Se puede observar que en los escenarios con el precio mínimo y medio la inversión no llega a amortizarse, aunque en el segundo quede relativamente cerca. En estos casos no sería recomendable realizarla sin una subvención estatal como respaldo.

En el único escenario en el que saldría rentable la inversión es en el que el precio de venta de la energía alcanza valores de 2013, de más de 60 €, en el que se amortizaría en el año 22, a partir del cual se empiezan a generar ingresos hasta alcanzar un montante de 1.673.512,66 € en el año 30, actualizado a día de hoy. No obstante, se sigue aconsejando acceder a las posibles ayudas o subvenciones que se puedan dar para poder hacer frente a la inversión.

Para acceder a ayudas estatales se deben consultar los BOE 12406/2017 y 1793/2007, así como el Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, donde se detallan los tipos de instalaciones que se pueden acoger a ayudas económicas y las cuantías de estas así como las condiciones para recibirlas.

## **ANEJO V**

# **ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **ÍNDICE:**

- 1. MEMORIA INFORMATIVA**
- 2. MEMORIA DESCRIPTIVA**
- 3. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN**
- 4. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD**





# 1. Memoria informativa

## 1.1 Objeto del estudio

El presente estudio se realiza con la intención de definir y establecer las acciones recomendadas con el fin de minimizar los riesgos durante las distintas fases de ejecución del proyecto.

Se pretende con esto dar cumplimiento a todo lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97 de Octubre, por el que establecen criterios mínimos de seguridad y salud en las obras de construcción. Todo ello en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre de Prevención de Riesgos Laborales, que en su artículo 6 dispone: *“Estudio básico de seguridad y salud El promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un estudio de seguridad y salud en los proyectos de obras en que se den alguno de los supuestos siguientes:*

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 75 millones de pesetas (450.759,08 €).
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiendo por tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas. “

La finalidad del presente Estudio de Seguridad y Salud es servir como base para la redacción de un plan propio de Seguridad y Salud por parte del contratista, como se especifica en el artículo 7 del Real Decreto 1627/1997: *“1. En aplicación del estudio de seguridad y salud o, en su caso, del estudio básico, cada contratista elaborará un plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio o estudio básico, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.*

*2. El plan de seguridad y salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra.”*

En él que se revisarán y cumplimentarán los análisis y las medidas tomadas frente a los riesgos que aquí se exponen y los que crea oportunos el director de la obra. Por lo tanto el siguiente análisis de riesgos podrá ser variado por el contratista cuando cuente con otros equipos y maquinaria o bien sea adaptado a otra tecnología de construcción.

## **2. Memoria descriptiva**

### **2.1 Ubicación**

El proyecto se desarrollará en la provincia de Soria, en la Comunidad Autónoma de Castilla y León, en el término municipal de Ólvega. La obra se realizará en una finca de la localidad.

### **2.2 Climatología**

El clima de la zona entra dentro del rango considerado como mixto-húmedo por el programa PVSYST. Esto quiere decir que tiene cambios notables entre las estaciones de invierno y verano, tanto en temperatura como en precipitaciones.

### **2.3 Accesos y vallado**

A fin de evitar el acceso a la obra de cualquier persona ajena a la misma, se realizará un vallado perimetral del espacio destinado para el proyecto. Igualmente se colocará una puerta de acceso en el lado más cercano a la carretera. En el momento que comience la obra se colocarán carteles prohibiendo el acceso a la obra de personas ajenas a la misma.

### **2.4 Interferencias y servicios afectados**

Cuando se dé la circunstancia de que en el mismo punto de trabajo se realicen obras por dos personas pertenecientes a dos o más empresas diferentes, se debe asegurar su completa colaboración en materia de prevención de riesgos laborales.

Con dicho fin debe darse cumplimiento a los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, estableciendo por tanto los medios de coordinación necesarios y su correspondiente información a los trabajadores por medio de sus superiores.

### **3. Análisis de riesgos y su prevención**

El método más sencillo para analizar los riesgos que puedan darse durante la obra y utilizar las medidas adecuadas en cada caso es la división de los trabajos según las especialidades de los trabajadores. Por lo tanto el siguiente análisis se dividirá atendiendo a las fases del montaje según las cuadrillas, así como una serie de maquinaria, equipos y medios auxiliares que se van a utilizar a lo largo de la obra.

#### **3.1 Análisis de riesgos generales durante el proceso de montaje de la instalación fotovoltaica**

##### **3.1.1 Riesgos generales**

- Incendios.
- Explosiones.
- Caída de objetos desprendidos.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Riesgo por agentes químicos.
- Riesgo por agentes físicos.
- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos, posturas inadecuadas o movimientos repentinos.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Atropellos o choques con o contra vehículos.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas, tractores o vehículos.
- Accidente por agente biológico.

### 3.1.2 Medidas de prevención a adoptar

Dentro de toda la operación de montaje de la instalación habrán de ser respetadas, por un lado las medidas preventivas de carácter general a todo el proceso, así como otras particulares de cada fase. A continuación se exponen aquellas medidas preventivas de carácter general que habrán de ser respetadas en todo el proceso:

#### 3.1.2.1 Sistemas de protección colectiva

La señalización de seguridad utilizada, tendrá las características detalladas en la tabla siguiente:

| SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD                             |                      |                    |                    |                   |
|-------------------------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| Tipo de señal                                         | Forma                | Color de seguridad | Color de contraste | Color del símbolo |
| Señales de prohibición                                | Círculo              | Rojo               | Blanco             | Negro             |
| Señales de advertencia                                | Triángulo equilátero | Amarillo           | Negro              | Negro             |
| Señales de salvamento                                 | Rectangular          | Verde              | Blanco             | Blanco            |
| Señales de obligación                                 | Círculo              | Azul               | Blanco             | Blanco            |
| Señales relativas a equipos de lucha contra incendios | Rectangular          | Rojo               | Blanco             | Blanco            |

Tabla 66: Código de señalización por colores (Fuente: Iberdrola)

Las señales de seguridad podrán ser completadas por los letreros preventivos auxiliares que contienen un texto proporcionando información complementaria. Se utilizan conjuntamente con la señal normalizada y serán de forma rectangular, con la misma dimensión máxima de la señal a acompañar y colocados debajo de ésta.

- Cinta de señalización: Para señalar obstáculos, caída de objetos, se delimitará la zona con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinadas 60° con la horizontal.
- Cinta de delimitación de la zona de trabajo: La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad, representa un riesgo al no poderse eliminar, debe señalizarse en los posibles accesos mediante cintas de color rojo o bandas rojas y blancas y cartel indicativo.
- Señales óptico-acústicas de vehículos de obra: Las máquinas autoportantes de realización de excavaciones mecánicas a cielo abierto deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (preferiblemente ambas) para la indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina se dispondrá de un señalizador rotativo luminoso destellante de color ámbar para alertar de su presencia en la circulación viaria.
- Dos pilotos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivos de balizamiento de posición y señalización (conos, cintas, mallas, lámparas destellantes, etc.).
- Iluminación:
  - La iluminación tendrá 20 lux en zonas de paso y entre 200-300 lux en zonas de trabajo.
  - Los accesorios de iluminación exterior serán estancos a la humedad.
  - Las lámparas portátiles manuales de alumbrado eléctrico serán alimentadas a 24 Voltios.
  - Se prohíbe la utilización de iluminación por llama.
- Protección de personas contra contactos eléctricos:
  - La instalación eléctrica se ajustará al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y será avalada por instalador autorizado.
  - Los cables serán adecuados a la carga que han de soportar, conexiados a las bases mediante clavijas normalizadas blindadas, e interconexiadas con uniones antihumedad y antichoque.
  - Los fusibles serán blindados y calibrados según la carga máxima del circuito a proteger.
  - Existirá continuidad en la toma de tierra en las líneas de suministro interno de la obra, y las máquinas fijas dispondrán de toma de tierra independiente.
  - Las tomas de corriente dispondrán de neutro, tendrán enclavamiento y serán blindadas.
  - En los tajos en condiciones de humedad muy elevada, es preceptivo el empleo de transformador portátil de seguridad de 24 V o protección mediante transformados de separación de circuitos.
- Prevención de caídas a distinto nivel de personas u objetos: En zonas de paso con riesgo de caída de más de 2 metros, el operario estará protegido con arnés de seguridad amarrado a un punto fijo.

- Cabina de la maquinaria: Todas las máquinas dispondrán de cabina o pórtico de seguridad resguardando el habitáculo del operador, dotada de perfecta visión frontal y lateral, estando provista permanentemente de cristales o rejillas irrompibles, para proteger de la caída de materiales. Además, dispondrá de una puerta a cada lado.
- Prevención de incendios, orden y limpieza:
  - En cada una de las cabinas de la maquinaria utilizada, en la ejecución de los trabajos, se dispondrá de extintor.
  - El grupo electrógeno tendrá en sus inmediaciones un extintor con agente seco o producto alógeno para combatir incendios.
  - No se debe utilizar agua o espumas para combatir conatos de incendio en grupos electrógenos o instalaciones eléctricas en general.

### **3.1.2.2 Normas de carácter general**

- Queda prohibido terminantemente cualquier trabajo al pie de taludes que presenten síntomas de inestabilidad.
- Se prohíbe la presencia de personal en la proximidad de las máquinas cuando éstas están en movimiento.
- No se permitirá el acopio de materiales a una distancia inferior a 2 metros del borde de la excavación.
- Todos los trabajos que se realicen en la proximidad de líneas de en tensión, deberán realizarse bajo la supervisión de un vigilante de la empresa suministradora.
- Los operarios de la máquina deberán estar habilitados por escrito para ello por su responsable técnico superior y conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente que el mantenimiento ha sido realizado y que la máquina está a punto para el trabajo.
- Antes de poner la máquina en marcha, el operador debe realizar los controles pertinentes de acuerdo con el manual del fabricante.
- El personal deberá bajar y subir siempre por escaleras sólidas y seguras, que sobrepasen en 1 metro el borde el nivel al que se accede.
- Todos los trabajos por encima de 2 metros de altura se realizarán con arnés de seguridad amarrado a un punto de seguridad.

### **3.1.2.3 Circulación en la obra**

- La circulación en la obra para vehículos pesados estará limitada a 20 Km/h.
- La velocidad de circulación en la obra para vehículos ligeros estará limitada a 40 Km/h.
- Los vehículos de carga, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente, de longitud 1,5 veces la separación entre ejes, y no inferior a 6 metros.
- Las máquinas que han de circular por la obra, se mantendrán suficientemente apartadas de los bordes del talud, para que su peso no provoque derrumbes, en general esta distancia no será menor a 2 metros, pudiendo aumentar en terrenos con poca estabilidad.
- Siempre que un vehículo o máquina inicie un movimiento imprevisto lo anunciará con una señal acústica. Cuando sea marcha atrás o el conductor esté falto de visibilidad, la maniobra será dirigida por un operario o más en el exterior del vehículo.
- Cuando sea necesario que un vehículo se aproxime al borde de la excavación se dispondrán topes de seguridad, comprobándose previamente la resistencia del terreno al peso del mismo.
- El acceso del personal, a ser posible, se realizará por vías diferentes a las utilizadas por los vehículos.
- En cuanto a circulación de los transportes por vía pública, han de cumplirse en todo momento las normas viales de seguridad establecidas por la autoridad competente para este tipo de transporte.

## **3.2 Obra civil**

El proceso constructivo que se va a seguir para el desarrollo de los trabajos es el siguiente:

- Movimiento de tierras.
- Extendido de materiales.
- Excavaciones.
- Montaje de elementos.

### **3.2.1 Excavación de zanjas**

#### **3.2.1.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los riesgos asociados a la excavación de las zanjas serán los siguientes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos en manipulación.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamiento por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Atropello o golpes con vehículos.
- Proyección de fragmentos o partículas.

#### **3.2.1.2 Medidas de prevención a aplicar**

- En esta clase de trabajos se establecerán las fortificaciones y revestimientos para contención de tierras que sean necesarios, a fin de obtener la mayor seguridad para los trabajadores.
- Quedarán prohibidos los acopios de tierras y materiales a una distancia inferior a los dos metros del borde de la zanja.
- Se evitará la acumulación de materiales u otros objetos pesados junto al borde de las zanjas, y en caso inevitable se tomarán las precauciones necesarias para impedir el derrumbamiento de las paredes y la caída al fondo de dichos materiales u objetos.
- Se cumplirá la prohibición de presencia de personal en las proximidades de las máquinas durante su trabajo.
- Se revisará el estado de cortes o taludes a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos



transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaria para el movimiento de tierras.

- Los trabajos a realizar en los bordes de las zanjas con taludes no muy estables se ejecutarán sujetos con el cinturón de seguridad amarrado a puntos fuertes ubicados en el interior de las zanjas.
- Se efectuará un achique inmediato de las aguas que afloran en el interior de las zanjas para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- Se tenderá sobre la superficie de los taludes un aglutinado de consolidación temporal de seguridad para la protección de los trabajos a realizar en el interior de la zanja.
- Las bocas de los pozos o zanjas de inclinación peligrosa deberán ser convenientemente protegidos en lo que las exigencias de trabajo lo permitan, mediante sólidas barandillas de 0,9 metros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Cuando la profundidad de la zanja sea igual o superior a los dos metros se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de dos metros del borde de la zanja.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 cm de anchura, bordeados con barandillas sólidas de 90 cm de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Se señalizará el recinto de la obra mediante vallas tipo ayuntamiento, ubicadas a dos metros del borde superior de la zanja o de las cintas de balizamiento.
- Antes de entrar en pozos o galerías en que por circunstancias especiales se ha de temer la existencia de un ambiente peligroso o tóxico se harán las pruebas necesarias para conocer el estado de la atmósfera. Los trabajadores no podrán penetrar hasta después de haber tomado las precauciones oportunas para impedir en absoluto cualquier accidente por intoxicación o asfixia.
- Se dispondrá de una buena ventilación, natural o forzada, en pozos o galerías subterráneas, manteniendo en el ambiente necesario ambiente de pureza.
- Cuando se empleen medios mecánicos para subida y descenso de los trabajadores, se adoptarán todas las medidas de seguridad correspondientes.
- Las escaleras destinadas a este objeto serán preferentemente metálicas, de resistencia adecuadas y permitirán que en su utilización los trabajadores puedan asirse a ellas fácilmente con las manos.
- Las escaleras estarán provistas de mecanismos antideslizantes en su pie y ganchos de sujeción en la parte superior.

- Queda prohibido servirse del propio entramado o entubado para el descenso o ascenso de los trabajadores.
- Si los trabajadores requieren iluminación, se efectuará mediante lámparas de 24 Voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora y de carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Deberán tomarse las precauciones adecuadas para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que en el interior de las zanjas o túneles se produzcan incendios, caídas de materiales o irrupción de aguas.
- Cuando en los trabajos subterráneos se emplee alumbrado eléctrico, se dispondrá de otro complementario de seguridad que permita la evacuación del personal en caso de falla de corriente.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán tras ser estudiado el problema por la dirección y siguiendo sus instrucciones expresas.
- Por las noches las excavaciones se balizarán con cinta reflectante y señales indicativas de riesgos de caídas.
- En el revestimiento de zanjas, pozos, galerías, etc., con obra de fábrica u hormigón, las entubaciones se quitarán metódicamente a medida que los trabajos de revestimiento avancen y solamente en la medida en que no pueda perjudicar a la seguridad del personal.

### **3.2.1.3 Equipo de protección individual a utilizar**

Los equipos de protección personal a utilizar son los siguientes:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra proyección de partículas.
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos.
- Guantes de trabajo.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero.
- Botas de agua de seguridad con puntera reforzada en acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción, cuerdas o cables salvavidas con puntos de amarre establecidos previamente.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

### **3.3 Riesgos generales**

#### **3.3.1 Manipulación manual de cargas**

Se entiende por manipulación manual de cargas cualquier operación que implique transporte, levantamiento, sujeción, colocación o desplazamiento por parte de uno o varios trabajadores de cualquier carga que por sus características o condiciones de ergonomía inadecuada pueda entrañar riesgos para los trabajadores.

##### **3.3.1.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los posibles riesgos que se pueden dar en esta actividad se pueden resumir en los siguientes:

- Sobreesfuerzo del personal.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes contra objetos o herramientas.
- Pisadas sobre objetos.
- Caída del objeto que se está manipulando.
- Choque contra objetos inmóviles.

##### **3.3.1.2 Medidas de prevención a aplicar**

- A la hora de levantar cualquier tipo de carga es aconsejable que el operario se acerque a ella, con el centro de gravedad lo más próximo posible y siempre que se pueda por encima del centro de gravedad de la carga, de esta forma es más fácil conservar el equilibrio.
- El equilibrio es fundamental para el correcto levantamiento de las cargas. Esto sólo se consigue teniendo los pies situados correctamente, esto es, enmarcando la carga, con los pies ligeramente adelantado uno respecto al otro y separados la anchura de los hombros.
- La técnica más segura para el levantamiento de peso es la siguiente:
  - Situación de la carga cerca del cuerpo.

- Posición plana de la espalda, con la columna vertebral recta y alineada. El arquear la espalda entraña riesgo de lesión de columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.
- La torsión del tronco mientras se levanta la carga puede producir lesiones igualmente. Si se necesita girar es aconsejable orientarse en la dirección que se va a mover después de levantarlo o bien hacerlo en dos acciones, primero levantar el objeto correctamente y después girar mediante pequeños desplazamientos de los pies.
- No doblar la espalda mientras se levanta el peso.
- Es mejor aspirar en el momento de iniciar el esfuerzo, de esta forma le llega todo el oxígeno posible a los músculos.
- Utilizar los músculos más fuertes. Sobre todo piernas, muslos y brazos.
- Utilizar la palma de la mano y la base de los dedos para coger correctamente el objeto.
- Poner cazos bajo el objeto si este es pesado y necesita de una ayuda para meter las manos.
- Utilizar los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga, la posición correcta es con las piernas flexionadas, con las rodillas dobladas de forma que muslo y pantorrilla formen un ángulo de 90°.
- Para empujar cargas se debe hacer utilizando los músculos de las piernas, y apoyado sobre los hombros, no las manos, de esta forma se desarrolla más fuerza de forma más segura.
- La manera correcta de utilizar los brazos es de manera que sostengan la carga, pero la eleven, trabajando en tracción, es decir completamente estirados. De esta manera se evita la fatiga inútil, que ocurre cuando se levanta el objeto, flexionando el músculo y obligando al bíceps a realizar un esfuerzo mucho mayor que el peso que se levanta.
- Recorridos lo más corto posible.
- Es aconsejable que la carga no impida ni la visión ni andar de manera natural. Intentado mantener un pie como mínimo por detrás de la carga por si esta cae, tener opciones de esquivarla.
- Cuando se pueda es mejor utilizar el peso del propio cuerpo, asegurándose la posición recta de la espalda, de esta forma se reduce de manera considerable el esfuerzo que hacen brazos y piernas,. Ejemplos de esto pueden ser empujar para desplazar un móvil (por ejemplo una carretilla, que se empuja lleva con los brazos totalmente extendidos para transmitir íntegramente el peso del cuerpo para el movimiento) o utilizar el propio cuerpo como contrapeso para frenar el descenso de una carga.

- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg la operación de movimiento manual la deben realizar dos personas.
- En las operaciones que se encuentren varias personas no se debe hacer nada improvisando, pues una acción de uno de los operarios puede herir a los demás. Se debe elegir un jefe de equipo que dirija los movimientos de los demás.
- El jefe se encarga de la evaluación del peso de la carga, que marcará el número de operarios para levantarla, fases y movimientos con que contará la maniobra, así como recorrido a cubrir y las posibles dificultades que puedan surgir.
- Cuando se levanta una carga que después se va a depositar en el hombro es mejor encadenar los movimientos, de forma que se aprovecha el impulso tomado al principio para levantar la carga.
- Se debe explicar claramente a los portadores los detalles que componen la operación, como ademanes a utilizar, posición de manos y pies, hombro sobre el que cargar, etc.
- La carga de los trabajo se realiza según su talla, de forma que los más bajo se encuentren delante en el sentido de la marcha para tener mejor visión de lo que le rodea.
- En caso de que la carga se desplace entre dos o más operarios es aconsejable que los portadores se encuentren ligeramente desplazados uno del otro con la finalidad de mejorar la visibilidad del trasero. Es mejor si los portadores andan a contrapié, de esta forma se evitan sacudidas del objeto. Se debe asegurar el mando de la maniobra (una sola persona, el jefe de la operación que da las órdenes).
- Se deben mantener libre de obstáculos o utensilios los espacios en los que se esté realizando esta operación.
- Es aconsejable preparar la carga antes de cogerla antes que cogerla de manera inestable o desequilibrada.
- Se deben tomar momentos de descanso en cada hora de trabajo de carga para no forzar demasiado la espalda.

### **3.3.1.3 Equipo de protección personal**

Los medios que se deben utilizar en este tipo de operaciones son:

- Casco de seguridad contra impactos.
- Botas de seguridad con punta reforzada en acero y suela antideslizante.

- Guantes de trabajo.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.
- Cinturón de banda ancha para las vértebras dorsolumbares.

### **3.3.2 Transporte y descarga de material**

#### **3.3.2.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los riesgos asociados con el transporte de los diversos materiales son los siguientes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos o golpes con vehículos.
- Choque con objetos fijos o móviles.
- Posibilidad de quedar atrapado por el vuelco de una máquina o vehículo.

#### **3.3.2.2 Medidas de prevención a aplicar**

A la hora de trabajar con máquinas que transportan los materiales se debe tener en cuenta el daño potencial que puede causar, y extremar las precauciones cuando se está frente a maquinaria. Algunas de estas son:

- Los vehículos sólo deben ser conducidos por personal cualificado para ello.
- Se deben respetar en todo momento las normas marcadas en el código de circulación vial, así como las particulares de la obra.
- La velocidad de circulación en la obra se verá condicionada por la visibilidad, condiciones del terreno y consonancia con la carga transportada.
- No se deben llevar pasajeros fuera de la cabina.
- Se debe cuidar de los caminos para que no se encuentren barrizales demasiado grandes, de forma que se asegure que no baja el nivel de seguridad en la circulación interna de la obra.
- Es aconsejable que el conductor se limpie el barro adherido al calzado con el fin de asegurar que no vaya a resbalar sobre los pedales del vehículo.

- Si el vehículo tuviera que parar en rampa por alguna causa, lo hará con topes para no caer cuesta abajo.
- Las maniobras que se realicen dentro del recinto de la obra se harán anunciándolo anteriormente, sin brusquedades y apoyándose en el demás personal.
- Utilización de una pantalla, como gafas de trabajo, para evitar la entrada de polvo u otros materiales a los ojos, así como una mascarilla para cubrir boca y nariz.

### **3.3.2.3 Equipo de protección individual a utilizar**

Los equipos de que se aconsejan son:

- Casco de seguridad (para cuando el conductor baja de la cabina).
- Mascarilla de protección contra ambiente pulvígenos.
- Guantes de trabajo.
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos.
- Cinturón de banda ancha para las vértebras dorsolumbares.
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

### **3.3.3 Trabajos próximos a elementos en tensión**

#### **3.3.3.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los riesgos que se pueden correr durante los trabajos cercanos a puntos que trabajan en tensión son los siguientes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos indirectos.
- Contactos eléctricos directos.
- Electrocuciiones.
- Incendios.

### 3.3.3.2 Medidas de prevención a aplicar

- Se deben respetar todas las normas concernientes a las disposiciones mínimas a seguir para la protección de la seguridad y salud de los empleados frente al riesgo eléctrico, como lo dispuesto en el Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio.
- Debido a la peligrosidad de trabajar cerca de elementos en tensión o líneas eléctricas, el trabajo debe ser dirigido por el jefe del trabajo en cuestión. Esta persona debe ser un trabajador cualificado, que será responsable de que se cumplan todas las medidas de seguridad y se respetan las distancias mínimas mientras se realizan los trabajos por personal autorizado.
- Cabe destacar la diferencia entre personal cualificado y personal autorizado. Éste último es todo aquel trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos de riesgo eléctrico en base a su capacidad para llevarlos a cabo correctamente, mientras que el personal cualificado es aquel trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, acreditado por su experiencia profesional o universitaria, o bien por experiencia certificada de más de dos años en estas labores.
- La utilización de equipos adecuados al riesgo del trabajo es obligatoria, estos pueden ser alfombrillas aislantes, casco, pértigas, guantes, pantalla facial, herramientas aisladas, así como cualquier elemento de protección, ya sea individual o colectivo siempre que esté homologado. Se deben colocar tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión.
- Cuando en las proximidades del trabajo se encuentren partes activas, se deberán aislar correctamente mediante capuchones, vainas o elementos similares en todos los cables, incluyendo al neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajos próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

| Un  | D <sub>PEL-1</sub> | D <sub>PEL-2</sub> | D <sub>PROX-1</sub> | D <sub>PROX-2</sub> |
|-----|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| ≤1  | 50                 | 50                 | 70                  | 300                 |
| 110 | 160                | 100                | 210                 | 500                 |
| 132 | 180                | 110                | 330                 | 500                 |
| 220 | 260                | 160                | 410                 | 500                 |
| 380 | 390                | 250                | 540                 | 700                 |

Tabla 67: Distancias mínimas de seguridad a elementos en tensión según voltaje  
(Fuente: Iberdrola)

Siendo:

- D<sub>PEL-1</sub>: Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).



- $D_{PEL-2}$ : Distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- $D_{PROX-1}$ : Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).
- $D_{PROX-2}$ : Distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo.

Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.

Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras o protectores aislantes) se deberá:

- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptarse para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

### **3.3.3.3 Equipo de protección a utilizar**

Los equipos de protección que se deben utilizar en la proximidad de elementos que están bajo tensión son:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.

### **3.3.4 Trabajos en tensión**

#### **3.3.4.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los posibles accidentes que se pueden dar mientras se realizan estas operaciones son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Contactos eléctricos.
- Incendios.

#### **3.3.4.2 Medidas de prevención a aplicar**

- En este tipo de trabajos los operarios deben tener la formación adecuada y estar cualificados para ello. Se deben haber desarrollado procedimientos específicos y los procedimientos utilizados y el equipo a emplear deben ser los adecuados. Se debe cumplir siempre lo descrito en el Real Decreto 614/2001 sobre las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Todas aquellas partes en las que se vayan a realizar trabajos de esta índole deben estar correctamente marcadas de forma visible, así como disponer de espacio suficiente y de medios de iluminación para el trabajo. En caso necesario se colocará una señalización lo suficientemente llamativa para atraer la atención sobre los riesgos más representativos.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables, en las proximidades del camino de acceso, vías de tránsito para mantenimiento o de equipos eléctricos de corte y control. Los materiales inflamables en especial deben mantenerse alejados de las zonas con riesgo de arco eléctrico, de forma que los trabajos en tensión solamente se llevarán a cabo una vez se suprima cualquier riesgo de incendio o explosión.
- Los operarios deben estar formados para el trabajo y especialmente entrenados dependiendo de para qué trabajos. Deben utilizar equipos de protección individuales adecuados a las circunstancias y no deben llevar objetos metálicos tales como pendientes, cadenas anillos, etc.
- En las zonas donde la comunicación sea complicada, los trabajos en tensión deben realizarse por un mínimo de dos personas con conocimientos de primeros auxilios por si ocurriera algún accidente.

- Los equipos que se vayan a utilizar durante la obra en trabajos de tensión deben estar perfectamente definidos, así como su utilización, almacenamiento, conservación, transporte o inspecciones.
- Se han de tener en cuenta parámetros como altitud y contaminación, particularmente en alta tensión, porque pueden deteriorar la calidad del aislamiento de las herramientas y equipos.
- Cuando se requiera la parada del trabajo por condiciones ambientales adversas, el personal se ha de encargar de dejar los materiales y equipos en posición segura y deben alejarse de la misma manera.

#### **3.3.4.3 Equipo de protección individual a utilizar**

Los operarios que lleven a cabo estos trabajos deben estar completamente protegidos contra cualquier accidente que pudiera suceder, los equipos mínimos de los que se debe disponer son:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico.
- Botas con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante.
- Guantes dieléctricos de baja tensión.
- Guantes dieléctricos de alta tensión.
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico.
- Arnés de seguridad.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

### **3.4 Maquinaria a emplear**

#### **3.4.1 Retroexcavadora**

##### **3.4.1.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los riesgos que se asocian con la utilización de retroexcavadoras son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caída de objetos en manipulación.

- Choque contra objetos móviles o inmóviles.
- Exposición a ambientes pulvígenos.
- Atrapamiento por vuelco de la máquina.
- Contactos eléctricos.
- Atropellos o golpes en vehículos.

#### **3.4.1.2 Medidas de prevención a aplicar**

- Toda la maquinaria de elevación que se vaya a emplear en la obra debe cumplir con todas las normativas vigentes que les atañan y satisfacer las condiciones de estabilidad, resistencia, construcción etc. Deben estar provistos de todos los elementos, mecanismos o dispositivos de seguridad que se requieran con tal de asegurar que se evita toda clase de accidente que puedan afectar a los operarios que trabajen en las proximidades. Se ha de prestar especial atención a los dispositivos destinados a evitar:
  - La caída o retorno de la jaula, plataforma, cuchara, vagoneta, pala, etc., o en general el receptáculo del vehículo a causa de la avería de la máquina o de rotura de cables, cadenas, etc.
  - Caída de personas y materiales de los receptáculos de los vehículos o por huecos existentes en la caja.
  - Puesta en marcha de manera fortuita o velocidades excesivas que resulten peligrosas.
- Todo personal encargado de vehículos y maquinaria destinado al movimiento de tierras y manipulación de materiales deberá recibir una formación especial, y deberá estar cualificado para la función.
- La máquina y sus componentes deberán ser comprobados periódicamente para asegurar su completa funcionalidad. Estos trabajos nunca se harán con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- Antes de cada turno de trabajo es aconsejable que cada operario compruebe que los mandos funcionan correctamente y que la posición del asiento es la adecuada para llegar a los mismos sin dificultad.
- Durante la obra se deberá mover a velocidades muy moderadas, especialmente en los lugares con más riesgo como son las pendientes, rampas, bordes de excavación, borde zanjas, cimentaciones, estructuras, etc. En caso de estar en cuesta, antes de liberar los frenos de la máquina se debe asegurar que se han colocado los cazos destinados a sujetarla.

- En la maniobra de marcha a atrás se deben extremar las precauciones. No obstante, la máquina debe contar con señalización acústica al menos (o luminosa y acústica) para indicar este movimiento.
- La cabina debe contar con extintor de incendios por si ocurriera algún accidente relacionado con el fuego.
- Durante la manipulación de esta maquinaria está completamente prohibido fumar.

### **3.4.1.3 Equipo de protección a utilizar**

Los equipos mínimos con los que debe contar el operario son:

- Casco de seguridad contra choque o impactos (para el operario cuando abandone la cabina).
- Guantes de trabajo.
- Botas con puntera reforzada y antideslizante.
- Gafas de protección contra ambiente pulverígeno.
- Mascarilla de protección contra ambientes pulverígenos.
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección contra el mal tiempo.

## **3.4.2 Grúa**

### **3.4.2.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los riesgos asociados a esta actividad son:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Choque contra objetos móviles/inmóviles.
- Atrapamiento por vuelco de máquina o vehículos.
- Atropellos o golpes con vehículos.

- Contactos eléctricos.

### **3.4.2.2 Medidas de prevención a aplicar**

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de la pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de pallets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del pallet para colocar en él el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que están enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señalizaciones pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambas la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son las siguientes:
  - Maquinista: No podrá padecer defectos en sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. Así mismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:
    - Comprobar el funcionamiento de los frenos.
    - Comprobar las partes sujetas a desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
    - Comprobar el funcionamiento de topes, gancho y trinquetes.
    - Comprobar los testigos y contrapesos.
    - Comprobar la tensión de los cables cuando esté arriestrada.
    - Una vez por semana se deberán hacer las siguientes comprobaciones:

- Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
  - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos los elementos, especialmente los de giro.
  - Comprobación del estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación en general.
- Enganchador: Es el operario que hace el enganche de la carga, se encargará de:
- Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
  - Cuidará de que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
  - Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
  - En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablonos, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.
- Señalista: Cuando las cargas a transportar están fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
- Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
  - Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el maquinista pueda verle a él y advertir sus señales.
  - Impedirá que se encuentren personas es la vertical de la carga en todo su recorrido.
  - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

### **3.4.2.3 Equipo de protección a utilizar**

Los equipos que se van a utilizar son:

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando abandone la cabina).
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de trabajo.

- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética).
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos (si la cabina no es hermética).
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares.
- Ropa de protección para el mal tiempo.

### **3.4.3 Amasadora**

#### **3.4.3.1 Medidas de prevención a aplicar**

- La máquina debe estar situada en superficie llana y consistente en todo momento.
- Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasa.
- Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funciones la máquina o cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada de la alimentación general.

#### **3.4.3.2 Equipo de protección a utilizar**

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos.
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas.
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos.
- Protecciones auditivas.
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos por el tambor cuando gira.



## 3.5 Máquinas herramientas y herramientas manuales

### 3.5.1 Riesgos asociados a esta actividad

Los riesgos a los que se expone el operario al utilizar estas herramientas son los siguientes:

- Golpes o cortes con los objetos en manipulación.
- Proyección de fragmentos y partículas.
- Atrapamiento por o entre o objetos
- Exposición a ambientes pulvígenos.
- Exposición al ruido.

### 3.5.2 Medidas de prevención a aplicar

- En caso de precisar de cortar algún material por medio de oxicorte, se aconseja trabajar con la presión recomendada por el fabricante. Cuando se deje de utilizar la herramienta, la boca del soplete deberá dirigirse hacia espacio libre o elementos no inflamables.
- Si se trabaja en espacios cerrados se deberá contar con la ventilación adecuada. En el caso de máquinas o herramientas accionadas por energía térmica o motores de combustión sólo se pueden emplear al aire libre o en locales perfectamente ventilados. De esta forma se extrae del ambiente el exceso de gases nocivos como monóxido de carbono, así como las partículas que pudieran quedar suspendidas en el aire.
- Las herramientas de combustión se deben tener siempre en un estado óptimo, llevándose periódicamente una limpieza de calibres, boquillas, conductos y dispositivos de ignición y disparo, etc. El llenado del dispositivo de carburante se debe hacer con el motor en parada, de esta forma se evita la posible ignición de los gases desprendidos por la gasolina.
- Cuando se trate de herramientas neumáticas, antes de realizar la acometida se deben realizar una serie de acciones, como son la purga de las condiciones de aire, la verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme y realizar un examen de la situación de los tubos flexibles, esto es revisar la no existencia de codos o dobleces que obstaculicen el paso del aire comprimido, asegurando también que las mangueras se encuentran dispuestas de tal manera que nadie corra riesgo de tropezarse con ellas ni dañadas por ningún vehículo.

- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- Debe cerrarse la llave de aire de las herramientas neumáticas antes de abrir la manguera.
- Se ha de tener cuidado con las máquinas neumáticas, pues no dejan de tener peligro si están conectadas a la manguera de aire. Así mismo, no se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Nunca se debe doblar la manguera para cortar la entrada de aire y cambiar la herramienta. Tampoco se debe apoyar todo el peso sobre ella, ya que puede deslizarse y hacer caer al operario sobre la superficie en la que trabaje.
- Las condiciones que se deben cumplir al terminar de utilizar cualquier herramienta neumática son:
  - Cerrar la válvula de alimentación de alimentación de aire.
  - Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
  - Desconectar la máquina.
- Para las máquinas o herramientas hidráulicas se debe fijar mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre una superficie nivelada y estable, con el entorno libre de obstáculos.
- Deben utilizarse en todo momento de gafas de seguridad y guantes de trabajo con el fin de protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que vayan a proyectarse.
- Para máquinas-herramientas eléctricas es muy importante la comprobación periódica del estado de las protecciones, tales como:
  - el cable de tierra (que no se encuentra seccionado).
  - Fusibles.
  - Disyuntor.
  - Transformador de seguridad.
  - Interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad.
  - Doble aislamiento.

- No se deben arrastrar los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deben revisar periódicamente y desechar los que presenten el aislamiento deteriorado.
- Se deben comprobar las aberturas de ventilación de las máquinas están perfectamente despejadas.
- La desconexión se debe hacer de una manera correcta, nunca mediante un tirón brusco.
- Todo operario que utilice estas herramientas debe estar adiestrado en su uso dada la gran peligrosidad de las mismas.
- No se deben utilizar ropas holgadas durante estos trabajos, pues ayudan al atrapamiento por parte de la máquina, lo que puede ser muy peligroso.
- Los resguardos de las sierras portátiles siempre deberán estar colocados para minimizar el riesgo de cortes por accidente.
- En caso de trabajar en locales húmedos se deben adoptar las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Cuando se utilicen herramientas eléctricas portátiles en tareas de corte, desbaste, etc. se debe hacer uso de unas gafas de seguridad panorámicas.

### **3.6 Instalaciones provisionales**

Se consideran en este apartado los riesgos y medidas preventivas a adoptar en las instalaciones provisionales de la obra.

#### **3.6.1 Instalación provisional eléctrica**

La instalación eléctrica provisional se montará a partir del punto fijado por la Propiedad. La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores de energía activa y reactiva, si así se requiriese.

A continuación se pondrá el cuadro general de mando y protección, que consta de un seccionador general automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 30 mA de sensibilidad.

En los cuadros parciales se instalarán diferenciales de 30 mA y el cuadro estará construido de manera que impida el contacto de los elementos en tensión.

De este cuadro saldrán los circuitos necesarios para suministrar a los cuadros secundarios para alimentación de los diferentes medios auxiliares, debiendo estar todos ellos protegidos convenientemente con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadros secundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según las necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con el fin de disminuir lo posible la longitud y el número de líneas.

### **3.6.1.1 Riesgos asociados a esta actividad**

Los riesgos asociados a las instalaciones provisionales son los siguientes:

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/cortes con objetos o herramientas.
- Contactos eléctricos.

### **3.6.1.2 Medidas de prevención a aplicar**

- Solamente el personal capacitado tendrá permitido operar los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Para prevenir posibles accidentes eléctricos, los operarios deberán considerar en todo momento que cualquier conductor eléctrico o parte de la instalación está conectada a tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos y al atravesar una zona de paso estarán protegidos adecuadamente.
- Si es posible se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablonos. La profundidad mínima de la zanja será de 40 cm, y el cable irá protegido en el interior por tubo rígido.

- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (llave) según la norma UNE 20-324. A pesar de ser para intemperie, se protegerán de la lluvia mediante viseras eficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Cada toma de corriente suministrará energía a un solo aparato, máquina o máquina-herramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obra y primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos térmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará conectado a tierra.
- La toma de tierra se efectuará a través de pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe terminantemente utilizarlo en otros usos.
- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de doble aislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, acceso a zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizará con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine la rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2m5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar con facilidad estarán protegidas con cubierta resistente.

- Existirá una señalización clara y sencilla que prohíba la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de los aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro en la capa aislante de protección.

### **3.6.1.3 Equipo de protección individual a utilizar**

Los equipos que se utilizarán en este caso son los siguientes:

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico.
- Guantes de trabajo.
- Guantes aislantes para baja tensión.
- Botas de seguridad aislantes, con puntera reforzada y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.

## **3.7 Asistencia a accidentados**

### **3.7.1 Centros asistenciales en caso de accidente**

Para la atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.

Se dispondrá en la obra, en sitio visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

### **3.7.2 Botiquín de primeros auxilios**

Se dispondrá en la obra, en el vestíbulo o en la oficina, de un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.

Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; “mercurcromo” o “cristalmina”; amoníaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa

para agua o hielo; guantes esterilizados; Termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.

El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

## 4. Presupuesto de seguridad y salud

### 4.1 Cuadro de mediciones

| CAPÍTULO 1 Seguridad y salud |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |
|------------------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Nº                           | Código | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Medición |
| 001                          | 1.1.   | <p><b>Ud. Alquiler caseta prefabricada Oficina + aseo</b></p> <p>Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada con un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,45 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Puerta de 0,85x2,00 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., pomo y cerradura. Ventana aluminio anodizado con hoja de corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica a 220 V., diferencial y automático magnetotérmico, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1.500 W. y punto luz exterior de 60 W.</p> | 1,00     |
| 002                          | 1.2.   | <p><b>Ud. Alquiler caseta prefabricada para vestuarios</b></p> <p>Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para vestuarios de obra de 6x2,35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>                                                                                                                                                                                                                   | 2,00     |
| 003                          | 1.3.   | <p><b>Ud. Alquiler caseta para aseo 4,00x2,25 m</b></p> <p>Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos de obra de 4,00x2,25 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventana de 0,80x0,80 m. de aluminio anodizado hoja de corredera, con reja y luna de 6 mm. Equipada con termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, dos platos de ducha y un lavabo corrido con tres grifos. Instalación eléctrica monofásica a 220 V. con automático magnetotérmico.</p>                                                                                                                       | 2,00     |



| Nº  | Código Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Medición |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 004 | <p><b>1.4. Ud. Alquiler caseta prefabricada para almacén</b><br/>           Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 6x2,35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>                                                                                 | 1,00     |
| 005 | <p><b>1.5. Ud. Alquiler caseta prefabricada para comedor</b><br/>           Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para comedor de obra de 6x2,35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p>   | 2,00     |
| 006 | <p><b>1.6. Ud. Alquiler caseta prefabricada para seguridad</b><br/>           Ud. Mes de alquiler de caseta prefabricada para oficina de obra de 6x2,35 m., con estructura metálica mediante perfiles conformados en frío y cerramiento chapa nervada y galvanizada con terminación de pintura prelacada. Aislamiento interior con lana de vidrio combinada con poliestireno expandido. Revestimiento de P.V.C. en suelos y tablero melaminado en paredes. Ventanas de aluminio anodizado, con persianas correderas de protección, incluso instalación eléctrica con distribución interior de alumbrado y fuerza con toma exterior a 220 V.</p> | 1,00     |
| 007 | <p><b>1.7. Ud. Transporte de caseta prefabricada</b><br/>           Ud. Transporte de caseta prefabricada a obra, incluso descarga y posterior recogida.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 9,00     |
| 008 | <p><b>1.8. Ud. Acometida provisional eléctrica para caseta</b><br/>           Ud. Acometida provisional de electricidad a casetas de obra.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9,00     |
| 009 | <p><b>1.9. Ud. Botiquín de obra</b><br/>           Ud. Botiquín de obra instalado.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,00     |

| Nº  | Código              | Descripción                                                                                                                                                                                   | Medición |
|-----|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 010 | <b>1.10. Ud.</b>    | <b>Cartel de señalización combinado 100X70 cm.</b><br>Ud. Cartel combinado de advertencia de riesgos de 1,00x0,70 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.                   | 3,00     |
| 011 | <b>1.11. Ud.</b>    | <b>Cartel de uso obligatorio de casco contra choque eléctrico</b><br>Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado. | 1,00     |
| 012 | <b>1.12. Ud.</b>    | <b>Cartel de uso obligatorio de casco</b><br>Ud. Cartel indicativo de uso obligatorio de casco de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.                         | 1,00     |
| 013 | <b>D41CA254 Ud.</b> | <b>Cartel de prohibido el paso</b><br>Ud. Cartel indicativo de prohibido el paso a la obra de 0,40x0,30 m. sin soporte metálico, incluso colocación y desmontado.                             | 3,00     |
| 014 | <b>D41CC052 MI</b>  | <b>Valla metálica móvil</b><br>Ml. Valla metálica galvanizada en caliente, en paños de 3,50x1,90 m., colocada sobre soportes de hormigón ( 5 usos).                                           | 10,00    |
| 015 | <b>D41CC230 MI</b>  | <b>Cinta de balizamiento</b><br>Ml. Cinta corrida de balizamiento plástica pintada a dos colores roja y blanca, incluso colocación y desmontado.                                              | 100,00   |
| 016 | <b>1.16. Ud.</b>    | <b>Casco de seguridad</b><br>Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.                                                                                                             | 25,00    |
| 017 | <b>1.17. Ud.</b>    | <b>Casco de seguridad contra choque eléctrico</b><br>Ud. Casco de seguridad con desudador, homologado CE.                                                                                     | 4,00     |
| 018 | <b>D41EA220 Ud.</b> | <b>Gafas contra impactos</b><br>Ud. Gafas contra impactos antirayadura, homologadas CE.                                                                                                       | 25,00    |

| Nº  | Código   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                | Medición |
|-----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 019 | D41EA230 | <b>Ud. Gafas antipolvo</b><br>Ud. Gafas antipolvo tipo visitante incolora, homologadas CE.                                                                                                                                                 | 25,00    |
| 020 | D41EA601 | <b>Ud. Protectores auditivos</b><br>Ud. Protectores auditivos, homologados.                                                                                                                                                                | 25,00    |
| 021 | D41EC500 | <b>Ud. Cinturón antilumbago</b><br>Ud. Cinturón antilumbago cierre hebilla, homologado CE.                                                                                                                                                 | 20,00    |
| 022 | D41EC001 | <b>Ud. Mono de trabajo</b><br>Ud. Mono de trabajo, homologado CE.                                                                                                                                                                          | 25,00    |
| 023 | D41EC010 | <b>Ud. Impermeable</b><br>Ud. Impermeable de trabajo, homologado CE.                                                                                                                                                                       | 25,00    |
| 024 | D41EE010 | <b>Ud. Par de guantes de neopreno 100%</b><br>Ud. Par de neopreno 100%, homologado CE.                                                                                                                                                     | 25,00    |
| 025 | D41EE030 | <b>Ud. Par de guantes aislantes</b><br>Ud. Par de guantes aislantes para electricista, homologados CE.                                                                                                                                     | 4,00     |
| 026 | D41EG030 | <b>Ud. Par de botas aislantes</b><br>Ud. Par de botas aislantes para electricista, homologadas CE.                                                                                                                                         | 4,00     |
| 027 | D41EG015 | <b>Ud. Par de botas de seguridad</b><br>Ud. Par de botas de seguridad S3 piel negra con puntera y plantilla metálica, homologadas CE.                                                                                                      | 25,00    |
| 028 | D41GA314 | <b>Ud. Tapa provisional para pozo</b><br>Ud. Tapa provisional para arquetas, huecos de forjado o asimilables, formada mediante tablonos de madera de 20x5 cm. armados mediante clavazón, incluso colocación (amortización en dos puestas). | 1,00     |

| Nº  | Código Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Medición |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| 029 | <p><b>D41GG310 Ud. Cuadro secundario con disparador diferencial de 30 mA.</b><br/>           Ud. Armario tipo PLT2 de dos cuerpos y hasta 26Kw con protección, compuesto por: Dos armarios para un abonado trifásico; brida de unión de cuerpos; contador activa 30-90A; caja IPC-4M practicable; Int.Gen.Aut.4P 40A-U; IGD.4P 40A 0,03A; Int.Gen.Dif.2P 40A 0,03A; Int.Aut.4P 32A-U; Int.Aut.3P 32A-U; Int.Aut.3P 16A-U; Int.Aut.2P 32A-U; 2Int.Aut.16A-U; toma de corriente Prisinter c/interruptor IP 447,3P+N+T 32A con clavija; toma Prisinter IP 447,3P+T 32A c/c; toma Prisinter IP 447,3P+T 16A c/c; dos tomas Prisinter IP 447,2P+T 16 A c/c; cinco bornas DIN 25 mm<sup>2</sup>., i/p.p de canaleta, borna tierra, cableado y rótulos totalmente instalado.</p> | 9,00     |
| 030 | <p><b>D41IA040 Ud. Reconocimiento médico obligatorio</b><br/>           Ud. Reconocimiento médico obligatorio.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 30,00    |
| 031 | <p><b>D41IA001 Hr Comité en seguridad e higiene</b><br/>           Hr. Comité de seguridad compuesto por un técnico en materia de seguridad con categoría de encargado, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª, un ayudante y un vigilante de seguridad con categoría de oficial de 1ª, considerando una reunión como mínimo al mes.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 6,00     |

## 4.2 Presupuesto general de seguridad y salud

| CAPÍTULO 1 Seguridad y salud |      |      |                                              |           |          |        |             |
|------------------------------|------|------|----------------------------------------------|-----------|----------|--------|-------------|
| Nº                           | Cód. | Uds. | Descripción                                  | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
| 001                          | 1.1. | Ud.  | Alquiler caseta prefabricada Oficina + aseo  |           |          |        |             |
|                              |      | 1,00 |                                              | 1,00      | 1,00     | 150,59 | 150,59      |
| 002                          | 1.2. | Ud.  | Alquiler caseta prefabricada para vestuarios |           |          |        |             |
|                              |      | 2,00 |                                              | 2,00      | 2,00     | 120,51 | 241,02      |
| 003                          | 1.3. | Ud.  | Alquiler caseta para aseo 4,00x2,25 m        |           |          |        |             |
|                              |      | 2,00 |                                              | 2,00      | 2,00     | 129,16 | 258,32      |
| 004                          | 1.4. | Ud.  | Alquiler caseta prefabricada para almacén    |           |          |        |             |
|                              |      | 1,00 |                                              | 1,00      | 1,00     | 110,47 | 110,47      |
| 005                          | 1.5. | Ud.  | Alquiler caseta prefabricada para comedor    |           |          |        |             |
|                              |      | 2,00 |                                              | 2,00      | 2,00     | 110,47 | 220,94      |
| 006                          | 1.6. | Ud.  | Alquiler caseta prefabricada para seguridad  |           |          |        |             |
|                              |      | 1,00 |                                              | 1,00      | 1,00     | 129,22 | 129,22      |
| 007                          | 1.7. | Ud.  | Transporte de caseta prefabricada            |           |          |        |             |
|                              |      | 9,00 |                                              | 9,00      | 9,00     | 220,49 | 1.984,41    |
| 008                          | 1.8. | Ud.  | Acometida provisional eléctrica para caseta  |           |          |        |             |
|                              |      | 9,00 |                                              | 9,00      | 9,00     | 102,44 | 921,96      |
| 009                          | 1.9. | Ud.  | Botiquín de obra                             |           |          |        |             |
|                              |      | 1,00 |                                              | 1,00      | 1,00     | 22,07  | 22,07       |

| Nº  | Cód.            | Uds.       | Descripción                                                       | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|-----|-----------------|------------|-------------------------------------------------------------------|-----------|----------|--------|-------------|
| 010 | <b>1.10.</b>    | <b>Ud.</b> | <b>Cartel de señalización combinado 100X70 cm.</b>                |           |          |        |             |
|     |                 | 3,00       |                                                                   | 3,00      |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 3,00     | 29,19  | 87,57       |
| 011 | <b>1.11.</b>    | <b>Ud.</b> | <b>Cartel de uso obligatorio de casco contra choque eléctrico</b> |           |          |        |             |
|     |                 | 1,00       |                                                                   | 1,00      |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 1,00     | 7,38   | 7,38        |
| 012 | <b>1.12.</b>    | <b>Ud.</b> | <b>Cartel de uso obligatorio de casco</b>                         |           |          |        |             |
|     |                 | 1,00       |                                                                   | 1,00      |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 1,00     | 7,38   | 7,38        |
| 013 | <b>D41CA254</b> | <b>Ud.</b> | <b>Cartel de prohibido el paso</b>                                |           |          |        |             |
|     |                 | 3,00       |                                                                   | 3,00      |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 3,00     | 7,38   | 22,14       |
| 014 | <b>D41CC052</b> | <b>MI</b>  | <b>Valla metálica móvil</b>                                       |           |          |        |             |
|     |                 | 10,00      |                                                                   | 10,00     |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 10,00    | 7,83   | 78,30       |
| 015 | <b>D41CC230</b> | <b>MI</b>  | <b>Cinta de balizamiento</b>                                      |           |          |        |             |
|     |                 | 100,00     |                                                                   | 100,00    |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 100,00   | 1,86   | 186,00      |
| 016 | <b>1.16.</b>    | <b>Ud.</b> | <b>Casco de seguridad</b>                                         |           |          |        |             |
|     |                 | 25,00      |                                                                   | 25,00     |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 25,00    | 5,62   | 140,50      |
| 017 | <b>1.17.</b>    | <b>Ud.</b> | <b>Casco de seguridad contra choque eléctrico</b>                 |           |          |        |             |
|     |                 | 4,00       |                                                                   | 4,00      |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 4,00     | 5,62   | 22,48       |
| 018 | <b>D41EA220</b> | <b>Ud.</b> | <b>Gafas contra impactos</b>                                      |           |          |        |             |
|     |                 | 25,00      |                                                                   | 25,00     |          |        |             |
|     |                 |            |                                                                   |           | 25,00    | 11,70  | 292,50      |

| Nº  | Cód.     | Uds.  | Descripción                            | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
|-----|----------|-------|----------------------------------------|-----------|----------|--------|-------------|
| 019 | D41EA230 | Ud.   | <b>Gafas antipolvo</b>                 |           |          |        |             |
|     |          | 25,00 |                                        | 25,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 25,00    | 2,60   | 65,00       |
| 020 | D41EA601 | Ud.   | <b>Protectores auditivos</b>           |           |          |        |             |
|     |          | 25,00 |                                        | 25,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 25,00    | 8,13   | 203,25      |
| 021 | D41EC500 | Ud.   | <b>Cinturón antilumbago</b>            |           |          |        |             |
|     |          | 20,00 |                                        | 20,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 20,00    | 17,98  | 359,60      |
| 022 | D41EC001 | Ud.   | <b>Mono de trabajo</b>                 |           |          |        |             |
|     |          | 25,00 |                                        | 25,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 25,00    | 14,25  | 356,25      |
| 023 | D41EC010 | Ud.   | <b>Impermeable</b>                     |           |          |        |             |
|     |          | 25,00 |                                        | 25,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 25,00    | 5,18   | 129,50      |
| 024 | D41EE010 | Ud.   | <b>Par de guantes de neopreno 100%</b> |           |          |        |             |
|     |          | 25,00 |                                        | 25,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 25,00    | 3,19   | 79,75       |
| 025 | D41EE030 | Ud.   | <b>Par de guantes aislantes</b>        |           |          |        |             |
|     |          | 4,00  |                                        | 4,00      |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 4,00     | 29,25  | 117,00      |
| 026 | D41EG030 | Ud.   | <b>Par de botas aislantes</b>          |           |          |        |             |
|     |          | 4,00  |                                        | 4,00      |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 4,00     | 26,98  | 107,92      |
| 027 | D41EG015 | Ud.   | <b>Par de botas de seguridad</b>       |           |          |        |             |
|     |          | 25,00 |                                        | 25,00     |          |        |             |
|     |          |       |                                        |           | 25,00    | 24,93  | 623,25      |

| Nº                                           | Cód.     | Uds.  | Descripción                                            | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto        |
|----------------------------------------------|----------|-------|--------------------------------------------------------|-----------|----------|--------|--------------------|
| 028                                          | D41GA314 | Ud.   | Tapa provisional para pozo                             |           |          |        |                    |
|                                              |          | 1,00  |                                                        | 1,00      | 1,00     | 13,68  | 13,68              |
| 029                                          | D41GG310 | Ud.   | Cuadro secundario con disparador diferencial de 30 mA. |           |          |        |                    |
|                                              |          | 9,00  |                                                        | 9,00      | 9,00     | 212,94 | 1.916,46           |
| 030                                          | D41IA040 | Ud.   | Reconocimiento médico obligatorio                      |           |          |        |                    |
|                                              |          | 30,00 |                                                        | 30,00     | 30,00    | 47,86  | 1.435,80           |
| 031                                          | D41IA001 | Hr    | Comité en seguridad e higiene                          |           |          |        |                    |
|                                              |          | 6,00  |                                                        | 6,00      | 6,00     | 58,27  | 349,62             |
| <b>TOTAL CAPÍTULO Seguridad y salud.....</b> |          |       |                                                        |           |          |        | <b>10.640,33 €</b> |



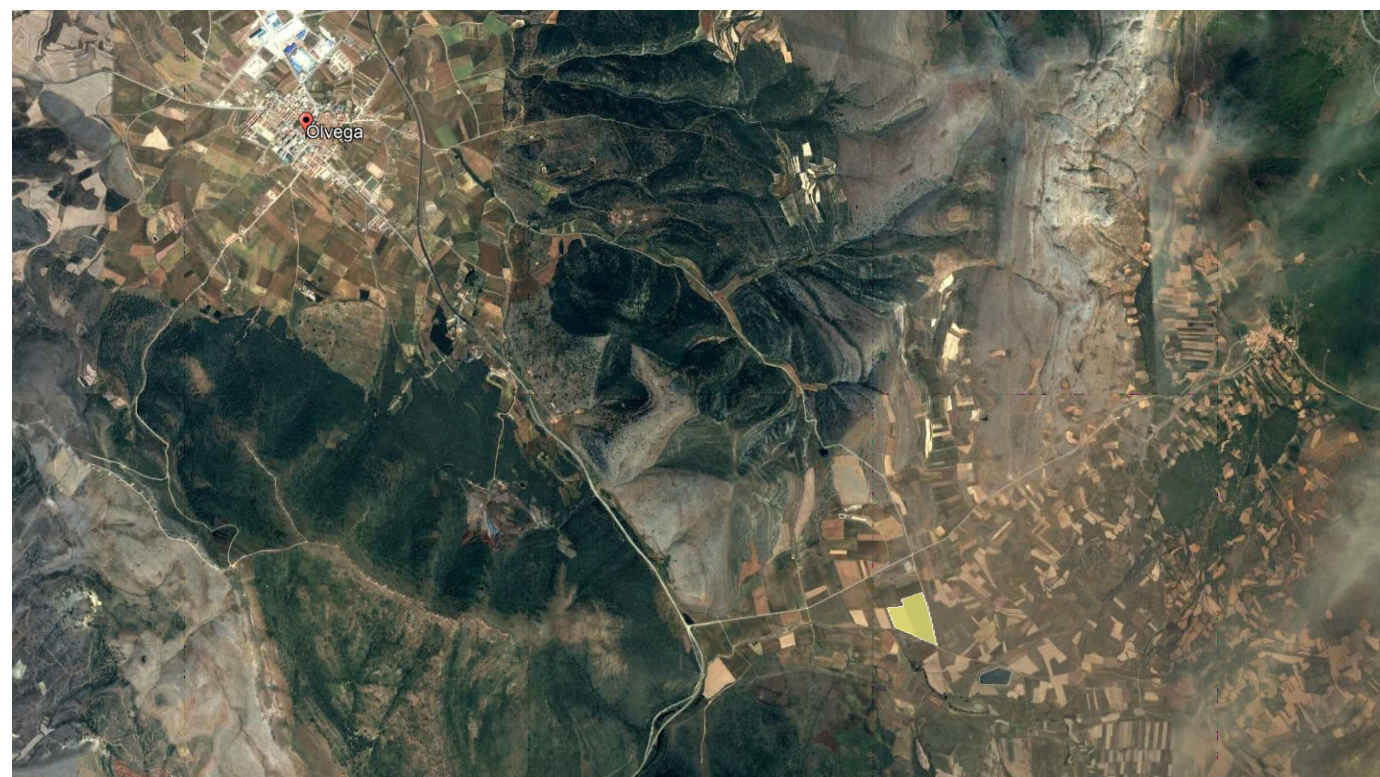
## **DOCUMENTO Nº 2**

### **PLANOS**

#### **ÍNDICE**

1. **UBICACIÓN DEL PROYECTO**
2. **IMPLANTACIÓN GENERAL**
3. **DETALLES ACOTADOS**
4. **DISTRIBUCIÓN DE MESAS EN CAJAS E INVERSOR. ETIQUETADO DE SERIES**
5. **IMPLANTACIÓN GENERAL CON ZANJAS**
6. **IMPLANTACIÓN GENERAL CON CABLEADO**
7. **IMPLANTACIÓN GENERAL CON SISTEMA DE SEGURIDAD**
8. **IMPLANTACIÓN GENERAL CON ELECTRODO DE TIERRA**
9. **IMPLANTACIÓN GENERAL CON SISTEMA DE MONITORIZACIÓN**
10. **IMPLANTACIÓN GENERAL CON CABLEADO DE COMUNICACIONES**
11. **DETALLE DE PUERTA Y VALLADO**
12. **DETALLE ESTRUCTURA**
13. **DETALLE PUESTA A TIERRA ESTRUCTURA**
14. **DETALLE SERIADO DE MÓDULOS**
15. **SECCIÓN DE ZANJAS**
16. **ESQUEMA UNIFILA**





Municipio: Ólvega

Provincia: Soria

Coordenadas:

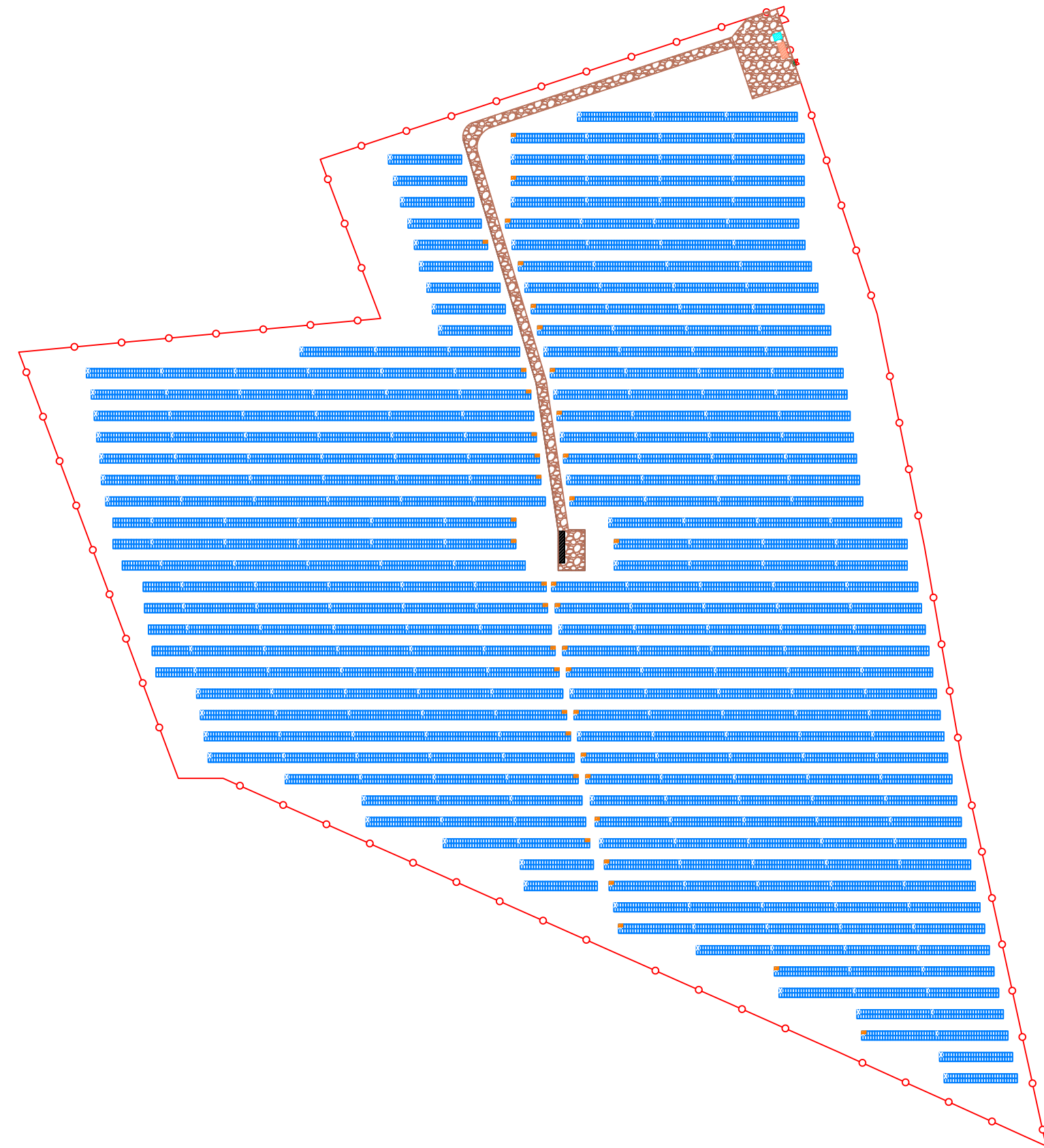
Latitud: 41°44'33.89"N

Longitud: 1°55'21.61"O





|                                                                                       |  |                                                                                                  |                |                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                |  |  |
| PROMOTOR:                                                                             |  | Universidad de Valladolid                                                                        |                |                                                                                       |  |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red      |  |                                                                                                  |                |                                                                                       |  |
| LOCALIZACIÓN:<br>Ólvega (Soria)                                                       |  |                                                                                                  | ESCALA:<br>N/A |                                                                                       |  |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                           |  | DENOMINACIÓN:<br>Ubicación del proyecto                                                          |                | PLANO Nº:<br>1                                                                        |  |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                     |  |                                                                                                  |                |                                                                                       |  |

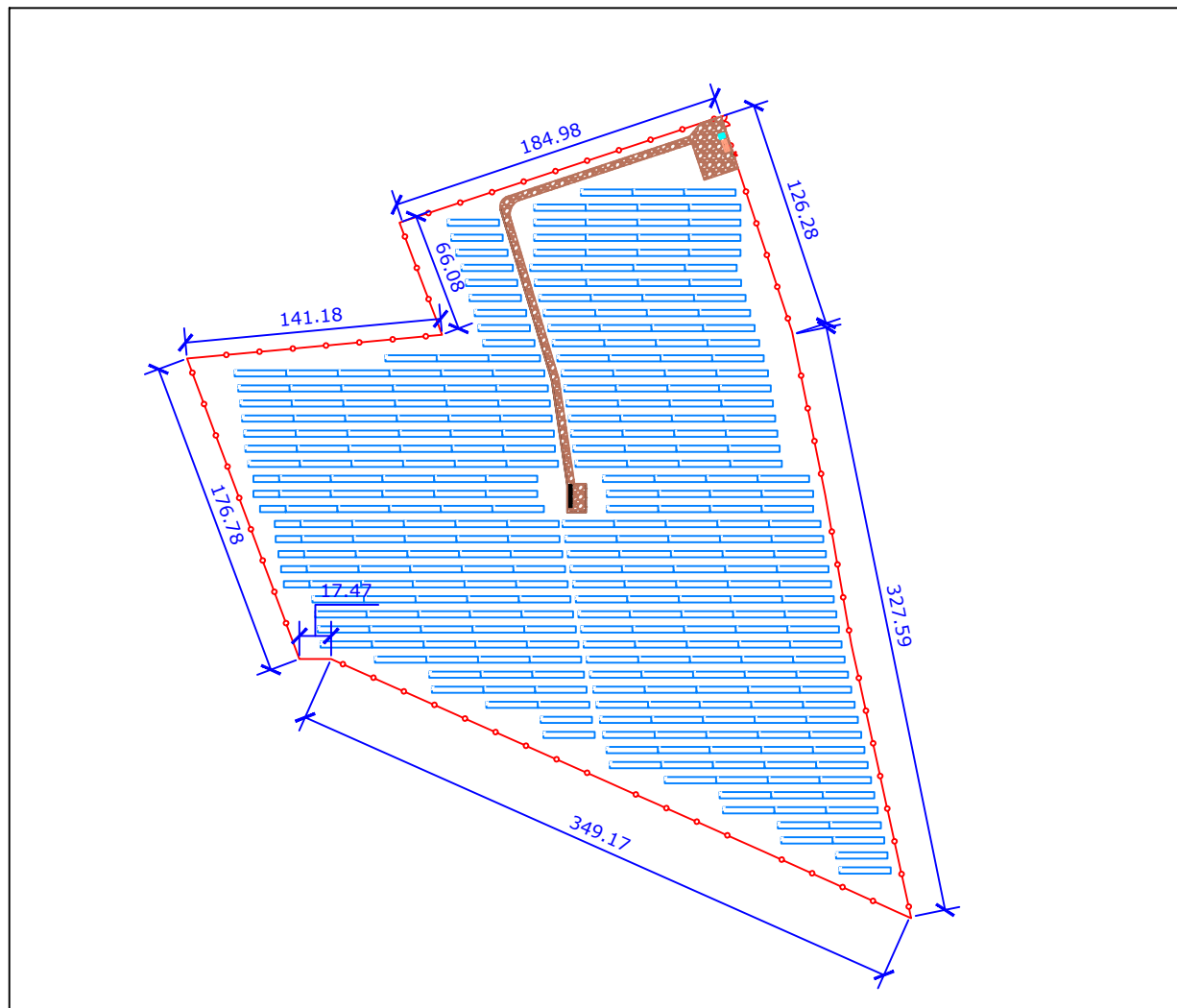




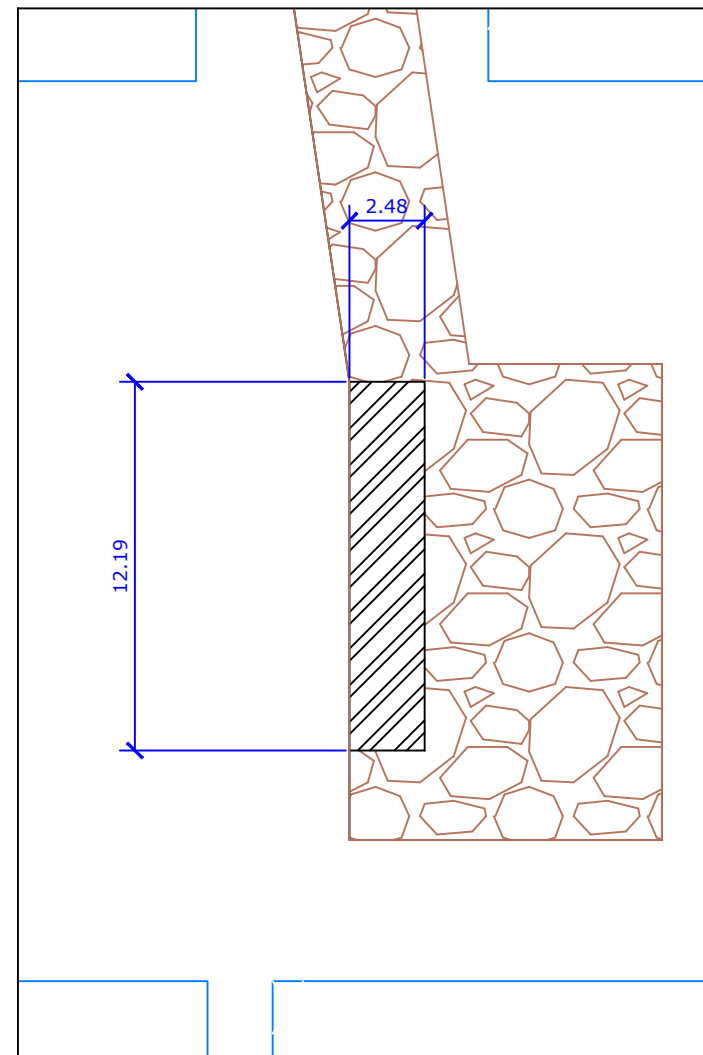
**LEYENDA**

- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador
- Centro de Control

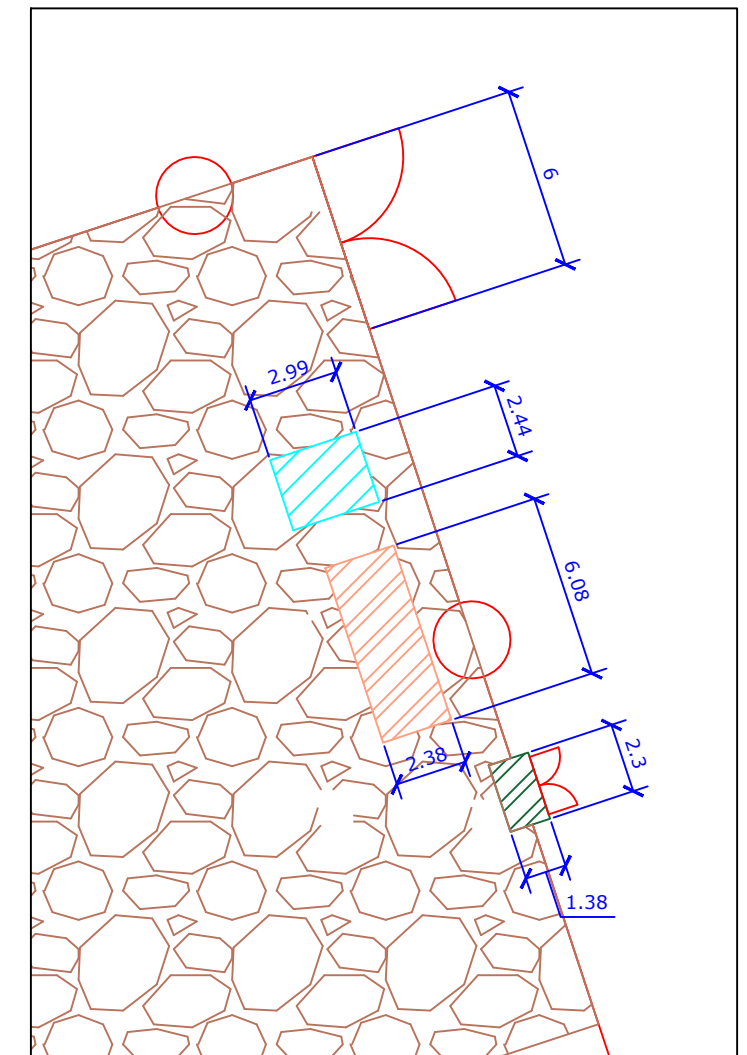
|                                                                                                                                                                             |                                              |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|   |                                              |
| U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA                                                                            |                                              |
| PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b>                                                                                                                                  |                                              |
| TÍTULO:<br><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b>                                                                                     |                                              |
| LOCALIZACIÓN:<br><b>Ólvega (Soria)</b>                                                                                                                                      | ESCALA:<br><b>1:2000</b>                     |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                                                                                                                 | DENOMINACIÓN:<br><b>Implantación general</b> |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                                                                                                           | PLANO Nº:<br><b>2</b>                        |



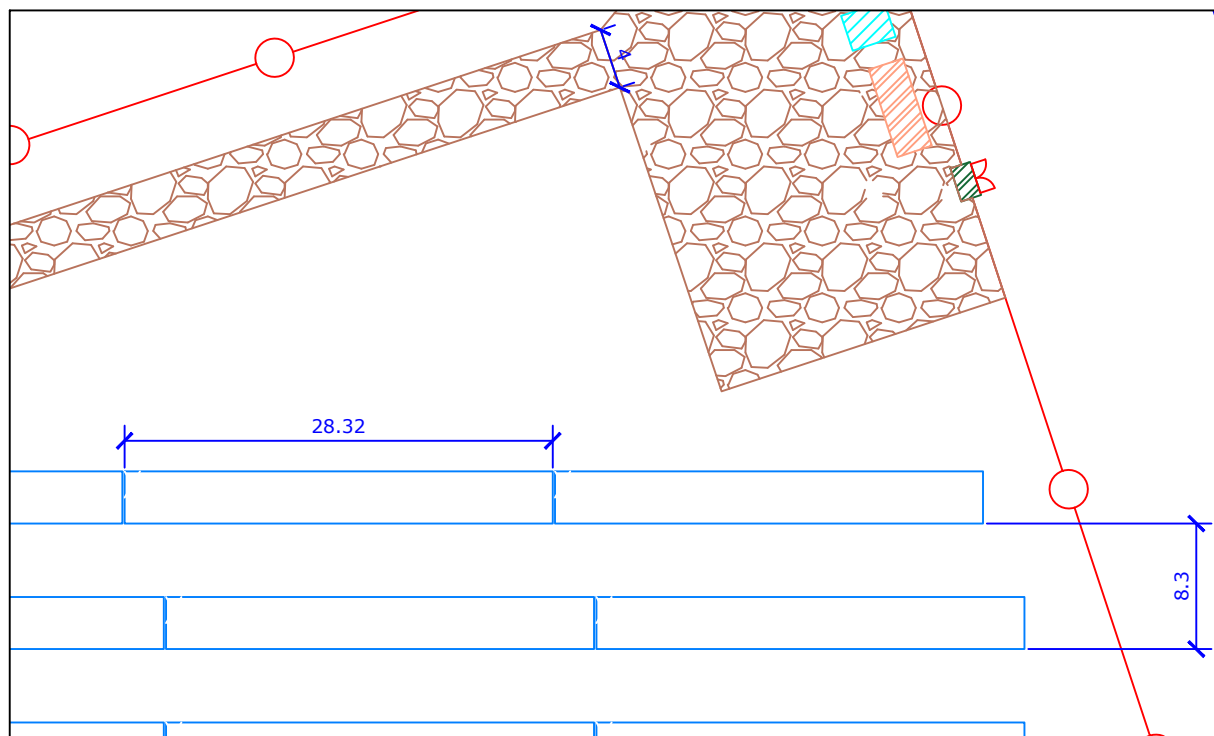
Detalle longitud perímetro vallado  
Escala 1:250  
Unidades en metros





Detalle tamaño centro de inversores  
Escala 1:250  
Unidades en metros

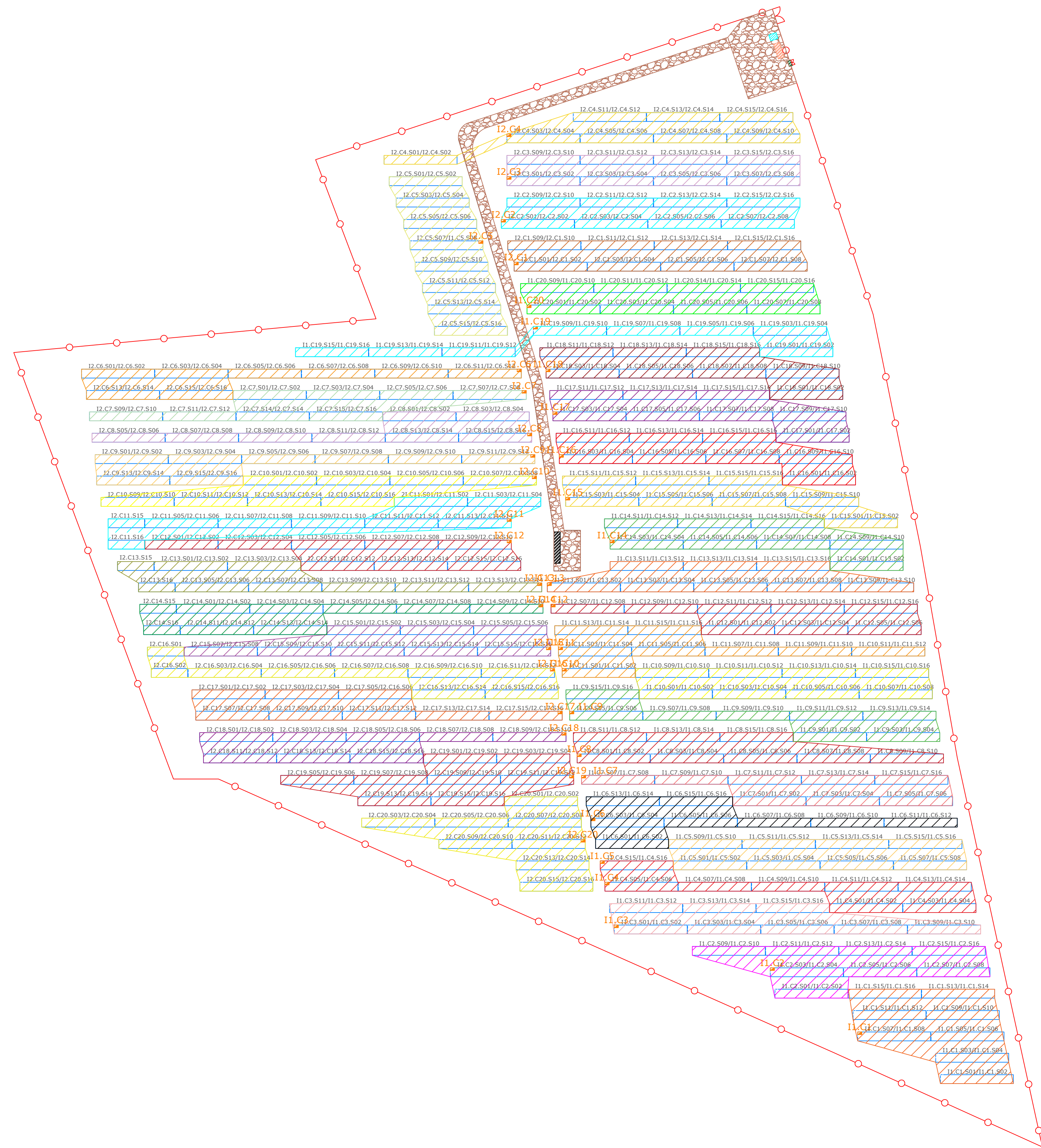




Detalle puerta de entrada y edificios  
Escala 1:250  
Unidades en metros

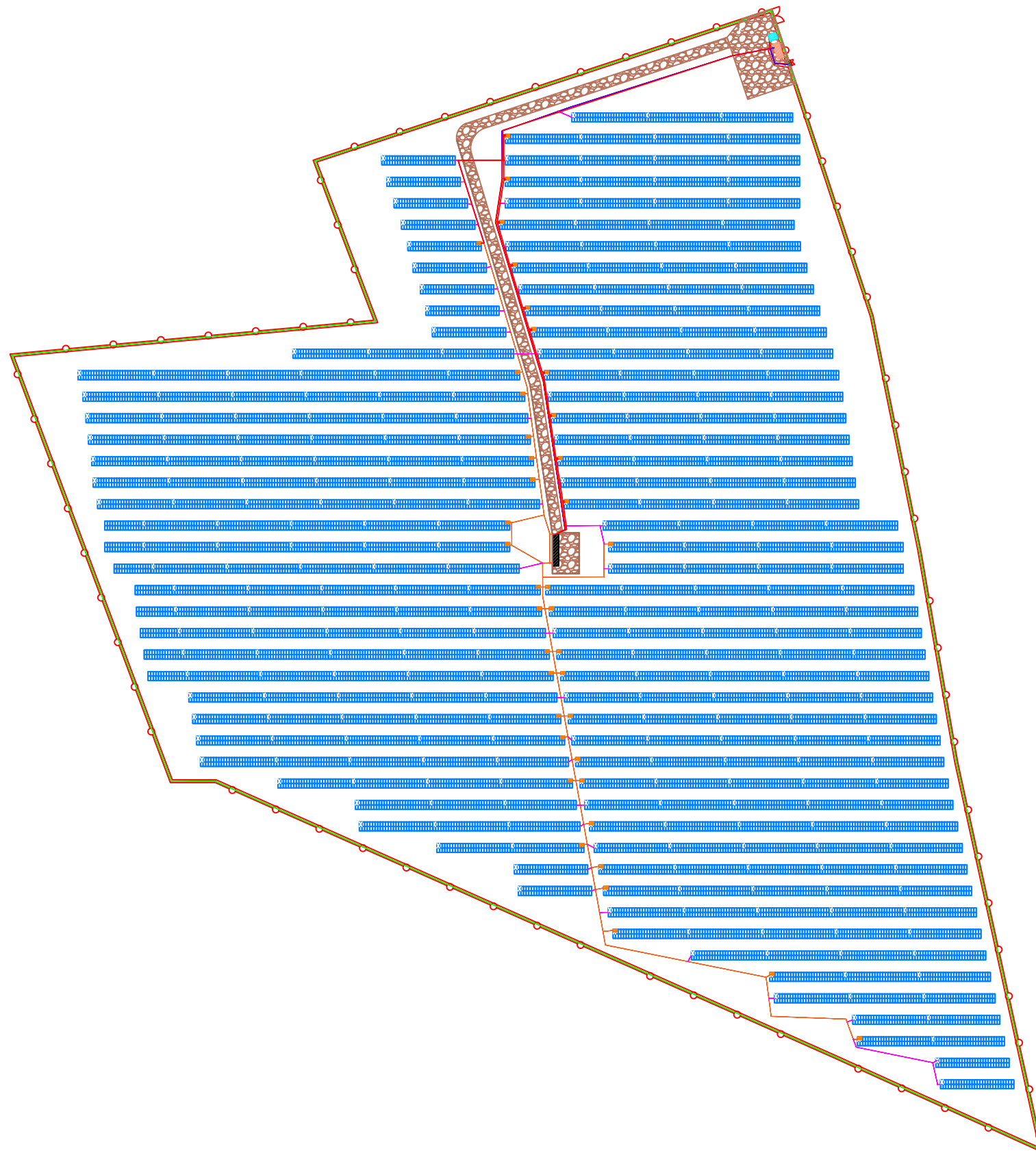


Detalle tamaño mesas, distancia entre mesas y ancho del camino.  
Escala 1:500  
Unidades en metros

|                                                                                                                                                                                                      |                                           |                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                           |  |
| <b>PROMOTOR:</b> Universidad de Valladolid                                                                                                                                                           |                                           |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red                                                                                                              |                                           |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Ólvega (Soria)                                                                                                                                                               | <b>ESCALA:</b><br>Ver detalles            |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 26/06/2018<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                            | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Detalles acotados | <b>PLANO Nº:</b><br>3                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Francisco Gonzalo Quesada                                                                                                                                                             |                                           |                                                                                       |



|                                                                                                                                                                                         |                                                                              |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A. - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                                                                              |  |
| PROMOTOR: Universidad de Valladolid                                                                                                                                                     |                                                                              |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red                                                                                                        |                                                                              |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Ólvega (Soria)                                                                                                                                                         | ESCALA:<br>1:1000                                                            |                                                                                       |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA: Francisco Gonzalo Quesada                                                                                                                                   | DENOMINACIÓN:<br>Distribución mesas en cajas e inversor<br>Etiquetado series | PLANO Nº:<br>4                                                                        |





**LEYENDA**

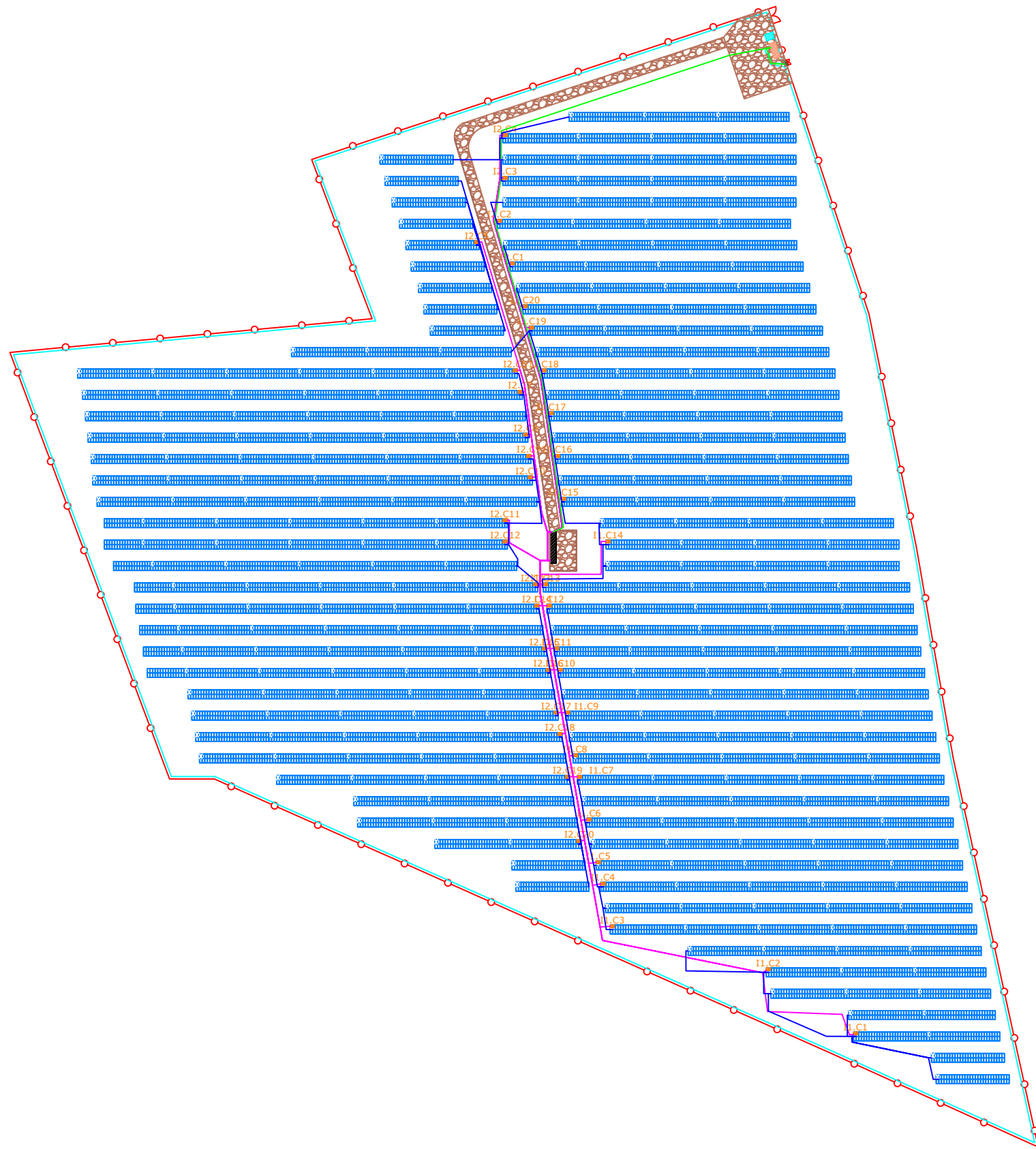
- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador

Zanjas:

- Zanja Mesa-Caja
- Zanja Caja-Inversor
- Zanja Media Tensión
- Zanja Perimetral

|                                                                                                                                                                             |                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
|   |                                                         |
| U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA                                                                            |                                                         |
| PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b>                                                                                                                                  |                                                         |
| TÍTULO:<br><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b>                                                                                     |                                                         |
| LOCALIZACIÓN:<br><b>Ólvega (Soria)</b>                                                                                                                                      | ESCALA:<br><b>1:2000</b>                                |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                                                                                                                 | DENOMINACIÓN:<br><b>Implantación general con zanjas</b> |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                                                                                                           | PLANO Nº:<br><b>5</b>                                   |





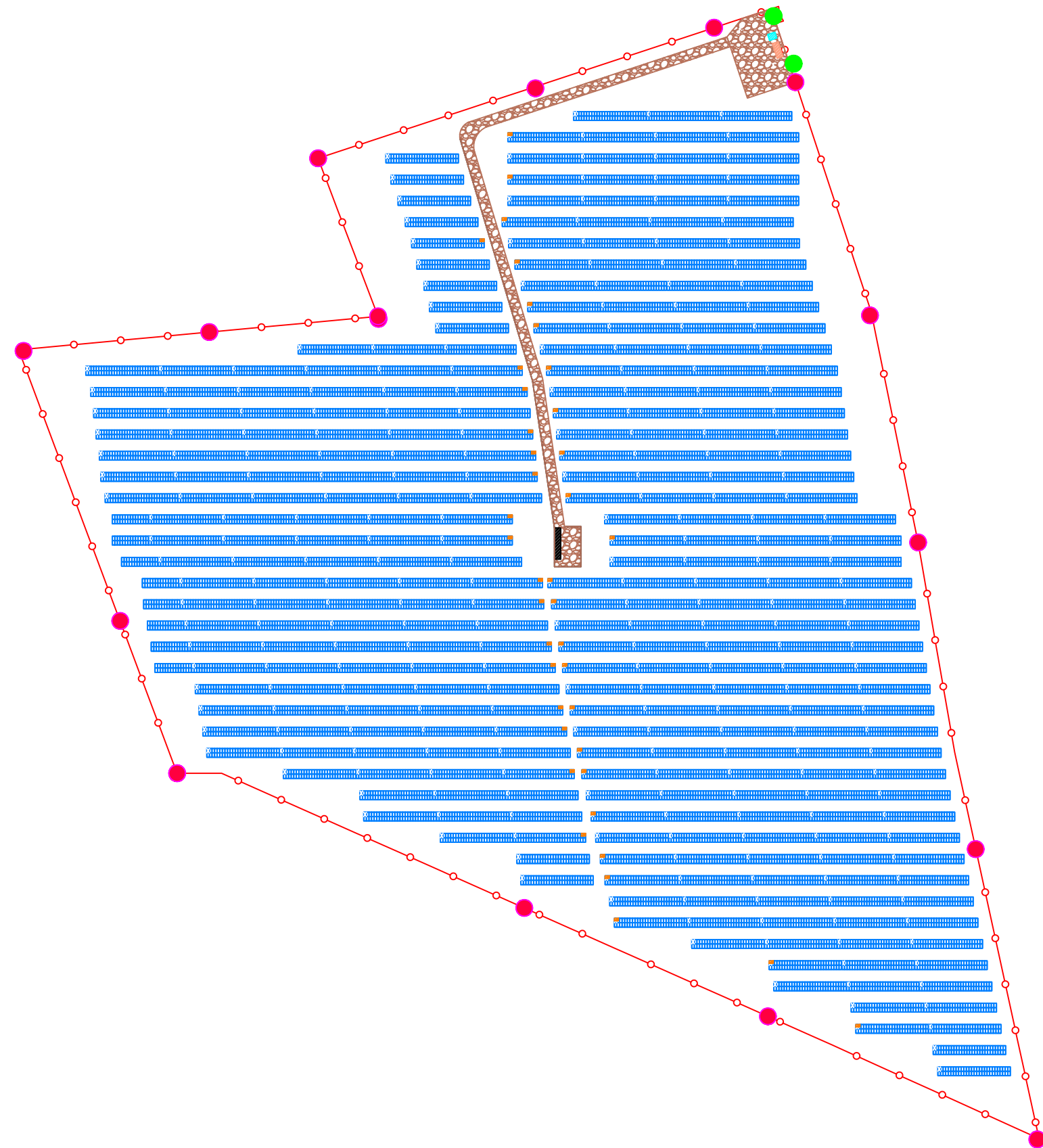
**LEYENDA**

- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador

**Cables:**

- Cableado Mesa-Caja
- Cableado Caja-Inversor
- Cableado Media Tensión
- Cableado Auxiliar

|                                                                                                 |                                                                                                          |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> |  |
| <p>PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b></p>                                               |                                                                                                          |                                                                                       |
| <p>TÍTULO:<br/><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b></p> |                                                                                                          |                                                                                       |
| <p>LOCALIZACIÓN:<br/><b>Ólvega (Soria)</b></p>                                                  |                                                                                                          | <p>ESCALA:<br/><b>1:2000</b></p>                                                      |
| <p>FECHA: 26/06/2018<br/>FIRMA:</p>                                                             | <p>DENOMINACIÓN:<br/><b>Implantación general con cableado</b></p>                                        | <p>PLANO Nº:<br/><b>6</b></p>                                                         |
| <p>ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada</p>                                                        |                                                                                                          |                                                                                       |



**LEYENDA**

- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador
- Cámara de seguridad
- Sensor magnético y de movimiento

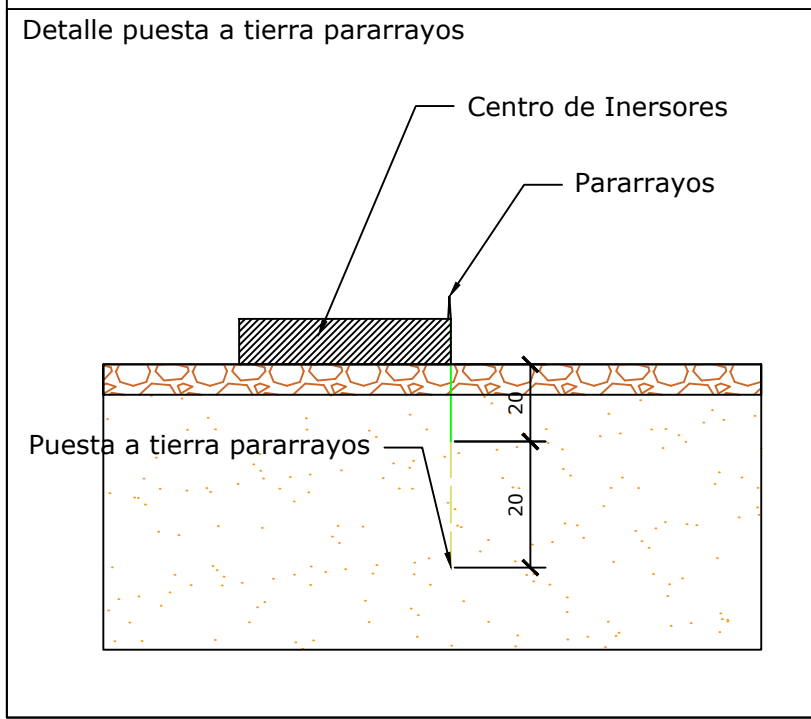
|                                                                                                                                                                             |                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                       |
| U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA                                                                            |                                                                       |
| PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b>                                                                                                                                  |                                                                       |
| TÍTULO:<br><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b>                                                                                     |                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br><b>Ólvega (Soria)</b>                                                                                                                                      | ESCALA:<br><b>1:2000</b>                                              |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                                                                                                                 | DENOMINACIÓN:<br><b>Implantación general con sistema de seguridad</b> |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                                                                                                           | PLANO Nº:<br><b>7</b>                                                 |




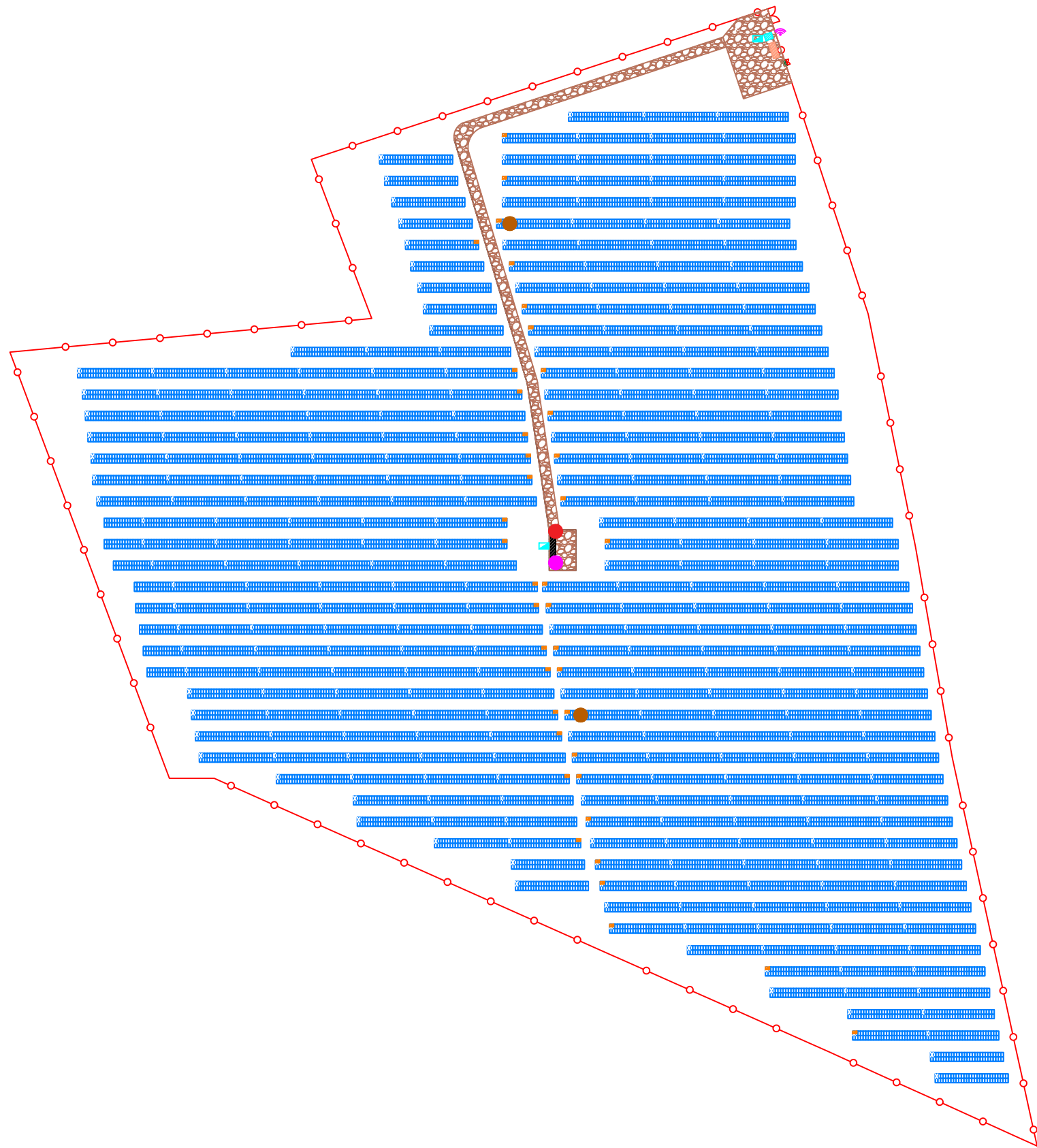


**LEYENDA**

- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador
- Electrodo de tierra general
- Electrodo de tierra centro inversores
- Electrodo de tierra pararrayos
- Pararrayos



|                                                                                                                                                                             |                                                                      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
|   |                                                                      |
| U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA                                                                            |                                                                      |
| PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b>                                                                                                                                  |                                                                      |
| TÍTULO:<br><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b>                                                                                     |                                                                      |
| LOCALIZACIÓN:<br><b>Ólvega (Soria)</b>                                                                                                                                      | ESCALA:<br><b>1:2000</b>                                             |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:<br>ALUMNO: <b>Francisco Gonzalo Quesada</b>                                                                                                     | DENOMINACIÓN:<br><b>Implantación general con electrodo de tierra</b> |
| PLANO Nº:<br><b>8</b>                                                                                                                                                       |                                                                      |




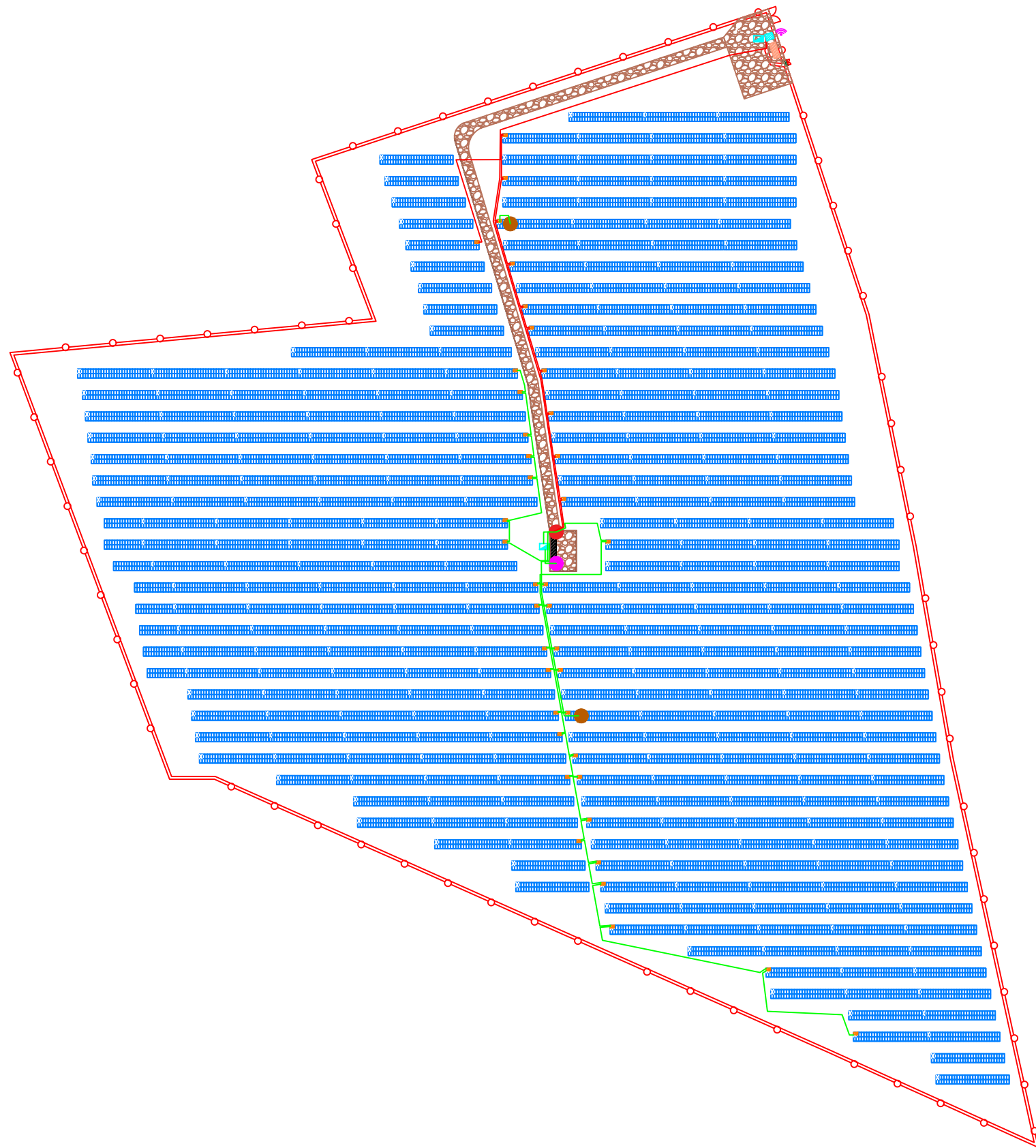
**LEYENDA**

- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador

**Equipos monitorización:**

- Piranómetro
- Veleta
- Anemómetro
- Caja Monitorización
- Conexión Internet

|                                                                                                 |                                                                                                          |                                                                                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <p>U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</p> |  |
| <p>PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b></p>                                               |                                                                                                          |                                                                                       |
| <p>TÍTULO:<br/><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b></p> |                                                                                                          |                                                                                       |
| <p>LOCALIZACIÓN:<br/><b>Ólvega (Soria)</b></p>                                                  |                                                                                                          | <p>ESCALA:<br/><b>1:2000</b></p>                                                      |
| <p>FECHA: 26/06/2018<br/>FIRMA:</p>                                                             | <p>DENOMINACIÓN:<br/><b>Implantación general con sistema de monitorización</b></p>                       | <p>PLANO Nº:<br/><b>9</b></p>                                                         |
| <p>ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada</p>                                                        |                                                                                                          |                                                                                       |



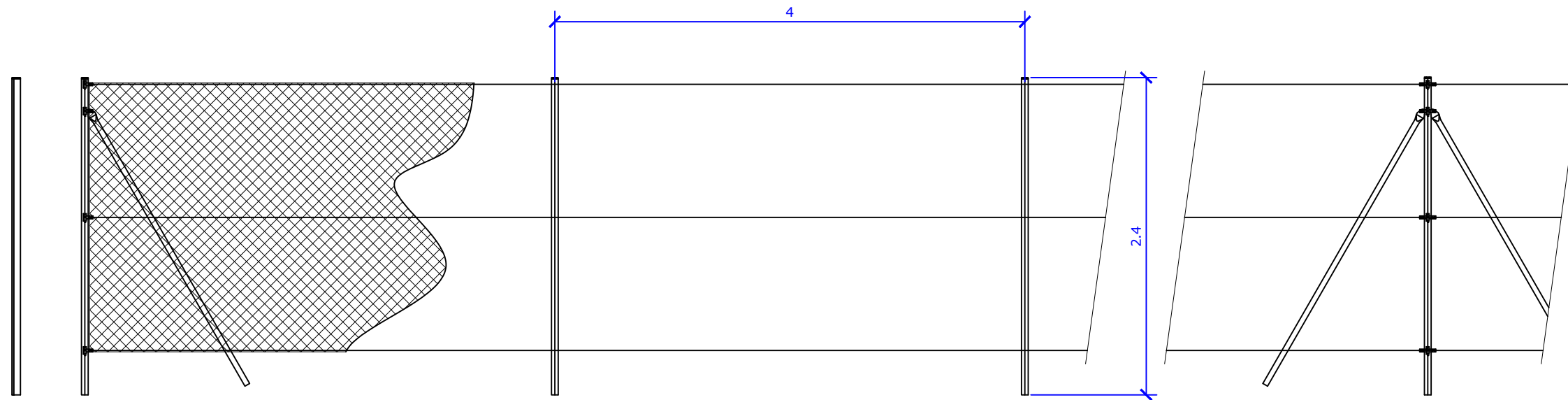
**LEYENDA**

- Vallado
- Puerta de acceso
- Camino Interno
- Mesa 2Vx28
- Mesa 2Vx14
- Caja de agrupación
- Centro de Seccionamiento
- Centro de Seccionamiento de la Compañía Eléctrica
- Centro de Inversor y Transformador

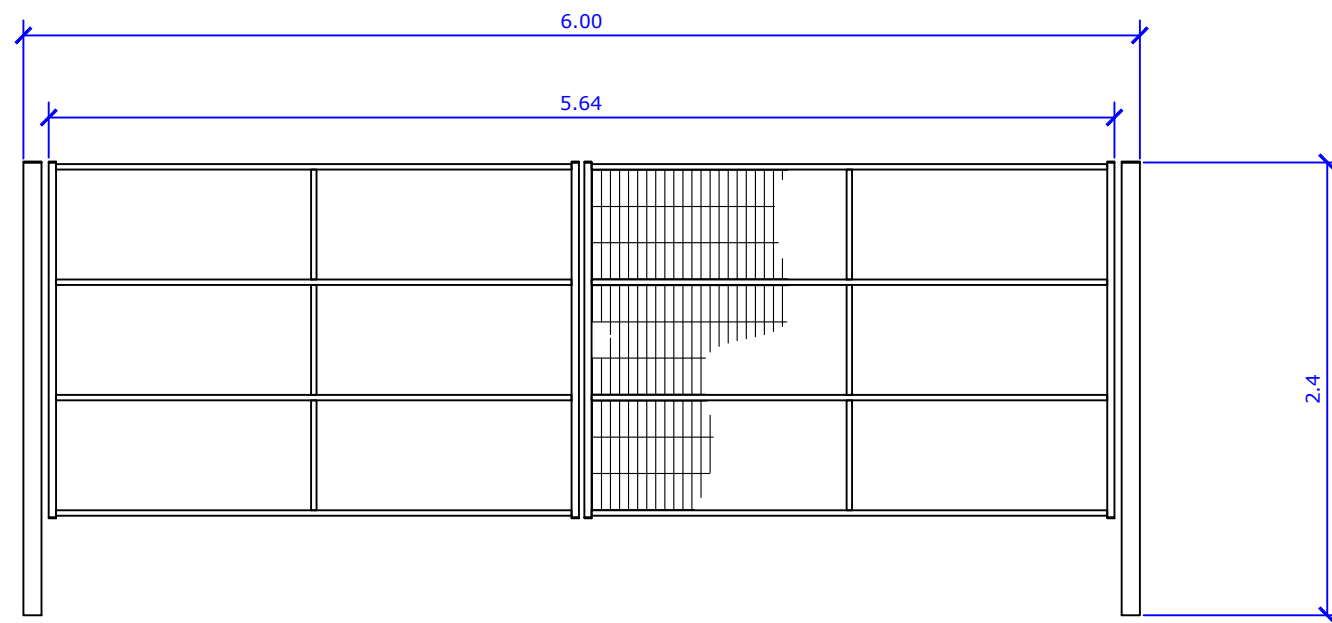
Equipos monitorización:      Cableado monitorización:

- Piranómetro
- Veleta
- Anemómetro
- Caja Monitorización
- Conexión Internet
- Fibra óptica
- Cable RS485



|                                                                                         |                                                                                                  |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|    | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |  |
| PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b>                                              |                                                                                                  |                                                                                       |
| TÍTULO:<br><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b> |                                                                                                  |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br><b>Ólvega (Soria)</b>                                                  |                                                                                                  | ESCALA:<br><b>1:2000</b>                                                              |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                             | DENOMINACIÓN:<br><b>Implantación general con cableado de comunicaciones</b>                      | PLANO Nº:<br><b>10</b>                                                                |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                       |                                                                                                  |                                                                                       |

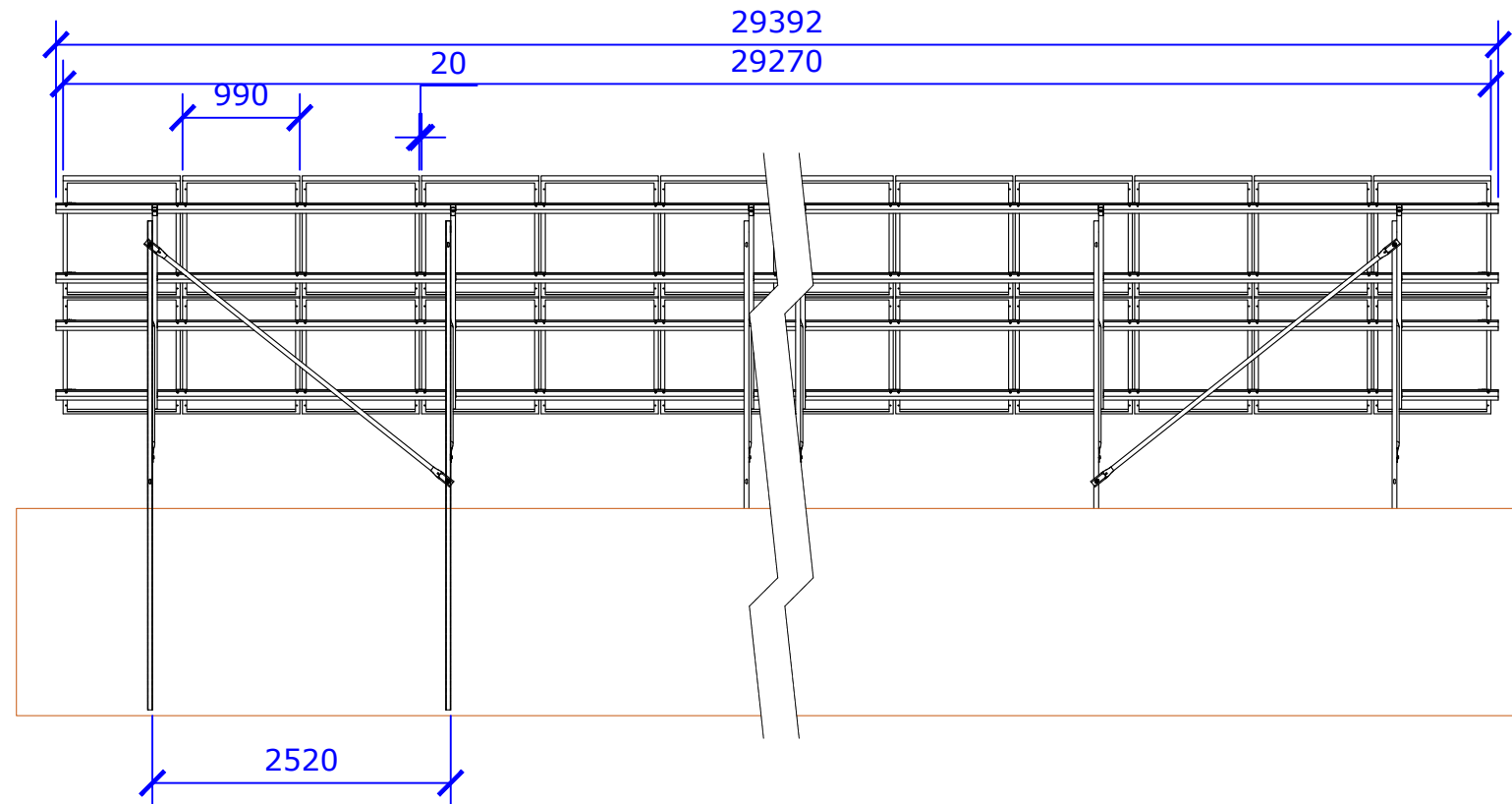
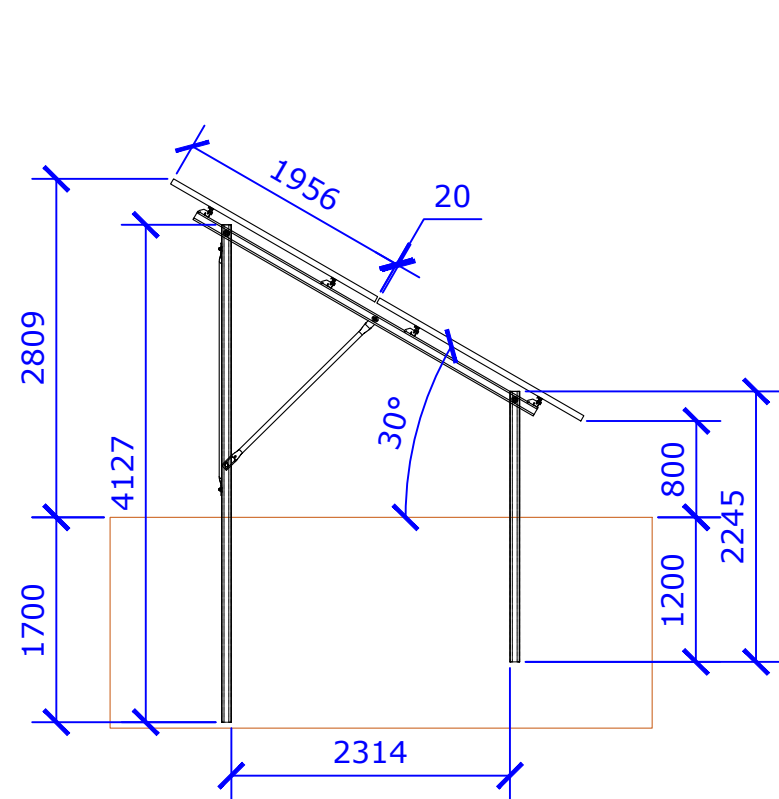


Detalle Vallado

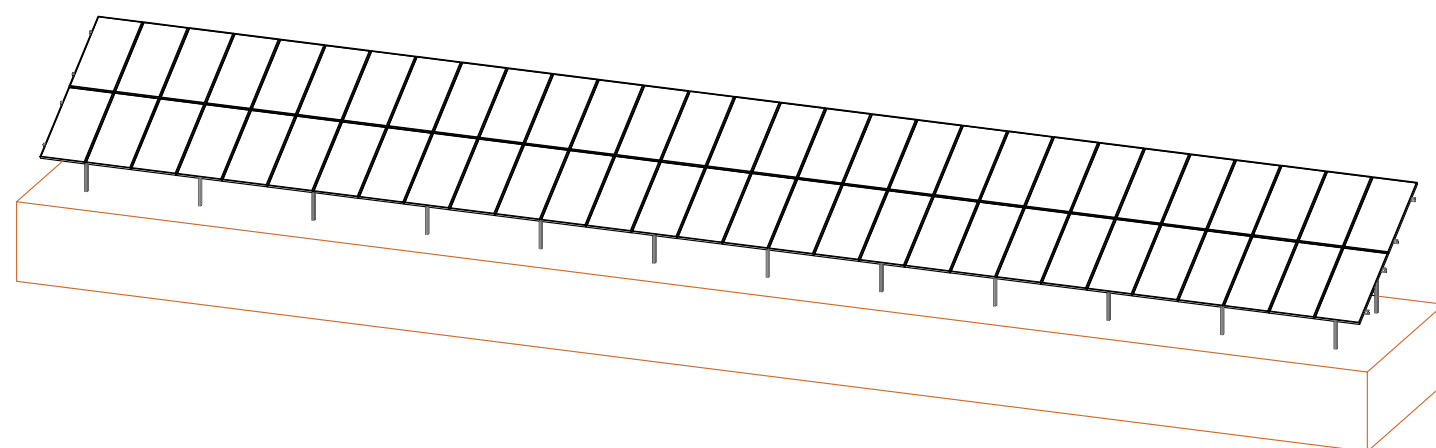


Detalle Puerta

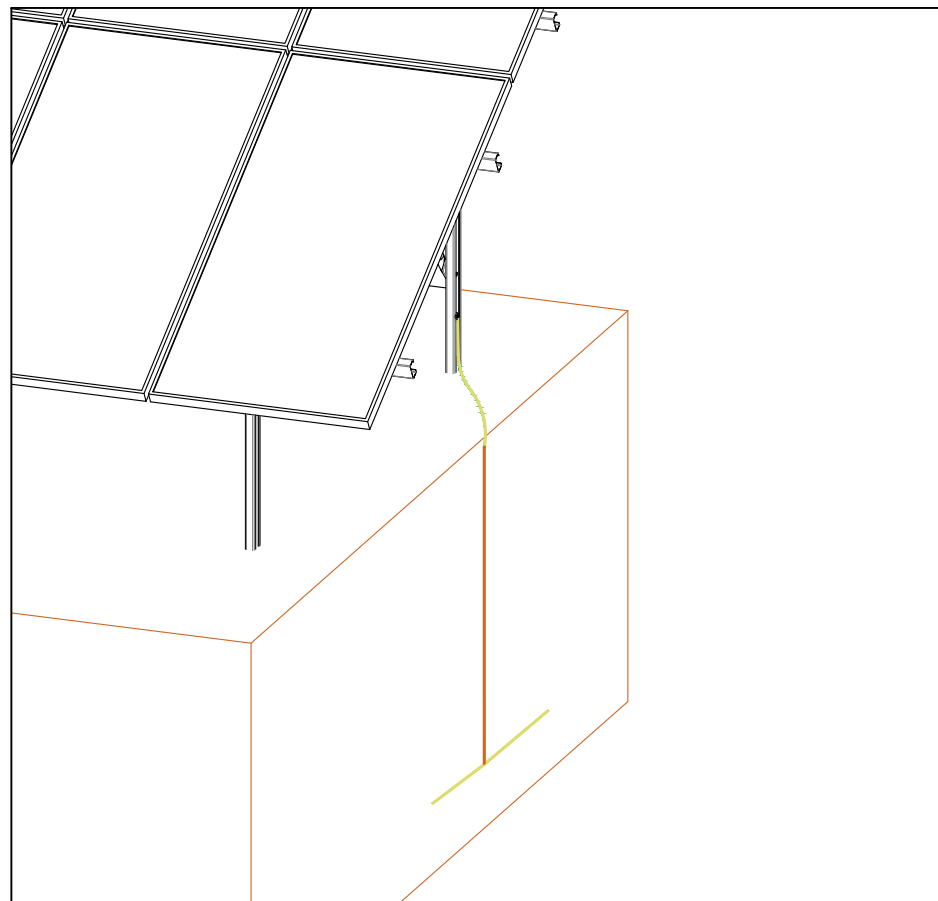
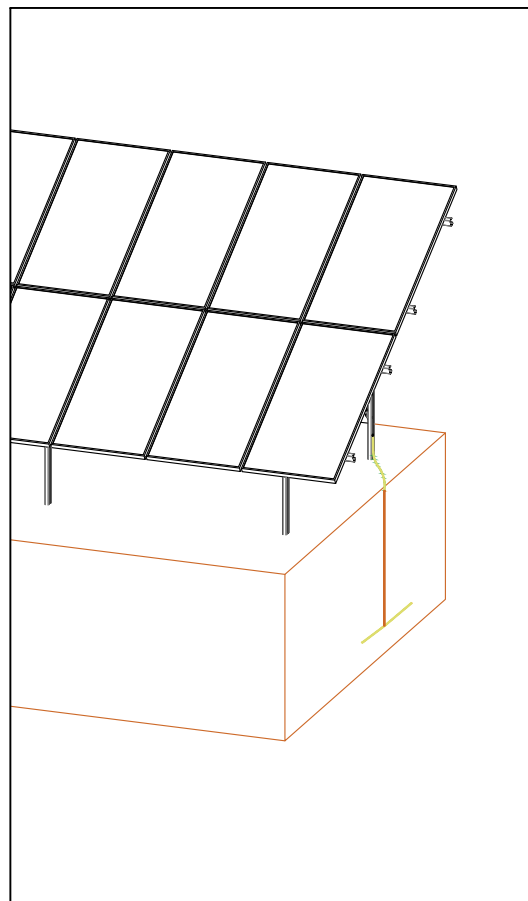
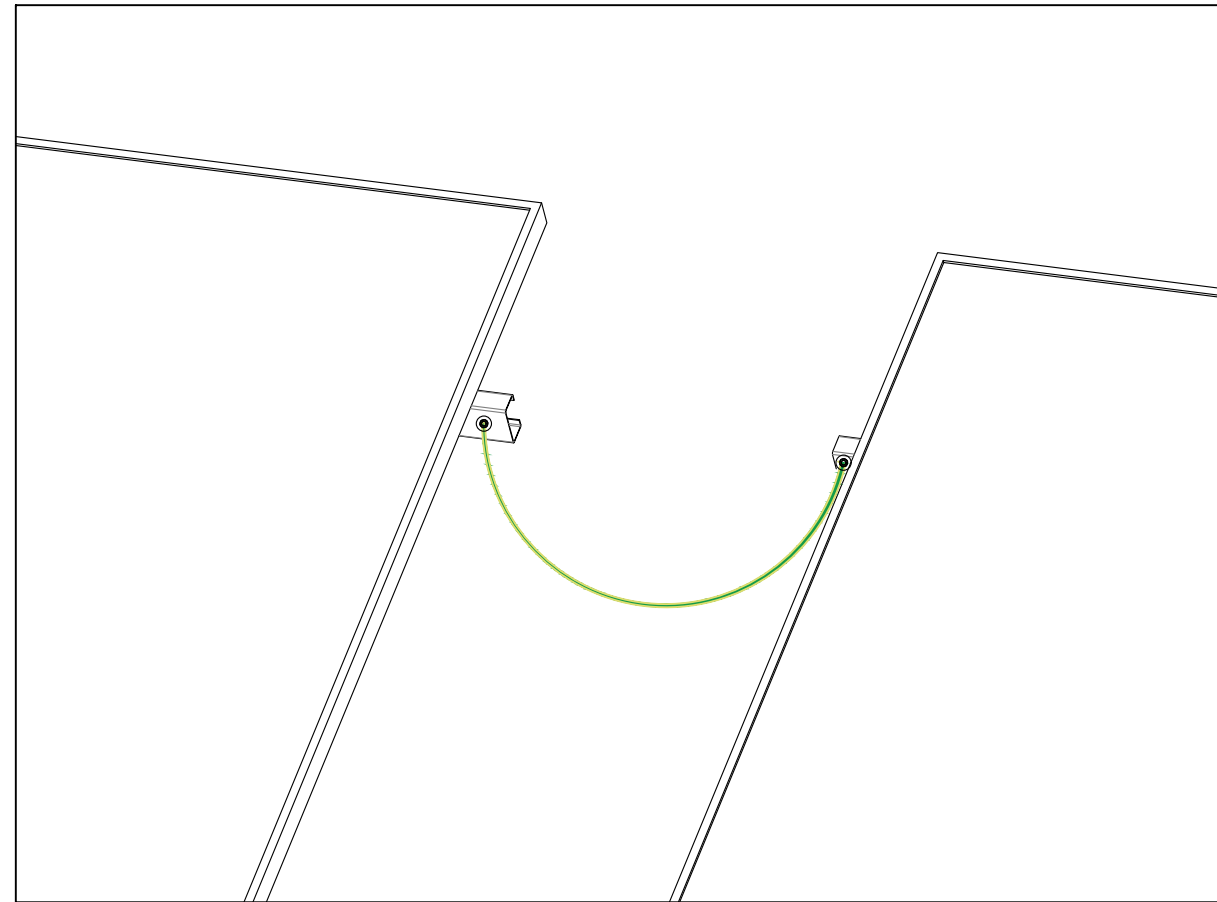
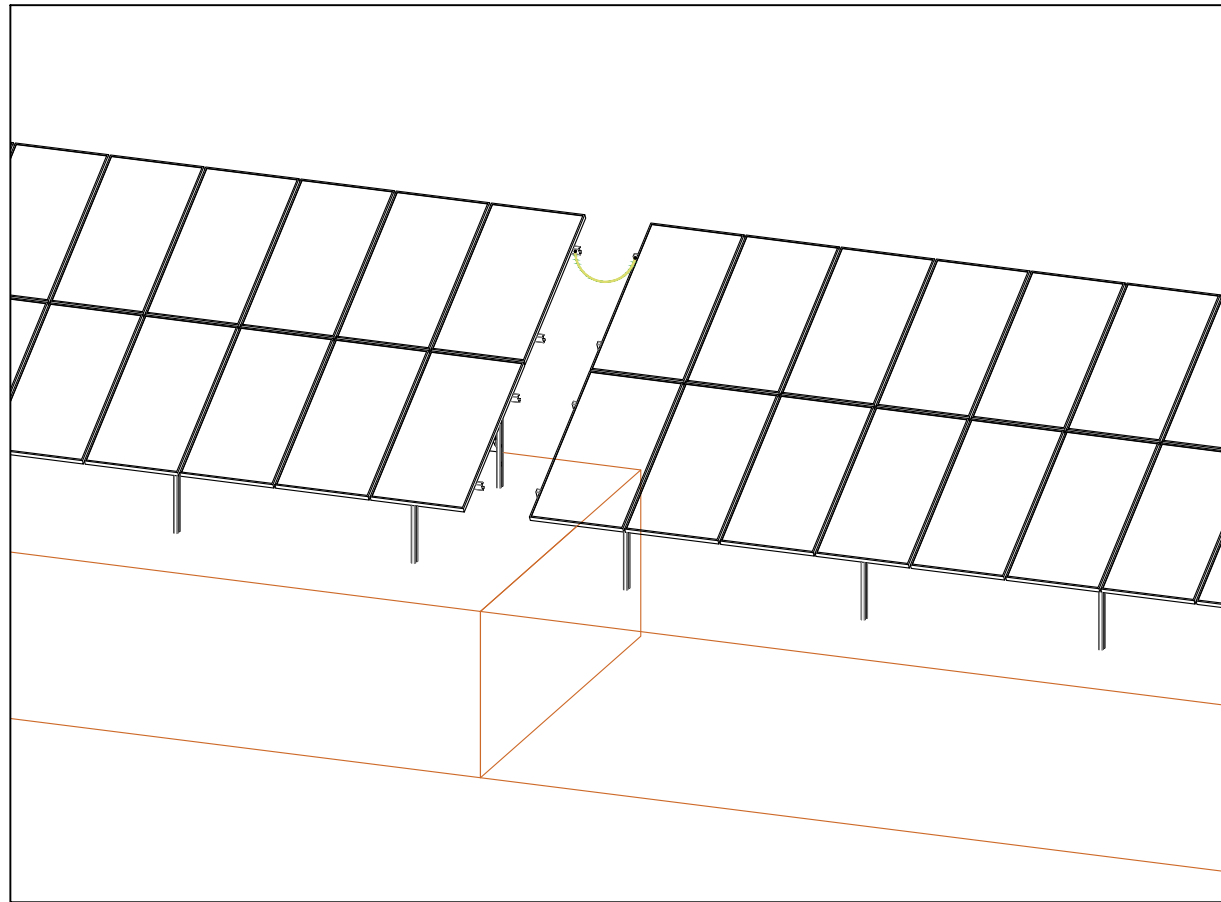
|                                                                                       |                                           |                                                                                                  |                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                           | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                 |  |
| PROMOTOR:                                                                             |                                           | Universidad de Valladolid                                                                        |                 |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red      |                                           |                                                                                                  |                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Ólvega (Soria)                                                       |                                           |                                                                                                  | ESCALA:<br>N/A  |                                                                                       |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                           | DENOMINACIÓN:<br>Detalle puerta y vallado |                                                                                                  | PLANO Nº:<br>11 |                                                                                       |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                     |                                           |                                                                                                  |                 |                                                                                       |





Detalle estructura del fabricante  
Unidades en mm

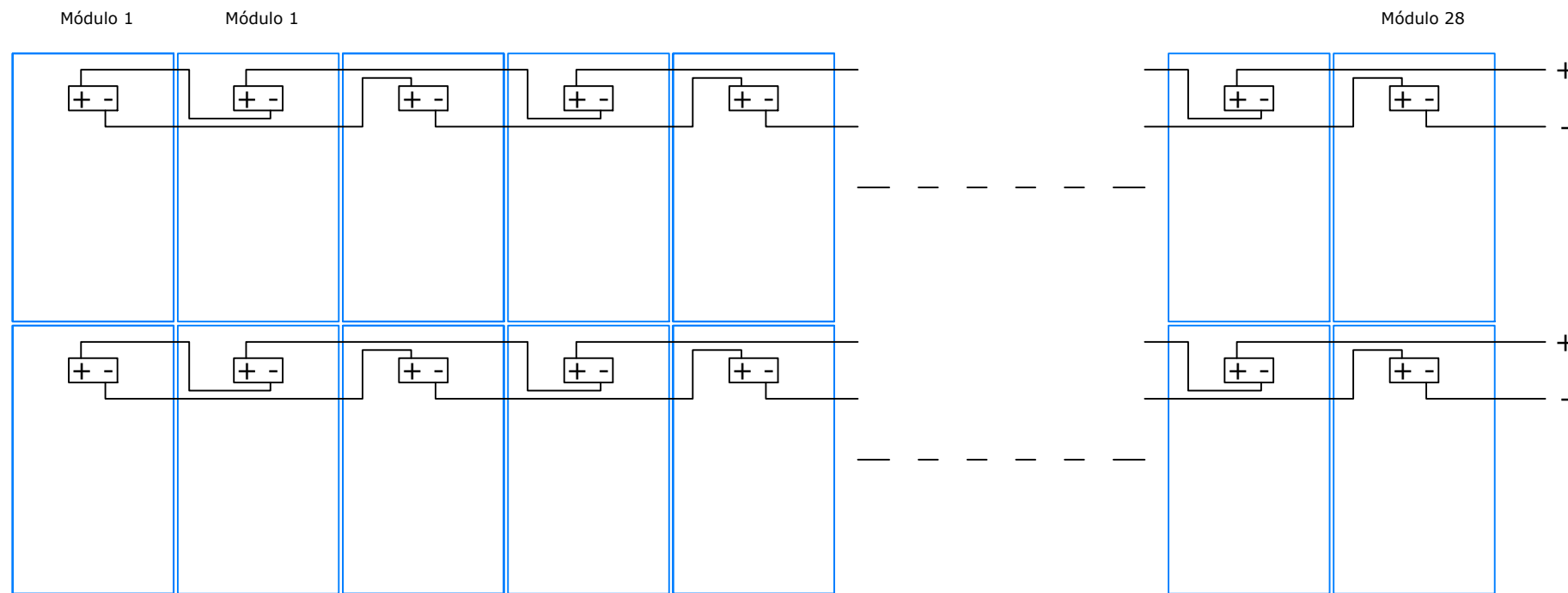


|                                                                                       |                                     |                                                                                                  |                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                     | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                 |  |
| PROMOTOR:                                                                             |                                     | Universidad de Valladolid                                                                        |                 |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red      |                                     |                                                                                                  |                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Ólvega (Soria)                                                       |                                     |                                                                                                  | ESCALA:<br>N/A  |                                                                                       |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                           | DENOMINACIÓN:<br>Detalle estructura |                                                                                                  | PLANO Nº:<br>12 |                                                                                       |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                     |                                     |                                                                                                  |                 |                                                                                       |

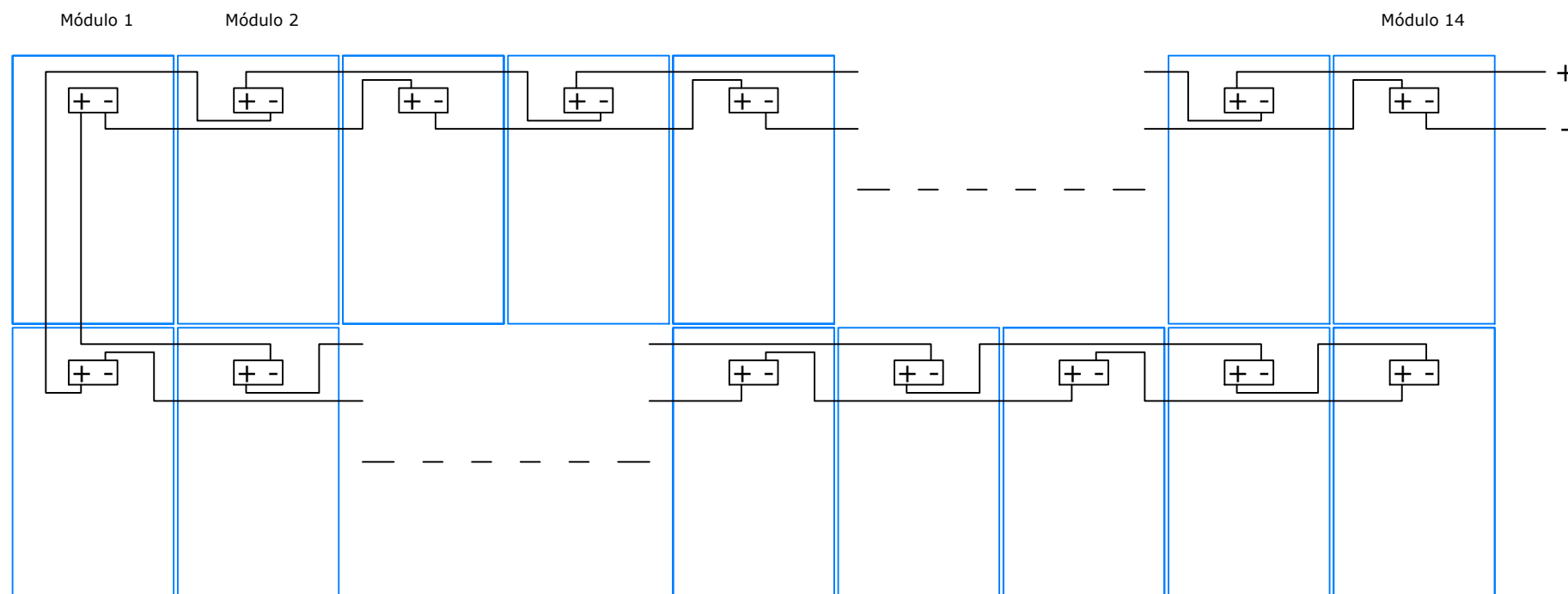


 Cable de cobre aislado  
 Cable de cobre desnudo



|                                                                                       |  |                                                                                                  |                |                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                |  |  |
| PROMOTOR:                                                                             |  | Universidad de Valladolid                                                                        |                |                                                                                       |  |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red      |  |                                                                                                  |                |                                                                                       |  |
| LOCALIZACIÓN:<br>Ólvega (Soria)                                                       |  |                                                                                                  | ESCALA:<br>N/A |                                                                                       |  |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                           |  | DENOMINACIÓN:<br>Detalle puesta a tierra estructura                                              |                | PLANO Nº:<br>13                                                                       |  |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                     |  |                                                                                                  |                |                                                                                       |  |



MESA 2Vx28: Dos series de 28 módulos conectados al tresbolillo

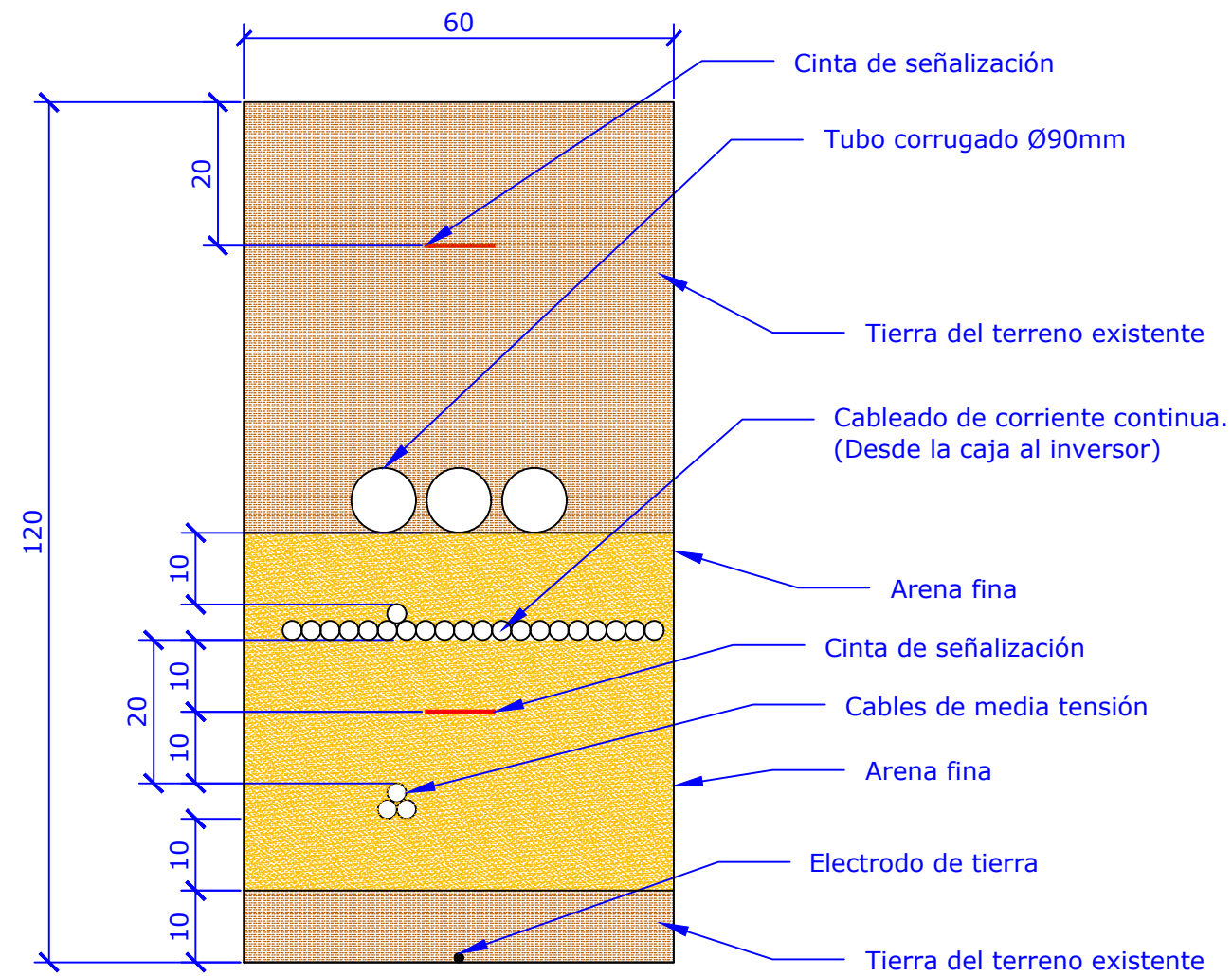


MESA 2Vx14: Una serie de 28 módulos conectados al tresbolillo

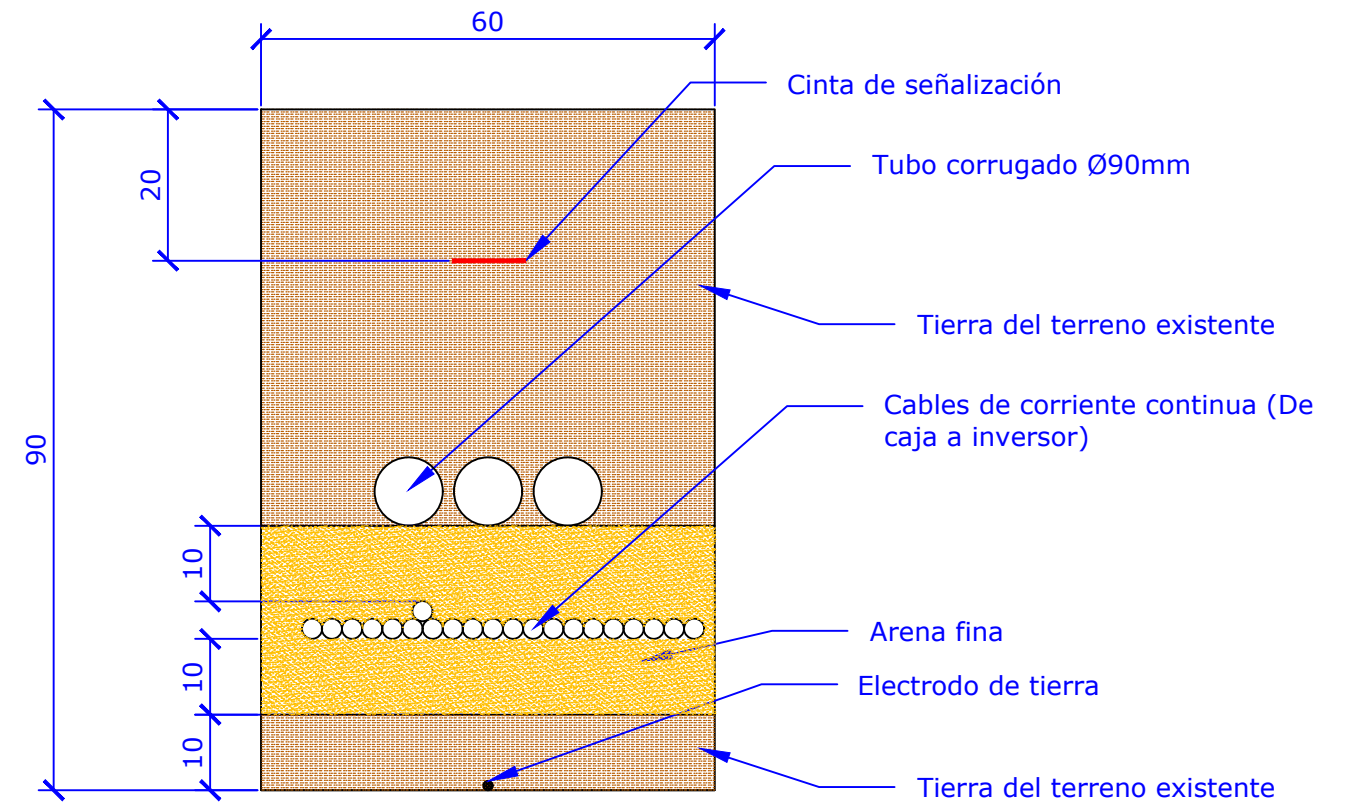
|                                                                                       |  |                                                                                                  |         |                                                                                       |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |         |  |  |
| PROMOTOR:                                                                             |  | Universidad de Valladolid                                                                        |         |                                                                                       |  |
| TÍTULO:                                                                               |  |                                                                                                  |         |                                                                                       |  |
| Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red                 |  |                                                                                                  |         |                                                                                       |  |
| LOCALIZACIÓN:                                                                         |  |                                                                                                  | ESCALA: |                                                                                       |  |
| Ólvega (Soria)                                                                        |  |                                                                                                  | N/A     |                                                                                       |  |
| FECHA: 26/06/2018                                                                     |  | DENOMINACIÓN:                                                                                    |         | PLANO Nº:                                                                             |  |
| FIRMA:                                                                                |  | Detalle seriado módulos                                                                          |         | 14                                                                                    |  |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                     |  |                                                                                                  |         |                                                                                       |  |



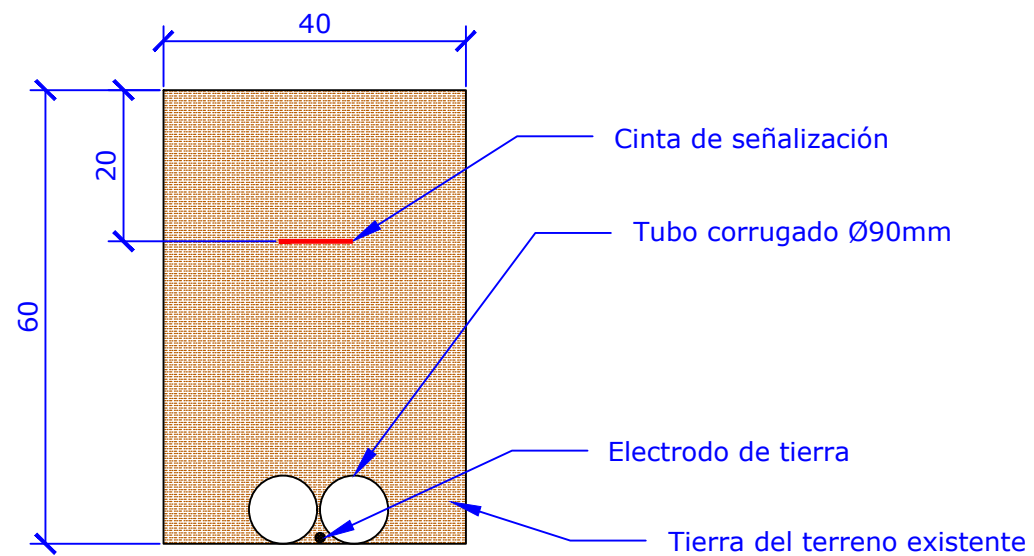
Zanja de Media Tensión



Zanja de Caja a Inversor



Zanja de Mesa a Caja y Perimetral

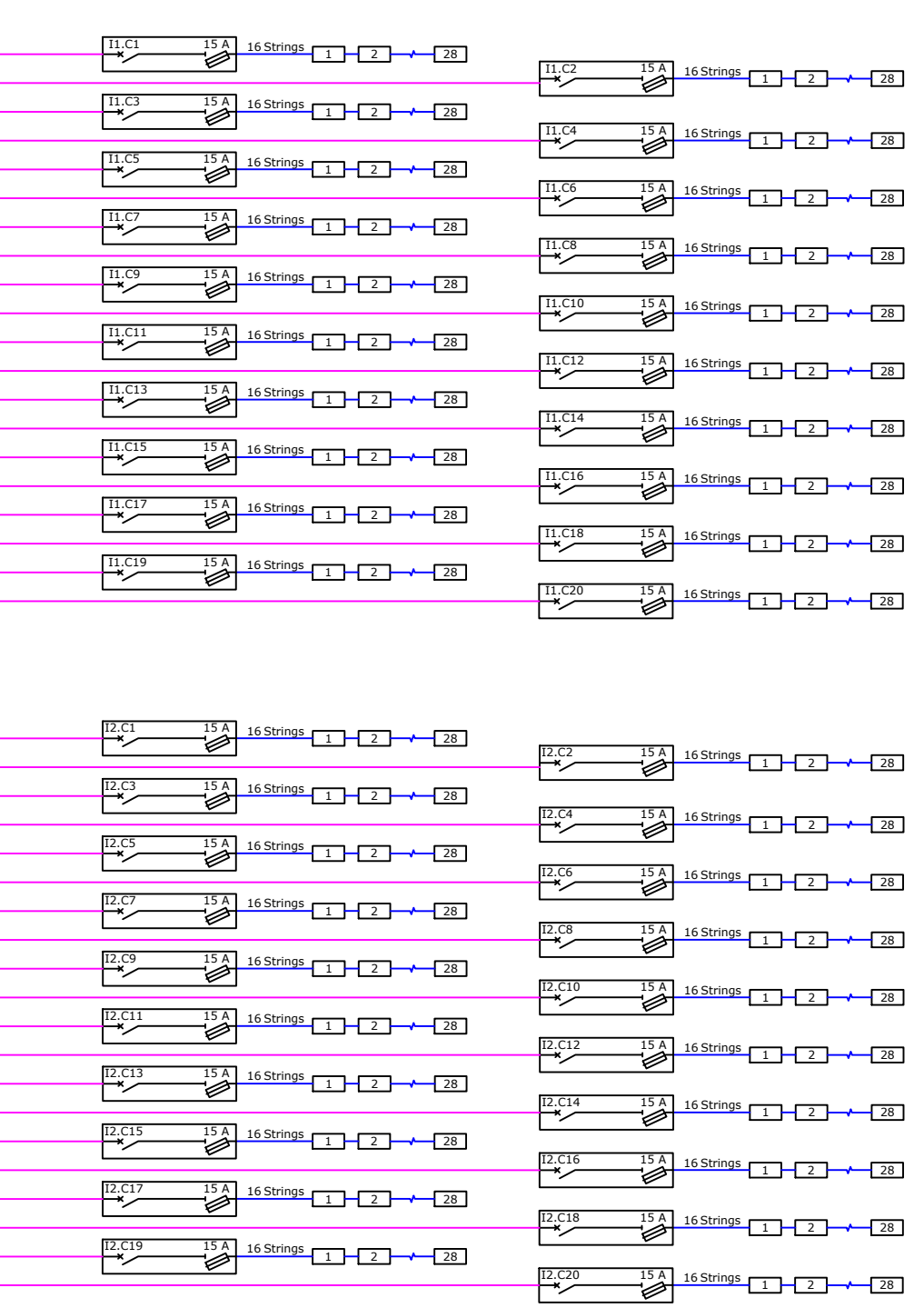
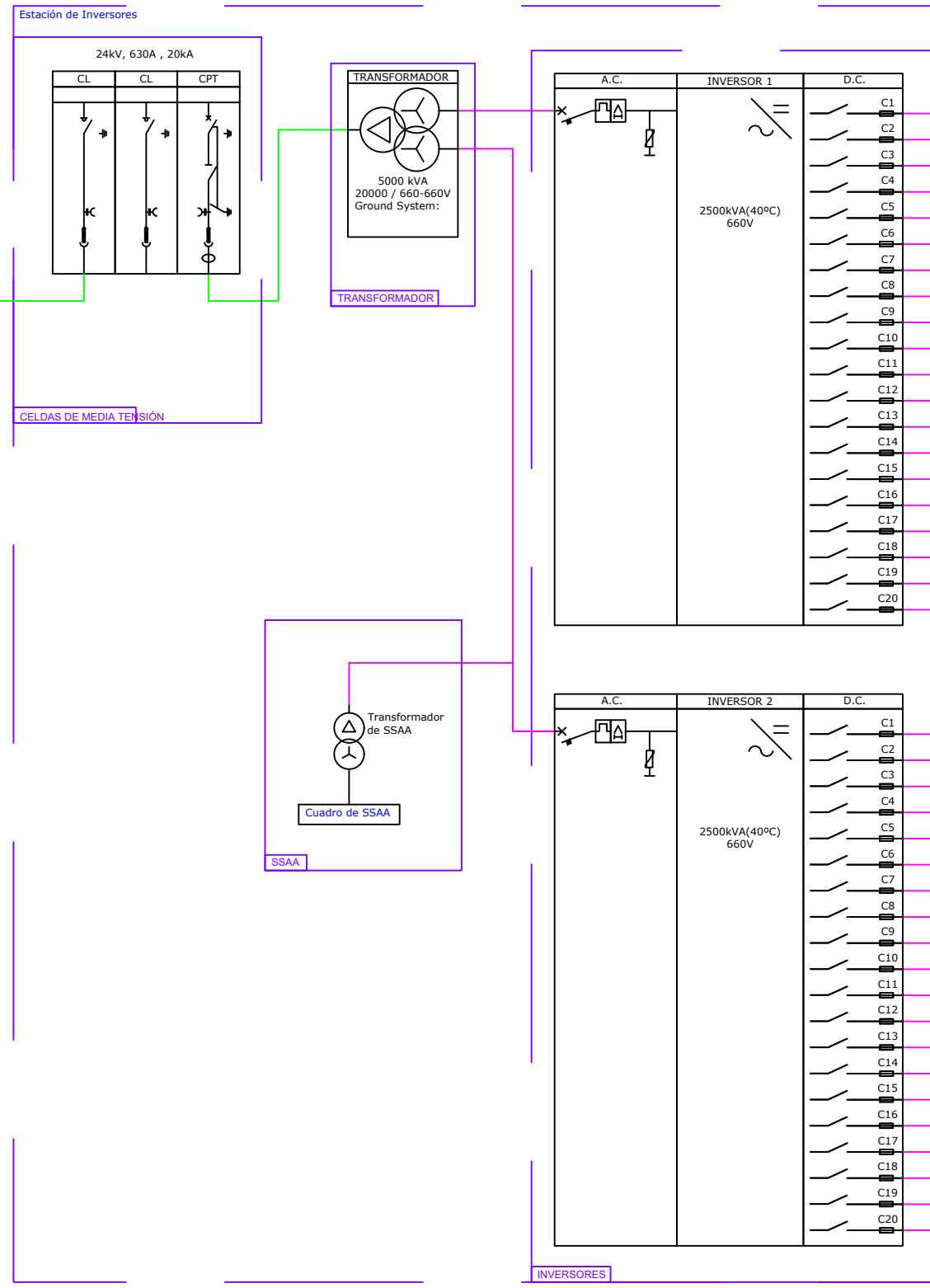


Unidades de la medida de las zanjas en cm

|                                                                                       |                                    |                                                                                  |                 |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  |                                    | U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA..... |                 |  |
| PROMOTOR:                                                                             |                                    | Universidad de Valladolid                                                        |                 |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica conectada a red          |                                    |                                                                                  |                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Ólvega (Soria)                                                       |                                    | ESCALA:<br>1:10                                                                  |                 |                                                                                       |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                           | DENOMINACIÓN:<br>Sección de zanjas |                                                                                  | PLANO Nº:<br>15 |                                                                                       |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                     |                                    |                                                                                  |                 |                                                                                       |



Salida de cables de media tensión hacia el Centro de Seccionamiento



|                                                                                                                                          |                                          |                        |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|------------------------|
| <span style="font-size: small;">U.V.A - E.I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br/>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</span> |                                          |                        |
| PROMOTOR: <b>Universidad de Valladolid</b>                                                                                               |                                          |                        |
| TÍTULO:<br><b>Diseño e instalación de planta solar fotovoltaica para conexión a red</b>                                                  |                                          |                        |
| LOCALIZACIÓN:<br><b>Ólvega (Soria)</b>                                                                                                   | ESCALA:<br><b>N/A</b>                    |                        |
| FECHA: 26/06/2018<br>FIRMA:                                                                                                              | DENOMINACIÓN:<br><b>Esquema Unifilar</b> | PLANO Nº:<br><b>16</b> |
| ALUMNO: Francisco Gonzalo Quesada                                                                                                        |                                          |                        |

# **DOCUMENTO Nº 3**

## **PLIEGO DE CONDICIONES**

### **ÍNDICE**

- 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES**
- 2. CONDICIONES ECONÓMICAS**
- 3. CONDICIONES FACULTATIVAS**
- 4. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS GENERALES**



# 1. Pliego de condiciones generales

## 1.1. Condiciones generales

La finalidad del presente pliego de condiciones es definir totalmente al contratista tanto la ejecución cualitativa del proyecto como el alcance del mismo.

El alcance del trabajo del contratista se basa en el diseño y preparación de los planos pertinentes, así como diagramas, listas de materiales, especificaciones y la redacción de los requisitos que se deban tomar en consideración para el correcto desarrollo de la instalación.

El trabajo eléctrico consistirá en la entera y completa instalación eléctrica de fuerza, suministro, acometida, alumbrado y tierra.

## 1.2. Reglamentos y normas

Es de obligado cumplimiento el reglamento de Seguridad y Normas Técnicas, donde se indican las unidades de obra que se han de ejecutar en la instalación, y que se han de respetar tanto en ámbito nacional, como autonómico como municipal. Además de estas prescripciones se ha de dar cumplimiento a todas aquellas que se hayan detallado en la Memoria del presente proyecto.

## 1.3. Materiales

Es imperativo que todos los materiales a utilizar en la instalación sean de primera calidad y deben cumplir con todas las especificaciones y las características indicadas tanto en el proyecto como en las normas generales y las normas de la compañía distribuidora de energía para cada material. Toda característica o especificación que figure en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin estar presente en los demás es igualmente obligatoria.

Una vez adjudicada la obra, antes del inicio de la misma, el contratista deberá presentar los catálogos, certificados de garantía u homologación, cartas de muestra, de todos los materiales a utilizar ante el técnico director de la obra.

Si se da la circunstancia de que se haya omisión de documentos, o en su caso, una contradicción con respecto a los materiales, el contratista tendrá la obligación de ponerlo en conocimiento del técnico director de la obra, quien tomará esta decisión en particular. En ningún caso debe el contratista intentar solventar el fallo directamente y sin autorización expresa.

## **1.4. Ejecución de las obras**

### **1.4.1. Comienzo**

El contratista deberá dar inicio a la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad. Se da un plazo de quince días desde la adjudicación definitiva o de la firma del contrato. Estando el contratista obligado a notificar o bien por escrito, o bien personalmente de forma directa a I técnico director de la fecha de comienzo de la obra.

### **1.4.2. Plazo de ejecución**

La obra debe encontrarse finalizada en el plazo que se estipule en el contrato con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones del presente pliego de condiciones.

Se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra si se da el caso de que el ritmo de trabajo programado con el contratista no sea el adecuado, o bien por petición de ambas partes.

Cuando de acuerdo al contrato establecido con la propiedad, o bien en el presente pliego de condiciones, al contratista le interesase solicitar una inspección para realizar algún trabajo posterior, que esté contenido en la misma, estará obligado a tener preparada dicha inspección, de forma que se lleve a cabo una cantidad de obra a un ritmo normal de trabajo.

### **1.4.3. Libro de órdenes**

El contratista dispondrá de un Libro de Órdenes en la obra, en las que se escribirán cuantas órdenes considere necesarias el técnico director darle al encargado o responsable de la obra.

## **1.5. Interpretación y desarrollo del proyecto**

Es el técnico director el encargado de la interpretación técnica de los documentos del presente proyecto. Estando el contratista obligado a someterse ante cualquier duda, aclaración o contradicción que pueda llegar a surgir durante la ejecución de la obra por causas ajenas o concernientes al proyecto.

Si surgiera cualquier error en la ejecución motivado por la omisión por parte del contratista de la obligación antes expuesta, este mismo deberá hacerse cargo de los trabajos correspondientes para la realizar el proyecto conforme a una correcta interpretación del mismo.

El contratista se halla en la obligación de realizar todo aquello que se considere necesario para la buena ejecución de la obra, aún en el caso de que no se encuentre expresado explícitamente en el pliego de condiciones o en cualquier otro documento del proyecto.

El técnico director de la obra deber ser avisado por el contratista con la suficiente antelación y por medios escritos o bien en persona de las fechas en las que se llevarán a cabo inspecciones, así como de cada una de las partes de las obra que se encuentre en necesidad de la misma y de aquellas que total o parcialmente debieran quedar ocultas.

De las unidades que quedaran ocultas se ha de tomar los datos precisos para su precisa medición, a efectos de liquidación, y deben ser suscritos por el técnico director de si los hallara correctos. De cumplirse este requisito, la liquidación se realizaría en base a los datos o mediciones aportados por este último.

## **1.6. Obras complementarias**

El contratista se halla en la obligación de realizar todas aquellas obras complementarias que sean necesarias para la correcta ejecución de cualquiera de las unidades de obra que se especifican en cualquiera de los documentos del presente proyecto, aunque no se encuentren referidas explícitamente en el mismo. Todo ello debe llevarse a cabo sin ninguna variación en el importe convenido.

## **1.7. Modificaciones**

El contratista está obligado a realizar y hacerse cargo de las obras que se le encarguen como resultado de modificaciones en el proyecto, ya sea por aumento, disminución, o simplemente modificación de algún elemento, siempre y cuando el importe de dichas modificaciones no altere un 25% del valor contratado ni superior ni inferiormente.

La valoración de dichas alteraciones se debe hacer de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el contratista y que ha sido tomado primeramente como base del contrato. El técnico director estará capacitado para introducir las variaciones que a su criterio sean necesarias en cualquier unidad de obra durante la construcción, siempre y cuando se cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y no se varíe el importe total de la obra.

## **1.8. Obras defectuosas**

En el caso de que el contratista se encontrase con que cualquier unidad de obra no se ajuste a lo que se especifica en el proyecto o en el presente pliego de condiciones, el técnico director se encontrará con que puede aceptarlo o bien rechazarlo. En caso de que aceptase el técnico director deberá hacer una valoración sobre el precio que crea el conveniente con arreglo a las diferencias que se encontrase entre las unidades de obra, estando el contratista obligado a aceptar el criterio del técnico director. En el segundo caso, el técnico rechaza la unidad de obra, debiendo reconstruir completamente la parte mal ejecutada a expensas del contratista sin que ello suponga una reclamación económica ni una ampliación en el plazo de ejecución.

## **1.9. Medios auxiliares**

Todos los medios auxiliares, maquinaria u cualquier disposición que sea precisa para la ejecución de la obra correrá a cuenta del contratista. Estando obligado a asegurarse de la cumplimentación de todos los Reglamentos de Seguridad y Salud en el trabajo que se encuentren vigentes, así como a la utilización de los medios adecuados de protección para los operarios.

## **1.10. Conservación de las obras**

La conservación en perfecto estado de todas las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad será responsabilidad únicamente del contratista, corriendo a su cargo los gastos derivados de ello.

## **1.11. Recepción de las obras**

### **1.11.1. Recepción provisional**

Una vez se encuentren acabadas la obras, dará lugar la recepción provisional, para lo cual se debe llevar a cabo un intenso reconocimiento por medio del técnico por el técnico director y de la Propiedad en presencia del contratista. En caso de hallarse en estado de ser admitida, después de la inspección se levantará acta y empezará a correr desde ese momento el plazo de garantía.

De no ser admitida se hará constar en acta como tal, y se darán instrucciones al contratista para el subsanamiento de los desperfectos encontrados, debiéndose fijar un plazo para solucionarlos, expirando el cual deberá llevarse a cabo una nueva inspección de reconocimiento, después de la cual, si la instalación se halla en estado de ser admitida, se procederá a la recepción provisional.

#### **1.11.2. Plazo de garantía**

El plazo de garantía será como mínimo de un año, empezando a contar a partir del momento de la recepción provisional, a no ser que se establezca de una manera diferente en el contrato, empezando a contar también desde la misma fecha.

Durante el periodo de garantía el contratista está a cargo de la conservación de las obras y el arreglo de los posibles desperfectos o averías que pudieran ocurrir por mala construcción.

#### **1.11.3. Recepción definitiva**

Una vez se ha acabado el plazo de garantía se realizará la recepción definitiva de la obra, donde se procederá de forma igual a la provisional. A partir de la fecha en cuestión, el contratista se verá exento de la conservación o reparación que hasta ese momento corrían a su cargo, si bien sus responsabilidades sobre defectos ocultos o deficiencias de causa dudosa subsistirán.

### **1.12. Contratación de la empresa**

Las instalaciones en su conjunto serán realizadas por la empresa escogida en concurso o bien es subasta. Las empresas que se presenten al mismo deberán presentar sus proyectos por medio de sobre lacrado en el domicilio del propietario.

La selección de la empresa será anunciada en el plazo de la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. La elección de la empresa se llevará a cabo de mutuo acuerdo entre el propietario y el director de la obra, sin que sea posible la reclamación por parte de las demás empresas concursantes.

### **1.13. Fianza**

En el contrato debe encontrarse presente la cantidad en forma de fianza que el contratista deberá depositar en garantía al comienzo del mismo, o, se deberá convenir una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra realizada. Se



entenderá que se adopta una retención del 5% sobre los pagos a cuenta citados en forma de garantía en caso de no estipularse la fianza.

En caso de que el contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para la ultimación de las obras en las condiciones estipuladas en el contrato, la Propiedad tendrá la opción de contratar con un tercero la realización de dichas obras. Pagando su importe con cargo a la retención de la fianza, sin perjuicio de ningún tipo sobre las acciones legales a que pueda atenerse la Propiedad en caso de que la fianza no bastase para subsanar los trabajos pendientes.

Una vez firmada el acta de recepción definitiva de las obras, se abonará al contratista la fianza retenida en un plazo no superior a treinta días.

## 2. Condiciones económicas

### 2.1. Abono de la obra

En el contrato deberán constar de manera detallada los plazos del abono de la obra y los plazos de la misma.

Las liquidaciones parciales que se pudieran pactar entre las partes deberán redactarse en el contrato y tendrán carácter provisional, siempre sujetos a las certificaciones que surjan en durante la liquidación final. Dichas liquidaciones parciales no supondrán en ningún caso la recepción de la obra a la que comprenden, siendo esta al finalizar el total de la obra, y cuyos criterios estarán establecidos con claridad en el contrato.

### 2.2. Precios

Como ya se ha comentado en las condiciones generales, al finalizar la obra, el contratista deberá entregar la relación de precios de las unidades de obra que integran el proyecto, que de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán los precios a las variaciones que pudiera haber.

Se entiende que los precios unitarios de las unidades de obra comprenden la totalidad de la carga económica de la obra, incluyendo todos los trabajos completados, pago a trabajadores, imposiciones fiscales, materiales y otros gastos repercutibles.

Si se tuvieran que realizar obras complementarias no previstas en el proyecto, se deberá fijar el precio de cada unidad de obra antes del inicio de la obra entre el contratista y el director técnico, debiéndose presentar ante el propietario para recibir su aprobación o negativa.

### 2.3. Revisión de precios

Se debe establecer en el contrato la posibilidad o no de la revisión de precios por parte del contratista, y en caso afirmativo, la fórmula para su cálculo. Si no se incluyere esta última, se deberá aplicar por parte del técnico director el precio que considere según alguno de los criterios aceptados.

### 2.4. Penalizaciones

Se debe reflejar en el contrato el precio a pagar en forma de penalización por el retraso en la entrega de las obras o parte de ellas, fijándose una tabla de cuantías y demoras.

## **2.5. Contrato**

El contrato se formalizará mediante documento privado, teniendo la posibilidad de elevarlo a escritura por reclamo de cualquiera de las partes.

En el contrato debe constar todo lo relativo a la realización de las obras, en él se debe incluir la mano de obra, transporte, adquisición de todos los materiales, medios auxiliares, realización de obras complementarias, reconstrucción de obra defectuosa y las posibles modificaciones que haya creído oportuno el técnico director.

En el contrato se debe incluir la totalidad de los documentos del presente proyecto, y deben ser firmados por la propiedad y el contratista como muestra de su conocimiento y aceptación del proyecto.

## **2.6. Responsabilidades**

El responsable de la correcta ejecución de las obras, de la completa operatividad de la instalación al finalizar las mismas y de que se cumplan todas las condiciones establecidas es el contratista. Esto deriva en la obligación del mismo de hacerse responsable de la demolición y correcta reconstrucción de aquellos elementos que se hayan considerado que estén mal ejecutados, aún con la aprobación del técnico director.

El contratista será el responsable único de los accidentes o daños que se hayan cometido por inexperiencia, error, o empleo de métodos que no se consideren adecuados, que pudieran suceder o bien en la propiedad, a vecinos o terceros en general.

Será el único responsable también de todas las transgresiones que él o su personal pudieran cometer durante la ejecución del proyecto.

En caso de incumplirse alguna normativa, ley o disposición que se encuentre vigente en el momento de la obra concerniente a la materia laboral respecto al personal el contratista será el único responsable, consecuentemente será responsable también de los accidentes que puedan suceder y de las repercusiones jurídicas que se puedan derivar.

## **2.7. Rescisión del contrato**

### **2.7.1. Liquidación en caso de rescisión**

En caso de rescisión de contrato por mutuo acuerdo, o bien por alguna de las causas que se describen en el siguiente punto, se deberá abonar al contratista el montante de las unidades de obra finalizadas, así como de los materiales almacenados a pie de obra que reúnan las condiciones de ser utilizadas ulteriormente en la misma.

En caso de rescisión de contrato se sobreentenderá la retención de la fianza por parte del propietario en forma de conservación del periodo de garantía y el mantenimiento que se pudiera dar hasta la fecha de la nueva adjudicación.

### **2.7.2. Causas de rescisión del contrato**

Se considerará causa suficiente para la rescisión del contrato cualquiera de las siguientes o un conjunto de ellas:

- Muerte o incapacitación del contratista.
- Quiebra del contratista.
- Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del proyecto original
- El no comienzo de las obras en el plazo que se estipula en el contrato, siempre y cuando sea por causas ajenas a la propiedad.
- Incumplimiento de las condiciones del contrato cuando impliquen mala fe.
- Modificación del proyecto cuando se produzca una variación en el valor superior al 25% del precio original.
- La suspensión de las obras una vez ya iniciadas, siempre y cuando el plazo de suspensión sea superior a seis meses.
- Finalización del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar.
- Subcontratación de la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del técnico director y la propiedad.
- Actuación de mala fe en la ejecución de cualquiera de los trabajos que se realicen en la obra.

## 3. Condiciones facultativas

### 3.1. Normas a seguir

El diseño de la instalación debe ser tal que cumpla todas las exigencias o recomendaciones que se presenten en las últimas ediciones de los siguientes códigos:

- Reglamento Electrónico de Media Tensión.
- Normas UNE.
- Plan Nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Normas de la compañía suministradora.
- Plan general y ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo.
- Publicaciones del Comité Eléctrico Internacional (CEI).
- Todo aquello que se indique en el presente pliego de condiciones con preferencia a los códigos y normas.

### 3.2. Personal

El encargado será el responsable de recibir las instrucciones del técnico director, así como de comunicarlas y transmitir las al personal y asegurarse de su cumplimiento.

Será responsabilidad del contratista que en la obra se encuentre en cada momento el número y clase de operarios que se necesiten en función de la naturaleza de los trabajos que se vayan a realizar. Los operarios deben ser experimentados en su oficio y tener las aptitudes necesarias para llevar a cabo sus correspondientes misiones.

Será obligación del contratista el despido de aquel personal que a juicio del técnico director no de cumplimiento a sus obligaciones o realice un trabajo defectuoso, bien sea por obrar de mala fe o por carencia de conocimientos específicos.

## 4. Pliego de condiciones técnicas generales

En el presente pliego de condiciones técnicas se detallan las características que deben cumplir tanto los materiales que se utilizarán en la construcción como las técnicas adecuadas para su colocación en obra. Se define también las bases que deben regir en la ejecución de la instalación y en las obras que se consideren necesarias.

Para cualquier disposición o especificación que no se halle plasmada en el presente pliego de condiciones técnicas se deberá tener en cuenta lo que indique la normativa vigente.

### 4.1. Unidades de obra civil

La totalidad de los materiales que se vayan a utilizar en la obra deberán ser de la máxima calidad y deberán cumplir todas las especificaciones que se exija en las normas y reglamentos que se encuentren vigentes en el momento.

#### 4.1.1. Recogida y limpieza de la zona

Se debe recoger y limpiar la zona de forma que se extraigan y retiren de la zona designada todos los materiales, herramientas, objetos o cualquier materia no deseable al inicio y al finalizar la obra. Debe realizarse conforme a las especificaciones que se presentan en los documentos del proyecto.

Durante la ejecución de las obras los trabajos deberán realizarse de forma que se producirán las menores molestias posibles a cualquier persona que se encuentre en las proximidades de la obra.

Los materiales que se hayan de retirar deben ser tratados por el contratista de la manera y en los lugares que se establezca por parte del encargado de las obras.

### 4.2. Reconocimientos y ensayos previos

Siempre que el técnico director de la obra crea oportuna la realización de ensayos, comprobaciones de materiales o análisis tendrá la opción de encargarlos a pesar de no encontrarse en este pliego de condiciones. Estos pueden ser en elementos de la instalación, fábrica de origen, laboratorios oficiales o en la misma obra, según sea la naturaleza del análisis, siempre bajo el criterio del técnico director. Si se dieran discrepancias, se realizarán en laboratorio oficial designado por el técnico director. Correspondiendo el abono de los costes que se puedan derivar de estos trabajos deberán corresponder al contratista.

### 4.3. Ensayos

Antes de la puesta en marcha definitiva de la instalación se deberán realizar los ensayos necesarios para comprobar, bajo el criterio del técnico director de la obra, el correcto funcionamiento de la instalación, que todos los aparatos, cableados y demás elementos de la instalación se encuentran adecuadamente instalados y cumplen con todas las normativas vigentes.

Estos ensayos deben ser llevados a cabo por el contratista bajo el juicio del técnico director. Debiendo plasmarse sus resultados en los correspondientes informes, con indicaciones de fechas, nombres y categorías profesionales de las personas a cargo del ensayo.

Los cables deben ser sometidos a un ensayo de resistencia del aislamiento entre las fases y cada fase y la línea de tierra antes de la puesta en funcionamiento de la instalación. Se procederá de la siguiente manera:

- Se alimentarán los cuadros y con el receptor desconectado se medirá la resistencia del aislamiento en la salida de los arrancadores.
- Se medirá la resistencia del aislamiento entre las fases y la tierra teniendo los cables conectados a las estaciones de maniobra y a los dispositivos de protección.

Se debe comprobar la línea de tierra de forma que se determine la continuidad de sus cables y sus conexiones y se debe medir la resistencia de los electrodos y la tierra.

Se debe comprobar el correcto funcionamiento de las alarmas de los equipos eléctricos activándolas simulando condiciones anormales.

### 4.4. Medida de consumo

El sistema de transformación de energía debe contar siempre con su correspondiente equipo de medida según indiquen las normas de la compañía distribuidora. El contador a instalar debe contar con:

- Contador de energía activa con tarifa 3.0 sentido generador-red.
- Contador de energía reactiva sentido red-generador.
- Reloj de tarifa 3.0 con discriminación semanal.
- Contador de energía activa sentido red-generador.
- Salida digitalizada para transmisión a distancia, homologado por la compañía.
- En los contadores han de constar siempre sus marcas y características.

Los contadores han de ser verificados y precintados por el organismo de la industria que le corresponda.

## 4.5. Centro de mando y control

Se debe contar con un centro en el que se encuentran los aparatos de medida, alarmas mediciones y protecciones. En el interior habrá una regleta de bornas de prueba para los instrumentos de medida y relés de protección.

En el frontal del centro debe haber un sinóptico de los instrumentos del interior, así como amperímetros, voltímetros, luces de alarma y señalización y pulsadores de maniobra.

## 4.6. Red de puesta a tierra

Como medida de protección frente a descargas eléctricas la instalación debe contar con una línea de puesta a tierra que cumpla con la normativa vigente así como con todo lo detallado tanto en el presente pliego de condiciones como en cualquiera de los documentos que componen el proyecto.

El conjunto de líneas y tomas de tierra deben tener unas características tales que no se permita que exista una diferencia de tensión superior a 24V entre cualquier masa metálica respecto a la tierra.

Todas las carcasas de los aparatos, enchufes, estructuras, cajas de combinación, el varistor del transformador de potencia y cualquier elemento con potencial de encontrarse con diferencia de tensión sobre la tierra deberán disponer de su correspondiente toma de tierra. Ésta deberá estar conectada a una red general independiente de los centros de transformación y siempre de acuerdo a los reglamentos vigentes.

La instalación de las líneas de toma de tierra se realizará conforme a lo dispuesto en el Reglamento Técnico de Baja Tensión, así como todas sus instrucciones complementarias.

La red de puesta tierra estará formada por electrodos, placas, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc.

En aquellos puntos de la instalación donde se detecte falta de humedad en el terreno o bien poca resistencia de la tierra, se deberán colocar tubos de humidificación, pudiendo también reforzar la red por medio de productos químicos que no vean comprometida la integridad estructural de cualquier elemento de la instalación.





# **DOCUMENTO Nº 4**

# **PRESUPUESTOS**

## **ÍNDICE**

- 1. CUADRO DE MEDICIONES**
- 2. CUADRO DE PRECIOS ELEMENTALES**
- 3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS COMPUESTOS O PRECIOS UNITARIOS**
- 4. CUADRO DE PRECIOS Nº 1**
- 5. CUADRO DE PRECIOS Nº 2**
- 6. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS**



## **1. CUADRO DE MEDICIONES**



| CAPÍTULO 1 Preparación del terreno y replanteo |          |      |                                                                                                                                                               |           |         |        |           |           |
|------------------------------------------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|--------|-----------|-----------|
| Nº                                             | Código   | Uds. | Descripción                                                                                                                                                   | Longitud  | Anchura | Altura | Parciales | Medición  |
| 001                                            | D23KJ025 | M2   | <b>Desbroce y allanado del terreno</b><br>M2. Desbroce de la vegetación existente y allanado y explanación de la parcela.                                     | 96.785,48 |         |        | 96.785,48 | 96.785,48 |
| 002                                            | D23KJ025 | Ud.  | <b>Replanteo</b><br>Ud. De replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación. Jornada de trabajo de 8 h de replanteo. | 1,00      |         |        | 1,00      | 1,00      |

| CAPÍTULO 2 Cerramiento |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |        |           |          |
|------------------------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                     | Código   | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 003                    | D23KJ025 | M2   | <b>VALLA ELECTROSOLDADA 200x55x5</b><br>M2. Valla de malla electrosoldada de 200x55/5 de RitmoClip ó similar, con postes intermedios cada 4 m. de tubo de 1,2 mm de espesor. totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, y accesorios.       | 1.402,00 |         |        | 1.402,00  | 1.402,00 |
| 004                    | D23AN600 | Ud.  | <b>PUERTA METÁLICA</b><br>M2. Puerta metálica Corredera sobre raíl, de apertura manual. De 6 metros de longitud y 2 metros de altura, con pilares y estructura formados en acero Z-275, con postes guía de 100x100x3 y barros de 30x20x1,5 y ruedas de 120 mm de diámetro. | 1,00     |         |        | 1,00      | 1,00     |

| CAPÍTULO 3 Instalación de los módulos fotovoltaicos |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |         |        |           |           |
|-----------------------------------------------------|--------|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|---------|--------|-----------|-----------|
| Nº                                                  | Código | Uds.  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Longitud  | Anchura | Altura | Parciales | Medición  |
| 005                                                 |        |       | <b>3.1. Ud. Hincado de postes</b><br>Ud. Poste de acero de alta calidad de los tipos S275JR y S355JR. Acero galvanizado en caliente G-90. Estructura tipo NCLAVE monoposte o similar. Separación entre postes de 2,520 metros. Totalmente instalados.                                                                                                             |           |         |        |           |           |
|                                                     |        | 4.480 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |         |        | 4.480     | 4.480     |
| 006                                                 |        |       | <b>3.2. Ud. Colocación de los postes transversales</b><br>Ud. Estructura de postes transversales como soporte para una mesa fotovoltaica con superficie de 97,624 m2 de captadores a 30º de inclinación sobre horizontal. Formado por perfiles de acero Galvanizado como protección antioxidante, accesorios y pequeño material necesario. Completamente montado. |           |         |        |           |           |
|                                                     |        | 4.480 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |         |        | 4.480     | 4.480,00  |
| 007                                                 |        |       | <b>3.3. MI Colocación de correas posteriores y grapas para sujeción de los módulos</b><br>Ud. Colocación de la correa posterior a la que se fijarán directamente los módulos fotovoltaicos por medio de grapas de aluminio.                                                                                                                                       |           |         |        |           |           |
|                                                     |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 18.122,24 |         |        | 18.122,24 | 18.122,24 |
| 008                                                 |        |       | <b>3.4 MI RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 GRAPEADA</b><br>MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                                                                                                              |           |         |        |           |           |
|                                                     |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 71.680    |         |        | 71.680    | 71.680    |
| 009                                                 |        |       | <b>3.5 MI RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2 GRAPEADA</b><br>MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2 grapeado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                                                                                                            |           |         |        |           |           |
|                                                     |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1.957,78  |         |        | 1.957,78  | 1.957,78  |



| Nº  | Código                                                   | Uds.   | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
|-----|----------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 010 | <b>3.6 Ud. Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO BYD 360-P6-K</b> |        | Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca BYD, modelo 360-P6-K, Potencia máxima 340 Wp con tolerancia de $\pm 3\%$ , clase de protección II, características eléctricas principales $V_n=24$ Vcc, $V_{oc}=47,58$ Vcc, $V_{pmp}=37,57$ , $I_{cc}=9,47$ A, $I_{pmp}=9,06$ A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión a tresbolillo, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado, probado y funcionando. |          |         |        | 17.920    | 17.920   |
|     |                                                          | 17.920 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |         |        |           | 17.920   |
| 011 | <b>3.7. Ud. Conexionado de los módulos</b>               |        | Ud. Conexionado de los módulos fotovoltaicos a tresbolillo por medio del cable del propio panel. Completamente conectado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |         |        | 17.920    | 17.920   |
|     |                                                          | 17.920 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |          |         |        |           | 17.920   |

| CAPÍTULO 4 Construcción del camino y explanadas |         |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |         |        |           |          |
|-------------------------------------------------|---------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                              | Código  | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 012                                             | 4.1. M3 |      | <b>Excavación mecánica de zanja</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 30 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                    |          |         |        |           | 365,22   |
| 013                                             | 4.2. M2 |      | <b>Compactado de tierra sin aporte nº1</b><br>M3. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |        |           | 1.217,41 |
| 014                                             | 4.3. M2 |      | <b>Colocación de membrana geotextil</b><br>M2. Colocación de membrana Geotextil basado en polipropileno, para protección de geomembranas y con función filtrante, en depósitos de líquidos y desechos, no tejido, formado por filamentos continuos de polipropileno estabilizado a los rayos U.V., y con resistencia a la perforación CBR de 3.850 N, según norma EN ISO 12236 y peso 325 g/m2, según norma EN 955. |          |         |        |           | 1.217,41 |
| 015                                             | 4.4. M3 |      | <b>Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, con aporte de 20 cm de grava tipo 1 de más de 30 mm de diámetro y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                             |          |         |        |           | 243,48   |
| 016                                             | 4.5. M2 |      | <b>Compactado de tierra sin aporte nº2</b><br>M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                            |          |         |        |           | 1.217,41 |
| 017                                             | 4.6. M3 |      | <b>Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2.</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, con aporte de 10 cm de grava tipo 2 de más de unos 5 mm de diámetro y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                        |          |         |        |           | 121,74   |
| 018                                             | 4.7. M2 |      | <b>Compactado final</b><br>M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                                |          |         |        |           | 1.217,41 |

| CAPÍTULO 5 Instalación de los edificios |        |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |          |         |        |           |          |
|-----------------------------------------|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                      | Código | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 019                                     |        |      | <p><b>4.1. Ud. Centro de inversión</b></p> <p>Ud. Edificio Prefabricado tipo pfu 5 con dos inversores tipo GAMESA E-2,5MVA-SB-I-1500V, un transformador de potencia del tipo JEMA IFX6, transformador de SSAA, dos celdas de línea y una de protección para el transformador.</p> <p>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.</p> |          |         |        |           | 1,00     |
| 020                                     |        |      | <p><b>4.2. M2 Centro de monitorización</b></p> <p>Ud. Edificio Prefabricado de 10 pies en el que posteriormente se instalarán los equipos correspondientes.</p> <p>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.</p>                                                                                                                   |          |         |        |           | 1,00     |
| 021                                     |        |      | <p><b>4.3. M2 Centros de corte</b></p> <p>Ud. Edificio Prefabricado de 20 pies en el que hay dos celdas de línea aisladas en SF6 y una de protección también aislada. Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.</p>                                                                                                                |          |         |        |           | 2,00     |

| CAPÍTULO 6 Puesta a tierra del centro de inversión |                 |      |                                                                                                                                                                                                                                                |          |         |        |           |          |
|----------------------------------------------------|-----------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                                 | Código          | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                    | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 022                                                | <b>6.1. M3</b>  |      | <b>Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                   | 47,34    | 0,60    | 0,80   | 22,72     | 22,72    |
| 023                                                | <b>6.2. MI.</b> |      | <b>Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección</b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. | 47,34    |         |        | 47,34     | 47,34    |
| 024                                                | <b>6.3. Ud.</b> |      | <b>Instalación de electrodo de tierra, pica de 3 m</b><br>MI. Electrodo de tierra en forma de pica de acero revestida de cobre de 3 metros de longitud                                                                                         | 1,00     |         |        | 1,00      | 1,00     |
| 025                                                | <b>8.12 M3</b>  |      | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                    | 47,34    | 0,6     | 0,8    | 22,72     | 530,07   |

| CAPÍTULO 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                |          |         |        |           |          |
|-------------------------------------------------------------|----------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                                          | Código         | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                    | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 026                                                         | <b>6.1. M3</b> |      | <b>Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                   | 1.486,59 | 0,40    | 0,60   | 356,78    | 356,78   |
| 027                                                         | <b>6.2. MI</b> |      | <b>Colocación cable puesta de tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección</b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. | 657,47   |         |        | 657,47    | 657,47   |
| 028                                                         | <b>6.3. MI</b> |      | <b>Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2, D 32</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                  | 1.486,87 |         |        | 1.486,87  | 1.486,87 |
| 029                                                         | <b>7.7 MI</b>  |      | <b>Colocación del cableado RS-485 de monitorización</b><br>MI. Metro lineal de cable RS-485 de monitorización entubado en tubos de plástico corrugado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                            | 1.636,28 |         |        | 1.636,28  | 1.636,28 |
| 030                                                         | <b>6.4. MI</b> |      | <b>Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2, D 32</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2 entubado en tubo corrugado D = 32 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                | 1.957,78 |         |        | 1.957,78  | 1.957,78 |
| 031                                                         | <b>8.12 M3</b> |      | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                    | 1.486,59 | 0,40    | 0,60   | 356,78    | 530,07   |

| CAPÍTULO 8 Zanjas de caja a inversor |               |      |                                                                                                                                                                                                                        |          |         |        |           |          |
|--------------------------------------|---------------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                   | Código        | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                            | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 032                                  | <b>7.1 M3</b> |      | <b>Excavación mecánica de zanja para posterior instalación</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                            | 657,43   | 0,60    | 0,90   | 355,01    | 355,01   |
| 033                                  | <b>7.2 M3</b> |      | <b>Relleno mecánico de zanjas con material de la instalación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación                                                                                   | 657,43   | 0,60    | 0,10   | 39,45     | 39,45    |
| 034                                  | <b>7.3 MI</b> |      | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.       | 3.371,45 |         |        | 3.371,45  | 3.371,45 |
| 035                                  | <b>7.4 MI</b> |      | <b>Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm2 ENTERRADA</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. | 1.215,14 |         |        | 1.215,14  | 1.215,14 |
| 036                                  | <b>7.5 M3</b> |      | <b>Relleno de zanjas con cama de arena fina</b><br>M3. Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                                          | 657,43   | 0,60    | 0,20   | 78,89     | 78,89    |
| 037                                  | <b>7.6 MI</b> |      | <b>Colocación de tubos de plástico corrugado D 90</b><br>MI. Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                 | 1.465,87 |         |        | 1.465,87  | 1.465,87 |
| 038                                  | <b>7.7 MI</b> |      | <b>Colocación del cableado RS-485 de monitorización</b><br>MI. Metro lineal de cable RS-485 de monitorización entubado en tubos de plástico corrugado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.    | 734,56   |         |        | 734,56    | 734,56   |

| <b>Nº</b> | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                               | <b>Longitud</b> | <b>Anchura</b> | <b>Altura</b> | <b>Parciales</b> | <b>Medición</b> |
|-----------|---------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------|------------------|-----------------|
| 039       | <b>7.8 M3</b> |             | <b>Relleno y compactado mecánico con la arena existente</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos. |                 |                |               |                  |                 |
|           |               |             |                                                                                                                                                                  | 657,43          | 0,60           | 0,60          | 236,67           |                 |
|           |               |             |                                                                                                                                                                  |                 |                |               |                  | 236,67          |

| CAPÍTULO 9 Zanja para cableado de media tensión |               |      |                                                                                                                                                                                                                                                 |          |         |        |           |          |
|-------------------------------------------------|---------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                              | Código        | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                     | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 040                                             | <b>8.1 M3</b> |      | <b>Excavación mecánica de zanja</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                                                | 271,25   | 0,60    | 1,20   | 195,30    | 195,30   |
| 041                                             | <b>8.2 MI</b> |      | <b>Colocación de cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup></b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm <sup>2</sup> de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. | 271,25   |         |        | 271,25    | 271,25   |
| 042                                             | <b>8.3 M3</b> |      | <b>Relleno de zanja con tierra del terreno existente</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.                                                                                       | 271,25   | 0,60    | 0,10   | 16,28     | 16,28    |
| 043                                             | <b>8.4 M3</b> |      | <b>Relleno con cama de arena fina 1</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                 | 271,25   | 0,60    | 0,10   | 16,28     | 16,28    |
| 044                                             | <b>8.5 MI</b> |      | <b>Colocación de cable RHZ-1-OL H16 0.6/1 kV 4X95 mm<sup>2</sup> enterrado</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 95 mm <sup>2</sup> enterrado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                    | 271,25   |         |        | 271,25    | 271,25   |
| 045                                             | <b>8.6 M3</b> |      | <b>Relleno con cama de arena fina 2</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                | 271,25   | 0,60    | 0,10   | 16,28     | 16,28    |



| Nº  | Código         | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                           | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
|-----|----------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 046 | <b>8-7 MI</b>  |      | <b>Colocación de cinta de señalización</b><br>MI. Metro lineal de cinta de señalización de cables enterrados, totalmente instalado.                                                                                                                                   |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 271,25   |         |        | 271,25    | 271,25   |
| 047 | <b>8.8 M3</b>  |      | <b>Relleno con cama de arena fina 3</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, i/aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                                        |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 271,25   | 0,60    | 0,10   | 16,28     | 16,28    |
| 048 | <b>8.9 MI</b>  |      | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                      |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 271,25   |         |        | 271,25    | 271,25   |
| 049 | <b>8.10 M3</b> |      | <b>Relleno con cama de arena fina 4</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                                      |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 271,25   | 0,60    | 0,10   | 16,28     | 16,28    |
| 050 | <b>8.11 MI</b> |      | <b>Colocación de tubos de plástico corrugado D 90</b><br>MI. Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                                                |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 271,25   |         |        | 271,25    | 271,25   |
| 051 | <b>8.13 MI</b> |      | <b>Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica</b><br>MI. Metro lineal de cable de cable de fibra óptica para la monitorización de datos compartiendo zanja con cableado de media tensión, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 431,45   |         |        | 431,45    | 431,45   |
| 052 | <b>8.14 M3</b> |      | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                           |          |         |        |           |          |
|     |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                       | 271,25   | 0,60    | 0,60   | 97,65     | 97,65    |

| CAPÍTULO 10 Instalación de elementos auxiliares |                |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |        |           |          |
|-------------------------------------------------|----------------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| Nº                                              | Código         | Uds.  | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
| 053                                             | <b>9.1 Ud.</b> |       | <b>Instalación de las cajas de combinación</b><br>Ud. Caja de combinación de series con 16 entradas, 32 fusibles de 15A y puerta abatible precintable. Protección IP65.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |         |        |           |          |
|                                                 |                | 40,00 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |        | 40,00     | 40,00    |
| 054                                             | <b>9.2 Ud.</b> |       | <b>Instalación del pararrayos</b><br>Ud. Suministro e instalación del sistema externo de protección contra el rayo formado por pararrayos con dispositivo de cebado electropulsante, modelo INGESCO PDC 6.4 con Certificación de Producto AENOR, tiempo de avance en el cebado de 60 µs y radio de protección de 113 metros para un nivel de protección 4, según CTE DB-SU-8 y UNE 21186. Colocado sobre mástil de acero galvanizado e incluso pieza de adaptación, fijaciones, vías de chispas,, tubo de protección de la bajada y toma de tierra registrable con resistencia inferior a 10 ohmios, de cable enterrado 40 metros, los 20 primeros metros de conductor de cobre aislado y los 20 siguientes de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Totalmente montado, instalado, conexionado y comprobado según CTE DB-SU-8 y UNE 21186. |          |         |        |           |          |
|                                                 |                |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,00     |         |        | 1,00      | 1,00     |
| 055                                             | <b>9.3 Ud.</b> |       | <b>Instalación de las cámaras de seguridad</b><br>Ud. Circuito cerrado de televisión con 15 cámaras del tipo HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B), con nivel de protección IP67conexionado totalmente instalado. Con focos de visión nocturna tipo LIR ICC88 con IP66. Instalada sobre mástil de 3 metros de altura instalado sobre zapata de 40x40x40 cm. Completamente instalada y conectada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |        |           |          |
|                                                 |                |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15,00    |         |        | 15,00     | 15,00    |
| 056                                             | <b>9.4 Ud.</b> |       | <b>Instalación de sensores de movimiento</b><br>Ud. Detector de proximidad del tipo Microwave YCE2001. detectores de movimiento de alta precisión que emiten ondas de alta frecuencia electromagnética (5,8 GHz) y reciben el eco. Cuando detectan una variación en el eco recibido desencadenan el comando de "encendido de luz" (switch light on).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |         |        |           |          |
|                                                 |                | 2,00  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |        | 2,00      | 2,00     |
| 057                                             | <b>9.5 Ud.</b> |       | <b>Instalación de Veleta</b><br>Ud. Veleta tipo WV4403 4-20 mA, funciona hasta 200 km/h velocidad de viento. Con una salida analógica de 4-20 mA en función de la dirección de viento (ver tabla). Para ello orientar la veleta en dirección norte y su señal de salida corresponderá con los ángulos y direcciones de la tabla del fabricante. Completamente instalada y conectada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |         |        |           |          |
|                                                 |                | 1,00  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |          |         |        | 1,00      | 1,00     |

| Nº  | Código                                                              | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                               | Longitud | Anchura | Altura | Parciales | Medición |
|-----|---------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| 058 | <b>9.6 Ud. Instalación de Piranómetros</b>                          |      | Ud. Sensor de radiación solar de primera clase con ángulo de visión de 180 °.                                                                                                                                                                                                             |          |         |        |           |          |
|     |                                                                     | 2,00 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |        | 2,00      | 2,00     |
| 059 | <b>9.7 Ud. Instalación de Anemómetro</b>                            |      | Ud. Sensor de velocidad de viento que entrega una corriente eléctrica proporcional a la velocidad de viento incidente. Dimensiones 160x50x134. Instalado y correctamente conectado.                                                                                                       |          |         |        |           |          |
|     |                                                                     | 1,00 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |        | 1,00      | 1,00     |
| 060 | <b>9.8 Ud. Instalación de router Router</b>                         |      | Ud. Sistema para controlar remotamente la instalación del tipo Wireless-G LinksysWRT54GL, con posibilidad de utilizar DMZ, WLAN, Ethernet e Internet y con una tasa de enlace máxima de 54 Mbps.                                                                                          |          |         |        |           |          |
|     |                                                                     | 1,00 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |        | 1,00      | 1,00     |
| 061 | <b>9.9 Ud. Instalación de Rack</b>                                  |      | Ud. Armario de seguridad del tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U, fabricado en acero laminado en frío con protección IP20, carga máxima 100Kg y dimensiones 600x600.                                                                                                                 |          |         |        |           |          |
|     |                                                                     | 2,00 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |        | 2,00      | 2,00     |
| 062 | <b>9.10 Ud. Instalación y conexionado de caja de monitorización</b> |      | Ud. Sistema para monitorización de instalación de dos inversores, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando. |          |         |        |           |          |
|     |                                                                     | 1,00 |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |          |         |        | 1,00      | 1,00     |

## **2. CUADRO DE PRECIOS ELEMENTALES**



| <b>U01 MANO DE OBRA</b>             |               |             |                                                         |               |
|-------------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------------------------------|---------------|
| <b>Nº</b>                           | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Precio</b> |
| 001                                 | U01AA006      | Hr          | Capataz                                                 | 17,07         |
| 002                                 | U01AA007      | Hr          | Oficial primera                                         | 16,17         |
| 003                                 | U01AA009      | Hr          | Ayudante                                                | 14,85         |
| 004                                 | U01AA010      | Hr          | Peón especializado                                      | 14,56         |
| 005                                 | U01AA011      | Hr          | Peón suelto                                             | 14,41         |
| 006                                 | U01AA015      | Hr          | Maquinista o conductor                                  | 14,80         |
| 007                                 | U01FX001      | Hr          | Oficial cerrajería                                      | 15,90         |
| 008                                 | U01FX003      | Hr          | Ayudante cerrajería                                     | 13,80         |
| 009                                 | U01FY630      | Hr          | Oficial primera electricista                            | 16,50         |
| <b>U02 MAQUINARIA</b>               |               |             |                                                         |               |
| <b>Nº</b>                           | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Precio</b> |
| 010                                 | U02FK001      | Hr          | Retroexcavadora                                         | 28,00         |
| 011                                 | U02FN005      | Hr          | Motoniveladora media 110 CV                             | 60,52         |
| 012                                 | U02FP010      | Hr          | Apisonadora vibrante 6 Tm.                              | 13,40         |
| 013                                 | U02JA003      | Hr          | Camión 10 T. basculante                                 | 34,00         |
| 014                                 | U02SW001      | Lt          | Gasóleo A                                               | 1,06          |
| <b>U22 CERRAJERÍA</b>               |               |             |                                                         |               |
| <b>Nº</b>                           | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Precio</b> |
| 015                                 | U22AA960      | M2          | Puerta metálica corredera de 6m de largo por 2m de alto | 52,60         |
| 016                                 | U22KJ025      | M           | Malla electrosoldada 200/55/5                           | 1,30          |
| 017                                 | U22XL025      | MI          | Tubo metálico cuadrado de 1,2 mm de espesor             | 2,00          |
| <b>U30 ELECTRICIDAD</b>             |               |             |                                                         |               |
| <b>Nº</b>                           | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Precio</b> |
| 018                                 | U30VB239      | Ud.         | Anemómetro tipo Windsensor-IES 101010 Versión 1.0       | 396,15        |
| <b>U34 INSTALACIONES ESPECIALES</b> |               |             |                                                         |               |
| <b>Nº</b>                           | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Precio</b> |
| 019                                 | U34CA045      | Ud.         | Detector magnético tipo Microwave YCE2001               | 46,95         |
| 020                                 | U34CC025      | Ud.         | Pararrayos INGESCO PDC o similar                        | 1.433,12      |
| 021                                 | U34CC230      | Ud.         | Mástil a galva. Ø1½" L6m AT56A                          | 138,72        |
| 022                                 | U34CC250      | Ud.         | Pieza adaptadora cabeza-mástil AT11A                    | 40,48         |
| 023                                 | U34CC313      | Ud.         | Tubo protección L=2m 35x13mm                            | 28,80         |
| 024                                 | U34CC314      | Ud.         | Protector vía chispas mástil                            | 114,08        |
| 025                                 | U34CC412      | MI          | Electrodo. cable de 50mm2                               | 11,60         |

| <b>U39 OBRA CIVIL Y CARRETERAS</b> |               |             |                                 |               |
|------------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------|---------------|
| <b>Nº</b>                          | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>              | <b>Precio</b> |
| 026                                | U39AH005      | Hr          | Camión basculante 10 tm         | 18,00         |
| 027                                | U39AQ001      | Hr          | Máquina hincapostes             | 12,00         |
| 028                                | U39VM007      | MI          | Poste galvan. CPN 120 de 1.5 m. | 15,00         |
| 029                                | U39VÑ025      | MI          | Banda doble onda galva. 4 m     | 13,10         |
| 030                                | U39VQ002      | Ud.         | Juego tornillería               | 3,00          |
| 031                                | U39VS002      | Ud.         | Captafaros                      | 3,00          |
| 032                                | U39ZV100      | Ud.         | Separador                       | 4,29          |

| <b>U45 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA</b> |               |             |                                  |               |
|---------------------------------------|---------------|-------------|----------------------------------|---------------|
| <b>Nº</b>                             | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>               | <b>Precio</b> |
| 033                                   | U45AA100      | Hr          | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40         |
| 034                                   | U45AA200      | Hr          | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80         |
| 035                                   | U45BD130      | Ud.         | Módulo BYD 360-P6-K              | 193,46        |
| 036                                   | U45CB300      | Ud.         | Poste transversal                | 30,19         |
| 037                                   | U45HA200      | Ud.         | Pica de cobre 3 m                | 100,32        |
| 038                                   | U45HA300      | Ud.         | Grapa pica GR-1 (Cu-14M)         | 1,96          |
| 039                                   | U45HB100      | Kg          | Cobre desnudo para tierra 50 mm2 | 11,60         |

| <b>Z99 OTROS PRECIOS</b> |               |             |                                                 |               |
|--------------------------|---------------|-------------|-------------------------------------------------|---------------|
| <b>Nº</b>                | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                              | <b>Precio</b> |
| 040                      | 1.2.          | Ud.         | Replanteo                                       | 30,46         |
| 041                      | 1-1-1         | M2          | Motoniveladora de 160 CV                        | 60,52         |
| 042                      | 3-1-1         | Hr          | Oficial 1ª instalador                           | 27,40         |
| 043                      | 3-1-2         | Hr          | Ayudante instalador                             | 23,80         |
| 044                      | 3-1-3         | Hr          | Alquiler de hincapostes tipo MHG-250 o similar  | 19,46         |
| 045                      | 3-1-4         | Ud.         | Poste de acero galvanizado en caliente G-90     | 50,20         |
| 046                      | 3-3-1         | Hr          | Oficial 1ª instalador                           | 27,40         |
| 047                      | 3-3-2         | Hr          | Ayudante instalador                             | 23,80         |
| 048                      | 3-3-3         | M           | Correa posterior                                | 1,57          |
| 049                      | 3-3-4         | Ud.         | Pinzas de aluminio para colocar los módulos     | 1,13          |
| 050                      | 3-3-5         | %           | Pequeño material y herramientas                 | 0,50          |
| 051                      | 3-3-6         | %           | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00          |
| 052                      | 3-4-1         | Hr          | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                | 27,40         |
| 053                      | 3-4-2         | Hr          | Ayudante instalador E.S.F. (A)                  | 23,80         |
| 054                      | 3-4-3         | MI          | Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV de 6 mm2                | 0,15          |
| 055                      | 3-4-4         | %           | Pequeño material eléctrico                      | 0,50          |
| 056                      | 3-4-5         | %           | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00          |
| 057                      | 3-5-1         | Hr          | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                | 27,40         |
| 058                      | 3-5-2         | Hr          | Ayudante instalador E.S.F. (A)                  | 23,80         |
| 059                      | 3-5-3         | MI          | Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV de 10 mm2               | 0,18          |
| 060                      | 3-5-4         | %           | Pequeño material eléctrico                      | 0,50          |
| 061                      | 3-5-5         | %           | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00          |
| 062                      | 4-1-1         | Hr          | Peón suelto                                     | 14,41         |
| 063                      | 4-1-3         | %           | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00          |
| 064                      | 4-2-1         | Hr          | Peón suelto                                     | 14,41         |
| 065                      | 4-2-3         | M3          | Agua                                            | 1,44          |
| 066                      | 4-2-4         | %           | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00          |
| 067                      | 4-3-1         | Hr          | Peón suelto                                     | 14,41         |
| 068                      | 4-3-2         | M2          | Geotextil de polipropileno tipo Techno Lam Dren | 1,46          |
| 069                      | 4-3-3         | %           | Costes indirectos..(s/total)                    | 3,00          |

|     |       |     |                                                      |       |
|-----|-------|-----|------------------------------------------------------|-------|
| 070 | 4-4-5 | M3  | Tierra                                               | 3,20  |
| 071 | 5-1-2 | Ud. | Relleno hormigón de zapatas y colocación varas acero | 26,80 |
| 072 | 5-2-1 | Ud. | Excavación de zapatas                                | 4,70  |
| 073 | 5-2-2 | Ud. | Relleno de hormigón de las zapatas                   | 26,80 |
| 074 | 6-1-2 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 075 | 6-2-1 | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                     | 27,40 |
| 076 | 6-2-2 | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                       | 23,80 |
| 077 | 6-2-3 | MI  | Cobre desnudo para tierra 50 mm2                     | 11,60 |
| 078 | 6-2-4 | %   | Pequeño material eléctrico y herramientas            | 0,50  |
| 079 | 6-2-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 080 | 6-3-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |
| 081 | 6-3-2 | Hr  | Retroexcavadora neumáticos                           | 27,10 |
| 082 | 6-3-3 | Hr  | Compactador manual                                   | 7,00  |
| 083 | 6-3-4 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 084 | 6-3-5 | %   | Pequeño material eléctrico                           | 0,50  |
| 085 | 6-3-6 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 086 | 6-4-1 | MI  | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 1x10 Ng                       | 0,15  |
| 087 | 7-1-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |
| 088 | 7-1-3 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 089 | 7-2-1 | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                     | 27,40 |
| 090 | 7-2-2 | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                       | 23,80 |
| 091 | 7-2-3 | MI  | Cobre desnudo para tierra 50 mm2                     | 11,60 |
| 092 | 7-2-4 | %   | Pequeño material eléctrico                           | 0,50  |
| 093 | 7-2-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 094 | 7-3-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |
| 095 | 7-3-2 | Hr  | Retroexcavadora neumáticos                           | 27,10 |
| 096 | 7-3-3 | Hr  | Compactador manual                                   | 7,00  |
| 097 | 7-3-4 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 098 | 7-4-1 | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                     | 27,40 |
| 099 | 7-4-2 | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                       | 23,80 |
| 100 | 7-4-3 | MI  | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 2x240 Aluminio                | 3,50  |
| 101 | 7-4-4 | %   | Pequeño material eléctrico                           | 0,50  |
| 102 | 7-4-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 103 | 7-5-1 | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                     | 27,40 |
| 104 | 7-5-2 | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                       | 23,80 |
| 105 | 7-5-3 | MI  | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 1x300 Aluminio                | 4,10  |
| 106 | 7-5-4 | %   | Pequeño material eléctrico                           | 0,50  |
| 107 | 7-5-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 108 | 7-6-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |
| 109 | 7-6-2 | Hr  | Retroexcavadora neumáticos                           | 27,10 |
| 110 | 7-6-3 | Hr  | Compactador manual                                   | 7,00  |
| 111 | 7-6-4 | M3  | Arena fina                                           | 2,15  |
| 112 | 7-6-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 113 | 7-7-1 | Hr  | instalador E.S.F. (A)                                | 23,80 |
| 114 | 7-7-2 | MI  | Tubo corrugado 90                                    | 1,66  |
| 115 | 7-7-3 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 116 | 7-8-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |
| 117 | 7-8-2 | M3  | Agua                                                 | 1,44  |
| 118 | 7-8-5 | Hr  | Rulo autopropulsado 10 a 12 T                        | 40,00 |
| 119 | 7-8-6 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 120 | 8-1-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |
| 121 | 8-1-3 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 122 | 8-4-1 | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                     | 27,40 |
| 123 | 8-4-2 | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                       | 23,80 |
| 124 | 8-4-3 | MI  | Unipolar RHZ-1-OL H16 0.6/1 kV 4x95 Aluminio         | 3,50  |
| 125 | 8-4-4 | %   | Pequeño material eléctrico                           | 0,50  |
| 126 | 8-4-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                         | 3,00  |
| 127 | 8-6-1 | Hr  | Peón suelto                                          | 14,41 |



|     |        |     |                                               |          |
|-----|--------|-----|-----------------------------------------------|----------|
| 128 | 8-6-2  | M3  | Agua                                          | 1,44     |
| 129 | 8-6-5  | M3  | Arena fina                                    | 14,40    |
| 130 | 8-6-6  | %   | Costes indirectos..(s/total)                  | 3,00     |
| 131 | 8-7-1  | Hr  | Instalador E.S.F. (A)                         | 23,80    |
| 132 | 8-7-2  | MI  | Cinta de señalización de cableado enterrado   | 0,02     |
| 133 | 9-10-1 | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)              | 27,40    |
| 134 | 9-10-2 | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                | 23,80    |
| 135 | 9-10-3 | Ud. | Caja de monitorización                        | 235,68   |
| 136 | 9-10-4 | %   | Pequeño material eléctrico                    | 0,50     |
| 137 | 9-10-5 | %   | Costes indirectos..(s/total)                  | 3,00     |
| 138 | 9-1-1  | Hr  | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)              | 27,40    |
| 139 | 9-1-2  | Hr  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                | 23,80    |
| 140 | 9-1-3  | Ud. | Caja con ventana precintable, 16mód, IP65     | 204,28   |
| 141 | 9-1-4  | %   | Pequeño material eléctrico                    | 0,50     |
| 142 | 9-1-5  | %   | Costes indirectos..(s/total)                  | 3,00     |
| 143 | 9-2-1  | Hr  | Oficial primera electricista                  | 16,50    |
| 144 | 9-2-2  | Hr  | Ayudante electricista                         | 13,90    |
| 145 | 9-2-3  | Hr  | Perforadora                                   | 1.500,00 |
| 146 | 9-2-4  | Hr  | Maquinista de la perforadora                  | 20,24    |
| 147 | 9-3-2  | M3  | Excavación manual de terreno duro             | 44,50    |
| 148 | 9-3-3  | Ud. | Cámaras de seguridad                          | 123,40   |
| 149 | 9-3-4  | Ud. | Focos infrarrojos tipo LIR ICC 88 con IP66    | 76,80    |
| 150 | 9-3-6  | %   | Costes indirectos..(s/total)                  | 3,00     |
| 151 | 9-5-1  | Hr  | Oficial primera electricista                  | 16,50    |
| 152 | 9-5-2  | Ud. | Veleta tipo WV4403 4-20mA                     | 396,15   |
| 153 | 9-5-3  | %   | Costes indirectos..(s/total)                  | 3,00     |
| 154 | 9-6-1  | Hr  | Oficial primera electricista                  | 16,50    |
| 155 | 9-6-2  | Ud. | Piranómetro tipo SENSOVANT SR11               | 114,35   |
| 156 | 9-6-3  | %   | Costes indirectos..(s/total)                  | 3,00     |
| 157 | 9-8-2  | Ud. | Router tipo Wireless-G LinksysWRT54GL         | 39,29    |
| 158 | 9-9-2  | Ud. | Rack tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U | 98,76    |

### **3. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS COMPUESTOS O PRECIOS UNITARIOS**



| CAPÍTULO 1 Preparación del terreno y replanteo |                 |            |      |                                                                                                                                         |                |                |
|------------------------------------------------|-----------------|------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Nº                                             | Código          | Cantidad   | Uds. | Descripción                                                                                                                             | Precio (€)/Ud. | Importe (€)    |
| 001                                            | <b>D23KJ025</b> | <b>M2</b>  |      | <b>Desbroce y allanado del terreno</b><br>M2. Desbroce de la vegetación existente y allanado y explanación de la parcela.               |                |                |
|                                                |                 | 0,0003     | Hr   | Peón suelto                                                                                                                             | 14,41          | 0,004          |
|                                                | U01FX001        | 0,0002     | Hr   | Motoniveladora en desbroce y explanación de la finca                                                                                    | 60,52          | 0,012          |
|                                                | U01FX003        | 0,0001     | Hr   | Rodillo compactador                                                                                                                     | 44,38          | 0,005          |
|                                                |                 |            |      | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                                                                                                               |                | <b>0,021 €</b> |
| 002                                            | <b>D23KJ025</b> | <b>Ud.</b> |      | <b>Replanteo</b>                                                                                                                        |                |                |
|                                                | U01FX001        | 8          | Hr   | Titulado medio o de grado especialista en topografía con más de 10 años de experiencia, incluidos instrumentos de medición topográfica. | 30,46          | 243,680        |
|                                                |                 |            |      | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                                                                                                               |                | <b>0,017 €</b> |

| CAPÍTULO 2 Cerramiento    |                     |                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                    |                |                |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| Nº                        | Código              | Cantidad                                 | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                        | Precio (€)/Ud. | Importe (€)    |
| 003                       | <b>D23KJ025 M2</b>  | <b>Valla electrosoldada 200 x 55 x 5</b> |      | M2. Valla de malla electrosoldada de 200x55/5 de RitmoClip ó similar, con postes intermedios cada 4 m. de tubo de 1,2 mm de espesor. totalmente montada, i/recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, y accesorios.                       |                |                |
|                           | U01FX001            | 0,300                                    | Hr   | Oficial cerrajería                                                                                                                                                                                                                                 | 15,90          | 4,77           |
|                           | U01FX003            | 0,300                                    | Hr   | Ayudante cerrajería                                                                                                                                                                                                                                | 13,80          | 4,14           |
|                           | U22XL025            | 2,000                                    | MI   | Tubo metálico cuadrada de 1,2 mm de espesor                                                                                                                                                                                                        | 2,00           | 4,00           |
|                           | U22KJ025            | 1,000                                    | M    | Malla electrosoldada 200/55/5                                                                                                                                                                                                                      | 1,30           | 1,30           |
|                           | 3-3-6               | 0,142                                    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                        | 3,00           | 0,43           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                     |                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                    |                | <b>14,64 €</b> |
| 004                       | <b>D23AN600 Ud.</b> | <b>Puerta metálica</b>                   |      | M2. Puerta metálica Corredera sobre raíl, de apertura manual. De 6 metros de longitud y 2 metros de altura, con pilares y estructura formados en acero Z-275, con postes guía de 100x100x3 y barrotes de 30x20x1,5 y ruedas de 120 mm de diámetro. |                |                |
|                           | U01FX001            | 0,150                                    | Hr   | Oficial cerrajería                                                                                                                                                                                                                                 | 15,90          | 2,39           |
|                           | U01FX003            | 0,150                                    | Hr   | Ayudante cerrajería                                                                                                                                                                                                                                | 13,80          | 2,07           |
|                           | U22AA960            | 1,000                                    | M2   | Puerta metálica corredera de 6m de largo por 2m de alto                                                                                                                                                                                            | 52,60          | 52,60          |
|                           | 3-3-6               | 0,571                                    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                        | 3,00           | 1,71           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                     |                                          |      |                                                                                                                                                                                                                                                    |                | <b>58,77 €</b> |

**CAPÍTULO 3 Instalación de los módulos fotovoltaicos**

| Nº                        | Código                                                                                     | Cantidad | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Precio (€)/Ud. | Importe (€)    |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|
| 005                       | <b>3.1. Ud. Hincado de postes</b>                                                          |          |      | Ud. Poste de acero de alta calidad de los tipos S275JR y S355JR. Acero galvanizado en caliente G-90. Estructura tipo NCLAVE monoposte o similar. Separación entre postes de 2,520 metros. Totalmente instalados.                                                                                        |                |                |
|                           | 3-1-1                                                                                      | 0,100    | Hr   | Oficial 1ª instalador                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 27,40          | 2,74           |
|                           | 3-1-2                                                                                      | 0,100    | Hr   | Ayudante instalador                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23,80          | 2,38           |
|                           | 3-1-3                                                                                      | 0,100    | Hr   | Alquiler de hincapostes tipo MHG-250 o similar                                                                                                                                                                                                                                                          | 19,46          | 1,95           |
|                           | 3-1-4                                                                                      | 1,000    | Ud.  | Poste de acero galvanizado en caliente G-90                                                                                                                                                                                                                                                             | 50,20          | 50,20          |
|                           | 3-3-6                                                                                      | 1,733    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3,00           | 5,20           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                                                                            |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                | <b>62,47 €</b> |
| 006                       | <b>3.2. Ud. Colocación de los postes transversales</b>                                     |          |      | Ud. Estructura de postes transversales como soporte para una mesa fotovoltaica con superficie de 97,624 m2 de captadores a 30º de inclinación sobre horizontal. Formado por perfiles de acero Galvanizado como protección antioxidante, accesorios y pequeño material necesario. Completamente montado. |                |                |
|                           | 3-3-1                                                                                      | 0,100    | Hr   | Oficial 1ª instalador                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 27,40          | 2,74           |
|                           | 3-3-2                                                                                      | 0,100    | Hr   | Ayudante instalador                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23,80          | 2,38           |
|                           | U45CB300                                                                                   | 1,000    | Hr   | Poste transversal                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 30,19          | 30,19          |
|                           | 3-3-5                                                                                      | 0,082    | %    | Pequeño material y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,50           | 0,04           |
|                           | 3-3-6                                                                                      | 0,083    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3,00           | 0,25           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                                                                            |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                | <b>35,60 €</b> |
| 007                       | <b>3.3. MI Colocación de las correas posteriores y grapas para sujeción de los módulos</b> |          |      | Ud. Colocación de la correa posterior a la que se fijarán directamente los módulos fotovoltaicos por medio de grapas de aluminio.                                                                                                                                                                       |                |                |
|                           | 3-3-1                                                                                      | 0,020    | Hr   | Oficial 1ª instalador                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 27,40          | 0,55           |
|                           | 3-3-2                                                                                      | 0,020    | Hr   | Ayudante instalador                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 23,80          | 0,48           |
|                           | 3-3-3                                                                                      | 1,000    | m    | Correa posterior                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1,57           | 1,50           |
|                           | 3-3-4                                                                                      | 4,000    | Ud.  | Pinzas de aluminio para colocar los módulos                                                                                                                                                                                                                                                             | 1,13           | 4,52           |
|                           | 3-3-5                                                                                      | 0,950    | %    | Pequeño material y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,50           | 0,48           |
|                           | 3-3-6                                                                                      | 0,000    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3,00           | 0,00           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                                                                            |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                | <b>7,53 €</b>  |

| Nº                        | Código          | Cantidad                                         | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Precio (€/Ud.) | Importe (€)     |
|---------------------------|-----------------|--------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| 008                       | <b>3.4 MI</b>   | <b>RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2</b>              |      | MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                |                 |
|                           | 3-4-1           | 0,002                                            | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27,40          | 0,05            |
|                           | 3-4-2           | 0,002                                            | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 23,80          | 0,05            |
|                           | 3-4-3           | 2,000                                            | MI   | Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV de 6 mm2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,15           | 0,30            |
|                           | 3-4-4           | 0,184                                            | %    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,50           | 0,09            |
|                           | 3-4-5           | 0,185                                            | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,00           | 0,56            |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                 |                                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                | <b>1,05 €</b>   |
| 009                       | <b>3.5 MI</b>   | <b>RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2</b>             |      | MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                |                 |
|                           | 3-5-1           | 0,002                                            | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27,40          | 0,05            |
|                           | 3-5-2           | 0,002                                            | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 23,80          | 0,05            |
|                           | 3-5-3           | 2,000                                            | MI   | Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV de 10 mm2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0,18           | 0,36            |
|                           | 3-5-4           | 0,229                                            | %    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,50           | 0,11            |
|                           | 3-5-5           | 0,230                                            | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,00           | 0,69            |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                 |                                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                | <b>1,26 €</b>   |
| 010                       | <b>3.6 Ud.</b>  | <b>Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO BYD 360-P6-K</b> |      | Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca BYD, modelo 360-P6-K, Potencia máxima 340 Wp con tolerancia de ±3%, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=24 Vcc, Voc=47,58 Vcc, Vpmp=37,57 , Icc=9,47 A, Ipmp=9,06 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión a tresbolillo, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado, probado y funcionando. |                |                 |
|                           | 6-2-1           | 0,200                                            | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27,40          | 5,48            |
|                           | 6-2-2           | 0,200                                            | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 23,80          | 4,76            |
|                           | U45BD130        | 1,000                                            | Ud.  | Módulo BYD 360-P6-K                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 193,46         | 193,46          |
|                           | 6-2-4           | 16,602                                           | %    | Pequeño material eléctrico y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,50           | 8,30            |
|                           | 4-1-3           | 16,685                                           | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,00           | 50,06           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                 |                                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                | <b>262,06 €</b> |
| 011                       | <b>3.7. Ud.</b> | <b>Conexión de los módulos</b>                   |      | Ud. Conexión de los módulos fotovoltaicos a tresbolillo por medio del cable del propio panel. Completamente conectado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                |                 |
|                           | 6-2-1           | 0,020                                            | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 27,40          | 0,55            |
|                           | 6-2-2           | 0,020                                            | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 23,80          | 0,48            |
|                           | 6-2-4           | 0,010                                            | %    | Pequeño material eléctrico y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,50           | 0,01            |
|                           | 4-1-3           | 0,010                                            | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,00           | 0,03            |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                 |                                                  |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                | <b>1,07 €</b>   |

| CAPÍTULO 4 Construcción del camino y explanadas |                |                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                |             |
|-------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-------------|
| Nº                                              | Código         | Cantidad                                                      | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Precio (€)/Ud. | Importe (€) |
| 012                                             | <b>4.1. M3</b> | <b>Excavación mecánica de zanja</b>                           |      | M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a30 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                 |                |             |
|                                                 | 4-1-1          | 0,350                                                         | Hr   | Peón suelto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 14,41          | 5,04        |
|                                                 | 4-1-2          | 0,150                                                         | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 62,56          | 9,38        |
|                                                 | 4-1-3          | 0,144                                                         | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,00           | 0,43        |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                       |                |                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>14,85 €</b> |             |
| 013                                             | <b>4.2. M2</b> | <b>Compactado de tierra sin aporte nº1</b>                    |      | M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                 |                |             |
|                                                 | 4-2-1          | 0,080                                                         | Hr   | Peón suelto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 14,41          | 1,15        |
|                                                 | 4-2-2          | 0,120                                                         | Hr   | Apisonadora vibrante 6 Tn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 44,38          | 5,33        |
|                                                 | 4-2-3          | 1,000                                                         | M3   | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,44           | 1,44        |
|                                                 | 4-2-4          | 0,079                                                         | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,00           | 0,24        |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                       |                |                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>8,16 €</b>  |             |
| 014                                             | <b>4.3. M2</b> | <b>Colocación de membrana geotextil</b>                       |      | M2. Colocación de membrana Geotextil basado en polipropileno, para protección de geomembranas y con función filtrante, en depósitos de líquidos y desechos, no tejido, formado por filamentos continuos de polipropileno estabilizado a los rayos U.V., y con resistencia a la perforación CBR de 3.850 N, según norma EN ISO 12236 y peso 325 g/m2, según norma EN 955. |                |             |
|                                                 | 4-3-1          | 0,010                                                         | Hr   | Peón suelto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 14,41          | 0,14        |
|                                                 | 4-3-2          | 1,000                                                         | M2   | Geotextil de polipropileno tipo Techno Lam Dren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,46           | 1,46        |
|                                                 | 4-3-3          | 0,022                                                         | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,00           | 0,07        |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                       |                |                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1,67 €</b>  |             |
| 015                                             | <b>4.4. M3</b> | <b>Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1</b> |      | M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, con aporte de 20 cm de grava tipo 1 de más de 30 mm de diámetro y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                   |                |             |
|                                                 | 4-2-1          | 0,070                                                         | Hr   | Peón suelto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 14,41          | 0,58        |
|                                                 | 4-4-2          | 0,028                                                         | Hr   | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 54,90          | 1,54        |
|                                                 | 4-4-3          | 0,012                                                         | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 60,52          | 0,73        |
|                                                 | 4-4-4          | 0,032                                                         | Hr   | Camión basculante 10 Tn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 69,16          | 2,21        |
|                                                 | 4-4-5          | 1,000                                                         | M3   | Tierra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 3,20           | 3,20        |
|                                                 | 4-2-4          | 0,083                                                         | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3,00           | 0,25        |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                       |                |                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>8,51 €</b>  |             |



| Nº  | Código         | Cantidad                                                                                                                                                   | Uds. | Descripción                      | Precio (€)/Ud.            | Importe (€)   |  |
|-----|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|---------------------------|---------------|--|
| 016 | <b>4.5. M2</b> | <b>Compactado de tierra sin aporte nº2</b>                                                                                                                 |      |                                  |                           |               |  |
|     |                | M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                 |      |                                  |                           |               |  |
|     | 4-2-1          | 0,036                                                                                                                                                      | Hr   | Peón suelto                      | 14,41                     | 0,35          |  |
|     | 4-2-2          | 0,036                                                                                                                                                      | Hr   | Apisonadora vibrante 6 Tn        | 44,38                     | 1,60          |  |
|     | 4-2-3          | 0,300                                                                                                                                                      | M3   | Agua                             | 1,44                      | 0,43          |  |
|     | 4-2-4          | 0,024                                                                                                                                                      | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00                      | 0,07          |  |
|     |                |                                                                                                                                                            |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>2,45 €</b> |  |
| 017 | <b>4.6. M3</b> | <b>Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2.</b>                                                                                             |      |                                  |                           |               |  |
|     |                | M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, con aporte de 10 cm de grava tipo 2 de más de unos 5 mm de diámetro y p.p. de costes indirectos. |      |                                  |                           |               |  |
|     | 4-2-1          | 0,070                                                                                                                                                      | Hr   | Peón suelto                      | 14,41                     | 0,58          |  |
|     | 4-4-2          | 0,028                                                                                                                                                      | Hr   | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90                     | 1,54          |  |
|     | 4-4-3          | 0,012                                                                                                                                                      | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV | 60,52                     | 0,73          |  |
|     | 4-4-4          | 0,032                                                                                                                                                      | Hr   | Camión basculante 10 Tn.         | 69,16                     | 2,21          |  |
|     | 4-4-5          | 1,000                                                                                                                                                      | M3   | Tierra                           | 3,20                      | 3,20          |  |
|     | 4-2-4          | 0,083                                                                                                                                                      | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00                      | 0,25          |  |
|     |                |                                                                                                                                                            |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>8,51 €</b> |  |
| 018 | <b>4.7. M2</b> | <b>Compactado final</b>                                                                                                                                    |      |                                  |                           |               |  |
|     |                | M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                  |      |                                  |                           |               |  |
|     | 4-2-1          | 0,024                                                                                                                                                      | Hr   | Peón suelto                      | 14,41                     | 0,35          |  |
|     | 4-2-2          | 0,036                                                                                                                                                      | Hr   | Apisonadora vibrante 6 Tn        | 44,38                     | 1,60          |  |
|     | 4-2-3          | 0,300                                                                                                                                                      | M3   | Agua                             | 1,44                      | 0,43          |  |
|     | 4-2-4          | 0,024                                                                                                                                                      | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00                      | 0,07          |  |
|     |                |                                                                                                                                                            |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>2,45 €</b> |  |

## CAPÍTULO 5 Instalación de edificios

| Nº                        | Código                                   | Cantidad | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Precio (€)/Ud. | Importe (€)        |
|---------------------------|------------------------------------------|----------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|--------------------|
| 019                       | <b>3.6. Ud. Centro de inversión</b>      |          |      | Ud. Edificio Prefabricado tipo pfu 5 con dos inversores tipo GAMESA E-2,5MVA-SB-I-1500V, un transformador de potencia del tipo JEMA IFX6, transformador de SSAA, dos celdas de línea y una de protección para el transformador.<br>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente. |                |                    |
|                           | 6-2-1                                    | 0,20     | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 27,40          | 5,48               |
|                           | 6-2-2                                    | 0,20     | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 23,80          | 4,76               |
|                           | U45BD130                                 | 1,00     | Ud.  | Centro de inversión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 27.600,00      | 27.600             |
|                           |                                          | 6,00     | Ud.  | Excavación manual de zapatas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4,70           | 28,20              |
|                           |                                          | 1,50     | Hr   | Grúa autopropulsada de brazo telescópico con capacidad de elevación de 30 tn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 67,00          | 100,50             |
|                           |                                          | 1,50     | M3   | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,80          | 40,20              |
|                           | 6-2-4                                    | 16,60    | %    | Pequeño material eléctrico y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,50           | 8,30               |
|                           | 4-1-3                                    | 16,69    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3,00           | 50,06              |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                          |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | <b>27.837,50 €</b> |
| 020                       | <b>3.6. Ud. Centro de monitorización</b> |          |      | Ud. Edificio prefabricado de 10 pies en el que posteriormente se instalarán los equipos correspondientes.<br>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.                                                                                                                       |                |                    |
|                           | 6-2-1                                    | 0,20     | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 27,40          | 5,48               |
|                           | 6-2-2                                    | 0,20     | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 23,80          | 4,76               |
|                           | U45BD130                                 | 1,00     | Ud.  | Centro de monitorización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4000,00        | 4.000              |
|                           |                                          | 1,50     | Hr   | Grúa autopropulsada de brazo telescópico con capacidad de elevación de 30 tn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 67,00          | 100,50             |
|                           |                                          | 1,50     | M3   | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,80          | 40,20              |
|                           | 6-2-4                                    | 16,60    | %    | Pequeño material eléctrico y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,50           | 8,30               |
|                           | 4-1-3                                    | 16,69    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 3,00           | 50,06              |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                          |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                | <b>4.209,30 €</b>  |

| Nº                        | Código                                            | Cantidad | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Precio (€)/Ud.     | Importe (€) |
|---------------------------|---------------------------------------------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------|
| 021                       | <b>3.6. Ud. Centros de corte y seccionamiento</b> |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                    |             |
|                           |                                                   |          |      | Ud. Edificio Prefabricado de 20 pies en el que hay dos celdas de línea aisladas en SF6 y una de protección también asilada. Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente. |                    |             |
|                           | 6-2-1                                             | 0,20     | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 27,40              | 5,48        |
|                           | 6-2-2                                             | 0,20     | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 23,80              | 4,76        |
|                           | U45BD130                                          | 1,00     | Ud.  | Centro de corte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 11500,00           | 11.500      |
|                           |                                                   | 1,50     | Hr   | Grúa autopropulsada de brazo telescópico con capacidad de elevación de 30 tn.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 67,00              | 100,50      |
|                           |                                                   | 1,50     | M3   | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 26,80              | 40,20       |
|                           | 6-2-4                                             | 16,60    | %    | Pequeño material eléctrico y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 0,50               | 8,30        |
|                           | 4-1-3                                             | 16,69    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3,00               | 50,06       |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                                   |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>11.709,30 €</b> |             |

| CAPÍTULO 6 Puesta a tierra del centro de inversión |                 |                                                                                                                                                                 |      |                                                 |                           |                 |  |
|----------------------------------------------------|-----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------------|---------------------------|-----------------|--|
| Nº                                                 | Código          | Cantidad                                                                                                                                                        | Uds. | Descripción                                     | Precio (€)/Ud.            | Importe (€)     |  |
| 022                                                | <b>8.1. M3</b>  | <b>Excavación mecánica de zanja</b>                                                                                                                             |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    |                 | M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos                                        |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    | 8-1-1           | 0,150                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                                     | 14,41                     | 4,32            |  |
|                                                    | 8-1-2           | 0,110                                                                                                                                                           | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                 | 62,56                     | 6,88            |  |
|                                                    | 8-1-3           | 0,112                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)                     | 3,00                      | 0,34            |  |
|                                                    |                 |                                                                                                                                                                 |      |                                                 | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>11,54 €</b>  |  |
| 023                                                | <b>8.2. MI</b>  | <b>Colocación de cable de cobre desnudo de 50 mm2</b>                                                                                                           |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    |                 | MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    | 8-4-1           | 0,002                                                                                                                                                           | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                | 27,40                     | 0,05            |  |
|                                                    | 8-4-2           | 0,002                                                                                                                                                           | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                  | 23,80                     | 0,05            |  |
|                                                    | U45HB100        | 1,000                                                                                                                                                           | Ud.  | Módulo BYD 360-P6-K                             | 11,60                     | 11,60           |  |
|                                                    | 8-4-4           | 0,449                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico                      | 0,50                      | 0,22            |  |
|                                                    | 8-4-5           | 0,451                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)                     | 3,00                      | 1,35            |  |
|                                                    |                 |                                                                                                                                                                 |      |                                                 | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>13,27 €</b>  |  |
| 024                                                | <b>8.2. Ud.</b> | <b>Instalación de electrodo de tierra, pica de 3 m</b>                                                                                                          |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    |                 | Ud. Electrodo de tierra en forma de pica de acero revestida de cobre de 3 metros de longitud                                                                    |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    | 8-4-1           | 0,002                                                                                                                                                           | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                | 27,40                     | 0,05            |  |
|                                                    | 8-4-2           | 0,002                                                                                                                                                           | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                  | 23,80                     | 0,05            |  |
|                                                    | U45HB100        | 1,000                                                                                                                                                           | Ud.  | Pica de cobre de 3 metros de longitud enterrada | 100,32                    | 100,32          |  |
|                                                    | 8-4-4           | 0,449                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico                      | 0,50                      | 0,22            |  |
|                                                    | 8-4-5           | 0,451                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)                     | 3,00                      | 1,35            |  |
|                                                    |                 |                                                                                                                                                                 |      |                                                 | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>101,99 €</b> |  |
| 022                                                | <b>8.1. M3</b>  | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b>                                                                                                          |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    |                 | M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                               |      |                                                 |                           |                 |  |
|                                                    | 8-1-1           | 0,100                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                                     | 14,41                     | 1,44            |  |
|                                                    | 8-1-2           | 0,050                                                                                                                                                           | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                 | 27,10                     | 1,36            |  |
|                                                    |                 | 0,100                                                                                                                                                           | Hr   | Compactador manual                              | 7,00                      | 0,70            |  |
|                                                    | 8-1-3           | 0,035                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)                     | 3,00                      | 0,11            |  |
|                                                    |                 |                                                                                                                                                                 |      |                                                 | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>3,61 €</b>   |  |

**CAPÍTULO 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral**

| Nº                        | Código         | Cantidad                                                                                                                                                        | Uds. | Descripción                               | Precio (€)/Ud. | Importe (€) |  |
|---------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------------|----------------|-------------|--|
| 026                       | <b>6.1. M3</b> | <b>Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación</b>                                                                                                 |      |                                           |                |             |  |
|                           |                | M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                       |      |                                           |                |             |  |
|                           | 8-1-1          | 0,300                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                               | 14,41          | 4,32        |  |
|                           | 6-1-1          | 0,150                                                                                                                                                           | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV           | 31,76          | 4,76        |  |
|                           | 6-1-2          | 0,144                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)               | 3,00           | 0,43        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                 |      |                                           | <b>9,51 €</b>  |             |  |
| 027                       | <b>6.2. MI</b> | <b>Colocación de cable de puesta de tierra de cobre desnudo de 50 mm2 de sección</b>                                                                            |      |                                           |                |             |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. |      |                                           |                |             |  |
|                           | 6-2-1          | 0,500                                                                                                                                                           | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)          | 27,40          | 13,70       |  |
|                           | 6-2-2          | 0,500                                                                                                                                                           | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)            | 23,80          | 11,90       |  |
|                           | 6-2-3          | 1,000                                                                                                                                                           | MI   | Cobre desnudo para tierra 50 mm2          | 11,60          | 11,60       |  |
|                           | 6-2-4          | 0,449                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico y herramientas | 0,50           | 0,22        |  |
|                           | 6-2-5          | 0,451                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)               | 3,00           | 1,35        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                 |      |                                           | <b>38,77 €</b> |             |  |
| 028                       | <b>6.3. MI</b> | <b>Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2</b>                                                                                                     |      |                                           |                |             |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.        |      |                                           |                |             |  |
|                           | 6-3-1          | 0,300                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                               | 14,41          | 4,32        |  |
|                           | 6-3-2          | 0,300                                                                                                                                                           | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV           | 27,10          | 8,13        |  |
|                           | 3-4-3          | 2,000                                                                                                                                                           | MI   | Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV de 6 mm2          | 0,15           | 0,30        |  |
|                           | 6-3-3          | 2,000                                                                                                                                                           | Hr   | Compactador manual                        | 7,00           | 14,00       |  |
|                           | 6-3-4          | 1,000                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)               | 3,00           | 3,00        |  |
|                           | 6-3-5          | 0,295                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico                | 0,50           | 0,15        |  |
|                           | 6-3-6          | 0,296                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)               | 3,00           | 0,89        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                 |      |                                           | <b>30,79 €</b> |             |  |
| 029                       | <b>6.4. MI</b> | <b>Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2</b>                                                                                                    |      |                                           |                |             |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.       |      |                                           |                |             |  |
|                           | 6-3-1          | 0,300                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                               | 14,41          | 4,32        |  |
|                           | 6-3-2          | 0,300                                                                                                                                                           | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV           | 27,10          | 8,13        |  |
|                           | 6-4-1          | 2,000                                                                                                                                                           | MI   | Unipolar RZ1-k 0.6/1 kV de 6 mm2          | 0,18           | 0,36        |  |
|                           | 6-3-5          | 0,216                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico                | 0,50           | 0,11        |  |
|                           | 6-3-6          | 0,217                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)               | 3,00           | 0,65        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                 |      |                                           | <b>13,57 €</b> |             |  |

| Nº                        | Código         | Cantidad                                                                                                                                              | Uds. | Descripción                     | Precio (€)/Ud. | Importe (€)    |  |
|---------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------|----------------|----------------|--|
| 030                       | <b>6.5. MI</b> | <b>Colocación de cable de monitorización RS-485</b>                                                                                                   |      |                                 |                |                |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cable de monitorización RS-485 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |      |                                 |                |                |  |
|                           | 6-3-1          | 0,300                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                     | 14,41          | 4,32           |  |
|                           | 6-3-2          | 0,300                                                                                                                                                 | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV | 27,10          | 8,13           |  |
|                           | 6-4-1          | 1,000                                                                                                                                                 | MI   | Cable de monitorización RS-485  | 0,15           | 0,15           |  |
|                           | 6-3-5          | 0,216                                                                                                                                                 | %    | Pequeño material eléctrico      | 0,50           | 0,11           |  |
|                           | 6-3-6          | 0,217                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)     | 3,00           | 0,65           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                       |      |                                 |                | <b>13,36 €</b> |  |
| 031                       | <b>8.12 M3</b> | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b>                                                                                                |      |                                 |                |                |  |
|                           |                | M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                     |      |                                 |                |                |  |
|                           | 6-3-1          | 0,150                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                     | 14,41          | 1,44           |  |
|                           | 6-3-2          | 0,050                                                                                                                                                 | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV | 27,10          | 1,36           |  |
|                           | 6-3-3          | 0,100                                                                                                                                                 | Hr   | Compactador manual              | 7,00           | 0,70           |  |
|                           | 6-3-4          | 0,035                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)     | 3,00           | 0,11           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                       |      |                                 |                | <b>3,61 €</b>  |  |

| CAPÍTULO 8 Zanjas de caja a inversor |               |                                                                                                                                          |      |                                       |                           |                |  |
|--------------------------------------|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------|---------------------------|----------------|--|
| Nº                                   | Código        | Cantidad                                                                                                                                 | Uds. | Descripción                           | Precio (€)/Ud.            | Importe (€)    |  |
| 032                                  | <b>7.1 M3</b> | <b>Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación</b>                                                                          |      |                                       |                           |                |  |
|                                      |               | M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                |      |                                       |                           |                |  |
|                                      | 7-1-1         | 0,350                                                                                                                                    | Hr   | Peón suelto                           | 14,41                     | 5,04           |  |
|                                      | 7-1-2         | 0,150                                                                                                                                    | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV       | 62,56                     | 9,38           |  |
|                                      | 7-1-3         | 0,144                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00                      | 0,43           |  |
|                                      |               |                                                                                                                                          |      |                                       | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>14,85 €</b> |  |
| 033                                  | <b>7.3 M3</b> | <b>Relleno mecánico de zanjas con material de la instalación</b>                                                                         |      |                                       |                           |                |  |
|                                      |               | M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación                                                                         |      |                                       |                           |                |  |
|                                      | 7-3-1         | 0,150                                                                                                                                    | Hr   | Peón suelto                           | 14,41                     | 1,44           |  |
|                                      | 7-3-2         | 0,050                                                                                                                                    | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV       | 27,10                     | 1,36           |  |
|                                      | 7-3-3         | 0,100                                                                                                                                    | Hr   | Compactador manual                    | 7,00                      | 0,70           |  |
|                                      | 7-3-4         | 0,035                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00                      | 0,11           |  |
|                                      |               |                                                                                                                                          |      |                                       | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>3,61 €</b>  |  |
| 034                                  | <b>8.9 MI</b> | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2</b>                                                                     |      |                                       |                           |                |  |
|                                      |               | MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |      |                                       |                           |                |  |
|                                      | 7-4-1         | 0,500                                                                                                                                    | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)      | 27,40                     | 13,70          |  |
|                                      | 7-4-2         | 0,500                                                                                                                                    | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)        | 23,80                     | 11,90          |  |
|                                      | 7-4-3         | 4,000                                                                                                                                    | MI   | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 4x240 Aluminio | 3,50                      | 14,00          |  |
|                                      | 7-4-4         | 1,068                                                                                                                                    | %    | Pequeño material eléctrico            | 0,50                      | 0,53           |  |
|                                      | 7-4-5         | 1,074                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00                      | 3,22           |  |
|                                      |               |                                                                                                                                          |      |                                       | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>43,35 €</b> |  |
| 035                                  | <b>7.5 MI</b> | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm2 ENTERRADA</b>                                                           |      |                                       |                           |                |  |
|                                      |               | MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |      |                                       |                           |                |  |
|                                      | 7-5-1         | 0,500                                                                                                                                    | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)      | 27,40                     | 13,70          |  |
|                                      | 7-5-2         | 0,500                                                                                                                                    | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)        | 23,80                     | 11,90          |  |
|                                      | 7-5-3         | 4,000                                                                                                                                    | MI   | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 4x300 Aluminio | 4,10                      | 16,40          |  |
|                                      | 7-5-4         | 1,050                                                                                                                                    | %    | Pequeño material eléctrico            | 0,50                      | 0,53           |  |
|                                      | 7-5-5         | 1,056                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00                      | 3,17           |  |
|                                      |               |                                                                                                                                          |      |                                       | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>45,70 €</b> |  |

| Nº                        | Código         | Cantidad                                                                                                                                              | Uds. | Descripción                      | Precio (€)/Ud. | Importe (€)    |  |
|---------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|----------------|----------------|--|
| 036                       | <b>7.6 M3</b>  | <b>Relleno de zanjas con cama de arena fina</b>                                                                                                       |      |                                  |                |                |  |
|                           |                | M3. Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                            |      |                                  |                |                |  |
|                           | 7-6-1          | 0,300                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                      | 14,41          | 4,32           |  |
|                           | 7-6-2          | 0,100                                                                                                                                                 | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV  | 27,10          | 2,71           |  |
|                           | 7-6-3          | 0,300                                                                                                                                                 | Hr   | Compactador manual               | 7,00           | 2,10           |  |
|                           | 7-6-4          | 1,150                                                                                                                                                 | M3   | Arena fina                       | 2,15           | 2,47           |  |
|                           | 7-6-5          | 0,116                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00           | 0,35           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                       |      |                                  |                | <b>11,95 €</b> |  |
| 037                       | <b>8.11 MI</b> | <b>Colocación de tubos de plástico corrugado D 90</b>                                                                                                 |      |                                  |                |                |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                         |      |                                  |                |                |  |
|                           | 7-7-1          | 0,550                                                                                                                                                 | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80          | 13,09          |  |
|                           | 7-7-2          | 1,000                                                                                                                                                 | MI   | Tubo corrugado 90                | 1,66           | 1,66           |  |
|                           | 7-7-3          | 0,148                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00           | 0,44           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                       |      |                                  |                | <b>15,19 €</b> |  |
| 038                       | <b>6.5. MI</b> | <b>Colocación de cable de monitorización RS-485</b>                                                                                                   |      |                                  |                |                |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cable de monitorización RS-485 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |      |                                  |                |                |  |
|                           | 6-3-1          | 0,300                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                      | 14,41          | 4,32           |  |
|                           | 6-3-2          | 0,300                                                                                                                                                 | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV  | 27,10          | 8,13           |  |
|                           | 6-4-1          | 1,000                                                                                                                                                 | MI   | Cable de monitorización RS-485   | 0,15           | 0,15           |  |
|                           | 6-3-5          | 0,216                                                                                                                                                 | %    | Pequeño material eléctrico       | 0,50           | 0,11           |  |
|                           | 6-3-6          | 0,217                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00           | 0,65           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                       |      |                                  |                | <b>13,36 €</b> |  |
| 039                       | <b>7.8 M3</b>  | <b>Relleno y compactado mecánico con la arena existente</b>                                                                                           |      |                                  |                |                |  |
|                           |                | M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.                                                     |      |                                  |                |                |  |
|                           | 7-8-1          | 0,040                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                      | 14,41          | 0,58           |  |
|                           | 7-8-2          | 0,400                                                                                                                                                 | M3   | Agua                             | 1,44           | 0,58           |  |
|                           | 7-8-3          | 0,028                                                                                                                                                 | Hr   | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90          | 1,54           |  |
|                           | 7-8-4          | 0,012                                                                                                                                                 | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV | 60,52          | 0,73           |  |
|                           | 7-8-5          | 0,072                                                                                                                                                 | Hr   | Rulo autopropulsado 10 a 12 T    | 40,00          | 2,88           |  |
|                           | 7-8-6          | 0,063                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00           | 0,19           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                       |      |                                  |                | <b>6,50 €</b>  |  |



| CAPÍTULO 9 Zanja para cableado de media tensión |               |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                  |                           |                |  |
|-------------------------------------------------|---------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------|---------------------------|----------------|--|
| Nº                                              | Código        | Cantidad                                                                                                                                                                                                                 | Uds. | Descripción                      | Precio (€)/Ud.            | Importe (€)    |  |
| 040                                             | <b>8.1 M3</b> | <b>Excavación mecánica de zanjas</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                        |      |                                  |                           |                |  |
|                                                 | 8-1-1         | 0,150                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Peón suelto                      | 14,41                     | 4,32           |  |
|                                                 | 8-1-2         | 0,150                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV  | 62,56                     | 6,88           |  |
|                                                 | 8-1-3         | 0,112                                                                                                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00                      | 0,34           |  |
|                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>11,54 €</b> |  |
| 041                                             | <b>8.2 MI</b> | <b>Colocación de cable de cobre desnudo de 50 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. |      |                                  |                           |                |  |
|                                                 | 8-4-1         | 0,002                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A) | 27,40                     | 0,05           |  |
|                                                 | 8-4-2         | 0,002                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)   | 23,80                     | 0,05           |  |
|                                                 | U45HB100      | 1,000                                                                                                                                                                                                                    | MI   | Cobre desnudo para tierra 50 mm2 | 11,60                     | 11,60          |  |
|                                                 | 8-4-4         | 0,449                                                                                                                                                                                                                    | %    | Pequeño material eléctrico       | 0,50                      | 0,22           |  |
|                                                 | 8-4-5         | 0,451                                                                                                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00                      | 1,35           |  |
|                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>13,27 €</b> |  |
| 042                                             | <b>8.3 M3</b> | <b>Relleno de zanja con tierra del terreno existente</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.                                                                |      |                                  |                           |                |  |
|                                                 | 8-6-1         | 0,040                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Peón suelto                      | 14,41                     | 0,94           |  |
|                                                 | A03CA005      | 0,016                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3 | 54,90                     | 0,88           |  |
|                                                 | 8-6-3         | 0,012                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV | 60,52                     | 0,73           |  |
|                                                 | 8-6-4         | 0,012                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Camión basculante 10 Tn          | 69,16                     | 0,83           |  |
|                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>3,38 €</b>  |  |
| 043                                             | <b>8.4 M3</b> | <b>Relleno con cama de arena fina 1</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.          |      |                                  |                           |                |  |
|                                                 | 8-6-1         | 0,040                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Peón suelto                      | 14,41                     | 0,58           |  |
|                                                 | 8-6-2         | 0,400                                                                                                                                                                                                                    | M3   | Agua                             | 1,44                      | 0,58           |  |
|                                                 | 8-6-3         | 0,012                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Compactador manual               | 60,52                     | 0,73           |  |
|                                                 | 8-6-4         | 0,032                                                                                                                                                                                                                    | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV | 69,16                     | 2,21           |  |
|                                                 | 8-6-5         | 1,100                                                                                                                                                                                                                    | M3   | Camión basculante 10 Tn          | 14,40                     | 15,84          |  |
|                                                 | 8-6-6         | 0,199                                                                                                                                                                                                                    | %    | Costes indirectos (s/total)      | 3,00                      | 0,60           |  |
|                                                 |               |                                                                                                                                                                                                                          |      |                                  | <b>TOTAL PARTIDA.....</b> | <b>20,54 €</b> |  |

| Nº                        | Código        | Cantidad                                                                                                                                                              | Uds. | Descripción                                  | Precio (€/Ud.) | Importe (€) |  |
|---------------------------|---------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|----------------|-------------|--|
| 044                       | <b>8.5 MI</b> | <b>Colocación de cable RHZ-1-OL H16 0.6/1 kV 4X95 mm2 enterrado</b>                                                                                                   |      |                                              |                |             |  |
|                           |               | MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 95 mm2 enterrado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                        |      |                                              |                |             |  |
|                           | 8-4-1         | 0,002                                                                                                                                                                 | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)             | 27,40          | 0,05        |  |
|                           | 8-4-2         | 0,002                                                                                                                                                                 | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)               | 23,80          | 0,05        |  |
|                           | 8-4-3         | 2,000                                                                                                                                                                 | MI   | Unipolar RHZ-1-OL H16 0.6/1 kV 4x95 Aluminio | 3,50           | 7,00        |  |
|                           | 8-4-4         | 1,068                                                                                                                                                                 | %    | Pequeño material eléctrico                   | 0,50           | 0,53        |  |
|                           | 8-4-5         | 1,074                                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)                  | 3,00           | 3,22        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |               |                                                                                                                                                                       |      |                                              | <b>10,85 €</b> |             |  |
| 045                       | <b>8.6 M3</b> | <b>Relleno con cama de arena fina 2</b>                                                                                                                               |      |                                              |                |             |  |
|                           |               | M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos. |      |                                              |                |             |  |
|                           | 8-6-1         | 0,040                                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                                  | 14,41          | 0,58        |  |
|                           | 8-6-2         | 0,400                                                                                                                                                                 | M3   | Agua                                         | 1,44           | 0,58        |  |
|                           | 8-6-3         | 0,012                                                                                                                                                                 | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV             | 60,52          | 0,73        |  |
|                           | 8-6-4         | 0,032                                                                                                                                                                 | Hr   | Camión basculante 10 Tn                      | 69,16          | 2,21        |  |
|                           | 8-6-5         | 1,100                                                                                                                                                                 | M3   | Arena fina                                   | 14,40          | 15,84       |  |
|                           | 8-6-6         | 0,199                                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)                  | 3,00           | 0,60        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |               |                                                                                                                                                                       |      |                                              | <b>20,54 €</b> |             |  |
| 046                       | <b>8.7 MI</b> | <b>Colocación de cinta de señalización</b>                                                                                                                            |      |                                              |                |             |  |
|                           |               | MI. Metro lineal de cinta de señalización de cables enterrados, totalmente instalado.                                                                                 |      |                                              |                |             |  |
|                           | 8-7-1         | 0,002                                                                                                                                                                 | Hr   | Instalador E.S.F. (A)                        | 23,80          | 0,05        |  |
|                           | 8-7-2         | 1,000                                                                                                                                                                 | MI   | Cinta de señalización de cableado enterrado  | 0,02           | 0,02        |  |
|                           | 8-6-6         | 0,128                                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)                  | 3,00           | 0,38        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |               |                                                                                                                                                                       |      |                                              | <b>0,45 €</b>  |             |  |
| 047                       | <b>8.8 M3</b> | <b>Relleno con cama de arena fina 3</b>                                                                                                                               |      |                                              |                |             |  |
|                           |               | M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, i/aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.   |      |                                              |                |             |  |
|                           | 8-6-1         | 0,040                                                                                                                                                                 | Hr   | Peón suelto                                  | 14,41          | 0,58        |  |
|                           | 8-6-2         | 0,400                                                                                                                                                                 | M3   | Agua                                         | 1,44           | 0,58        |  |
|                           | 8-6-3         | 0,012                                                                                                                                                                 | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV             | 60,52          | 0,73        |  |
|                           | 8-6-4         | 0,032                                                                                                                                                                 | Hr   | Camión basculante 10 Tn                      | 69,16          | 2,21        |  |
|                           | 8-6-5         | 1,100                                                                                                                                                                 | M3   | Arena fina                                   | 14,40          | 15,84       |  |
|                           | 8-6-6         | 0,199                                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)                  | 3,00           | 0,60        |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |               |                                                                                                                                                                       |      |                                              | <b>20,54 €</b> |             |  |

| Nº                        | Código         | Cantidad                                                                                                                                                                                                        | Uds. | Descripción                           | Precio (€)/Ud. | Importe (€)    |  |
|---------------------------|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------|----------------|----------------|--|
| 048                       | <b>8.9 MI</b>  | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2</b>                                                                                                                                            |      |                                       |                |                |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                        |      |                                       |                |                |  |
|                           | 7-4-1          | 0,500                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)      | 27,40          | 13,70          |  |
|                           | 7-4-2          | 0,500                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)        | 23,80          | 11,90          |  |
|                           | 7-4-3          | 2,000                                                                                                                                                                                                           | MI   | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 4x240 Aluminio | 4,50           | 9,00           |  |
|                           | 7-4-4          | 1,068                                                                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico            | 0,50           | 0,53           |  |
|                           | 7-4-5          | 1,074                                                                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00           | 3,22           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                                                                 |      |                                       |                | <b>38,35 €</b> |  |
| 049                       | <b>8.10 M3</b> | <b>Relleno con cama de arena fina 4</b>                                                                                                                                                                         |      |                                       |                |                |  |
|                           |                | M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                           |      |                                       |                |                |  |
|                           | 8-6-1          | 0,070                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                           | 14,41          | 0,57           |  |
|                           | 8-6-2          | 0,400                                                                                                                                                                                                           | M3   | Agua                                  | 1,44           | 0,58           |  |
|                           | 8-6-3          | 0,012                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV      | 60,52          | 0,73           |  |
|                           | 8-6-4          | 0,032                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Camión basculante 10 Tn               | 69,16          | 2,21           |  |
|                           | 8-6-5          | 1,100                                                                                                                                                                                                           | M3   | Arena fina                            | 14,40          | 15,84          |  |
|                           | 8-6-6          | 0,199                                                                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00           | 0,60           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                                                                 |      |                                       |                | <b>20,53 €</b> |  |
| 050                       | <b>8.11 MI</b> | <b>Colocación de tubos de plástico corrugado D 90</b>                                                                                                                                                           |      |                                       |                |                |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                                                   |      |                                       |                |                |  |
|                           | 7-7-1          | 0,550                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)        | 23,80          | 13,09          |  |
|                           | 7-7-2          | 1,000                                                                                                                                                                                                           | MI   | Tubo corrugado 90                     | 1,66           | 1,66           |  |
|                           | 7-7-3          | 0,148                                                                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00           | 0,44           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                                                                 |      |                                       |                | <b>15,19 €</b> |  |
| 051                       | <b>6.5. MI</b> | <b>Colocación de cable de monitorización de fibra óptica</b>                                                                                                                                                    |      |                                       |                |                |  |
|                           |                | MI. Metro lineal de cable de monitorización de fibra óptica entubado en tubo corrugado D = 90 mm, compartiendo zanja con cableado de media tensión incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |      |                                       |                |                |  |
|                           | 6-3-1          | 0,300                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Peón suelto                           | 14,41          | 4,32           |  |
|                           | 6-3-2          | 0,300                                                                                                                                                                                                           | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV       | 27,10          | 8,13           |  |
|                           | 6-4-1          | 1,000                                                                                                                                                                                                           | MI   | Cable de monitorización RS-485        | 0,29           | 0,29           |  |
|                           | 6-3-5          | 0,216                                                                                                                                                                                                           | %    | Pequeño material eléctrico            | 0,50           | 0,11           |  |
|                           | 6-3-6          | 0,217                                                                                                                                                                                                           | %    | Costes indirectos (s/total)           | 3,00           | 0,65           |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |                                                                                                                                                                                                                 |      |                                       |                | <b>13,50 €</b> |  |

| Nº                        | Código         | Cantidad | Uds. | Descripción                                                       | Precio (€)/Ud. | Importe (€)   |
|---------------------------|----------------|----------|------|-------------------------------------------------------------------|----------------|---------------|
| 052                       | <b>8.12 M3</b> |          |      | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b>            |                |               |
|                           |                |          |      | M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación. |                |               |
|                           | 6-3-1          | 0,100    | Hr   | Peón suelto                                                       | 14,41          | 1,44          |
|                           | 6-3-2          | 0,010    | Hr   | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                   | 27,10          | 0,27          |
|                           | 6-3-3          | 0,100    | Hr   | Compactador manual                                                | 7,00           | 0,70          |
|                           | 6-3-4          | 0,035    | %    | Costes indirectos (s/total)                                       | 3,00           | 0,11          |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                |          |      |                                                                   |                | <b>2,52 €</b> |

| CAPÍTULO 10 Instalación de elementos auxiliares |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                     |                |                   |  |
|-------------------------------------------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|---------------------------------------------------------------------|----------------|-------------------|--|
| Nº                                              | Código         | Cantidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Uds. | Descripción                                                         | Precio (€)/Ud. | Importe (€)       |  |
| 053                                             | <b>9.1 Ud.</b> | <b>Instalación de las cajas de combinación</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |                                                                     |                |                   |  |
|                                                 |                | Ud. Caja de combinación de series con 16 entradas, 32 fusibles de 15 A y puerta abatible precintable. Protección IP65.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |      |                                                                     |                |                   |  |
|                                                 | 9-1-1          | 0,500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                    | 27,40          | 13,70             |  |
|                                                 | 9-1-2          | 0,500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                      | 23,80          | 11,90             |  |
|                                                 | 9-1-3          | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud.  | Caja de combinación de series, con ventana precintable, 16mód, IP65 | 204,28         | 204,28            |  |
|                                                 | 9-1-4          | 1,619                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | %    | Pequeño material eléctrico                                          | 0,50           | 0,81              |  |
|                                                 | 9-1-5          | 1,627                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | %    | Costes indirectos (s/total)                                         | 3,00           | 4,88              |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                       |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                     |                | <b>235,57 €</b>   |  |
| 054                                             | <b>9.2 Ud.</b> | <b>Instalación del pararrayos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |                                                                     |                |                   |  |
|                                                 |                | Ud. Suministro e instalación del sistema externo de protección contra el rayo formado por pararrayos con dispositivo de cebado electropulsante, modelo INGESCO PDC 6.4 con Certificación de Producto AENOR, tiempo de avance en el cebado de 60 µs y radio de protección de 113 metros para un nivel de protección 4, según CTE DB-SU-8 y UNE 21186. Colocado sobre mástil de acero galvanizado e incluso pieza de adaptación, fijaciones, vías de chispas,, tubo de protección de la bajada y toma de tierra registrable con resistencia inferior a 10 ohmios, de cable enterrado 40 metros, los 20 primeros metros de conductor de cobre aislado y los 20 siguientes de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> . Totalmente montado, instalado, conexionado y comprobado según CTE DB-SU-8 y UNE 21186. |      |                                                                     |                |                   |  |
|                                                 | 9-2-1          | 17,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Hr   | Oficial primera electricista                                        | 16,50          | 280,50            |  |
|                                                 | 9-2-2          | 17,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Hr   | Ayudante electricista                                               | 13,90          | 236,30            |  |
|                                                 | 9-2-3          | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hr   | Perforadora                                                         | 1.500,00       | 1.500,00          |  |
|                                                 | 9-2-4          | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Hr   | Maquinista de la perforadora                                        | 20,24          | 20,24             |  |
|                                                 | U34CC025       | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud.  | Pararrayos INGESCO PDC o similar                                    | 1.433,12       | 1.433,12          |  |
|                                                 | U34CC250       | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud.  | Pieza adaptador cabeza-mástil AT11A                                 | 40,48          | 40,48             |  |
|                                                 | U34CC230       | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud.  | Mástil a galva. Ø1½" L6m AT56A                                      | 138,72         | 138,72            |  |
|                                                 | U34CC313       | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud.  | Tubo protección L=2m 35x13mm                                        | 28,80          | 28,80             |  |
|                                                 | U34CC314       | 1,000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Ud.  | Protector vía chispas mástil                                        | 114,08         | 114,08            |  |
|                                                 | U34CC412       | 56,500                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | MI   | Electrodo. cable de 50mm <sup>2</sup>                               | 20,80          | 1.175,20          |  |
|                                                 | 9-3-6          | 34,877                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | %    | Costes indirectos (s/total)                                         | 3,00           | 104,63            |  |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                       |                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |                                                                     |                | <b>5.072,07 €</b> |  |

| Nº  | Código                                                 | Cantidad | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Precio (€)/Ud. | Importe (€)     |
|-----|--------------------------------------------------------|----------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| 055 | <b>9.3 Ud. Instalación de las cámaras de seguridad</b> |          |      | Ud. Circuito cerrado de televisión con 15 cámaras del tipo HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B), con nivel de protección IP67conexionado totalmente instalado. Con focos de visión nocturna tipo LIR ICC88 con IP66. Instalada sobre mástil de 3 metros de altura instalado sobre zapata de 40x40x40 cm. Completamente instalada y conectada.              |                |                 |
|     | 9-3-1                                                  | 2,000    | Hr   | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 38,23          | 76,46           |
|     | 9-3-2                                                  | 0,064    | M3   | Excavación manual de terreno duro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 44,50          | 2,85            |
|     |                                                        | 0,064    | M3   | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de varillas de acero                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 54,45          | 3,48            |
|     | 9-3-3                                                  | 1,000    | Ud.  | Cámaras de seguridad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 123,40         | 123,40          |
|     | 9-3-4                                                  | 1,000    | Ud.  | Focos infrarrojos tipo LIR ICC 88 con IP66                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 76,80          | 76,80           |
|     | 9-3-5                                                  | 1,000    | MI   | Canalización y cableado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,13           | 0,13            |
|     | 9-3-6                                                  | 5,183    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3,00           | 15,55           |
|     | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                              |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                | <b>298,67 €</b> |
| 056 | <b>9.4 Ud. Instalación de sensores de movimiento</b>   |          |      | Ud. Detector de proximidad del tipo Microwave YCE2001. Detectores de movimiento de alta precisión que emiten ondas de alta frecuencia electromagnética (5,8 GHz) y reciben el eco. Cuando detectan una variación en el eco recibido desencadenan el comando de "encendido de luz" (switch light on).                                                       |                |                 |
|     | U01AA501                                               | 0,200    | Hr   | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 38,23          | 7,65            |
|     | U34CA045                                               | 1,000    | Ud.  | Detector magnético tipo Microwave YCE2001                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 46,95          | 46,95           |
|     | U34CA980                                               | 1,000    | Ud.  | Canalización y cableado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12,60          | 12,60           |
|     | 9-5-3                                                  | 0,358    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3,00           | 1,07            |
|     | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                              |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                | <b>68,27 €</b>  |
| 057 | <b>9.5 Ud. Instalación de Veleta</b>                   |          |      | Ud. Veleta tipo WV4403 4-20 mA que funciona hasta 200 km/h de velocidad de viento. Con una salida analógica de 4-20 mA en función de la dirección de viento (ver tabla). Para ello orientar la veleta en dirección norte y su señal de salida corresponderá con los ángulos y direcciones de la tabla del fabricante. Completamente instalada y conectada. |                |                 |
|     | 9-5-1                                                  | 1,500    | Hr   | Oficial primera electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 16,50          | 24,75           |
|     | 9-5-2                                                  | 1,000    | Ud.  | Veleta tipo WV4403 4-20mA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 396,15         | 396,15          |
|     | 9-5-3                                                  | 4,209    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3,00           | 12,63           |
|     | <b>TOTAL PARTIDA.....</b>                              |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                | <b>433,53 €</b> |

| Nº                        | Código                                      | Cantidad | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                     | Precio (€)/Ud. | Importe (€)     |
|---------------------------|---------------------------------------------|----------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| 058                       | <b>9.6 Ud. Instalación de Piranómetros</b>  |          |      | Ud. Sensor de radiación solar de primera clase con ángulo de visión de 180 °.                                                                                                                   |                |                 |
|                           | 9-6-1                                       | 0,200    | Hr   | Oficial primera electricista                                                                                                                                                                    | 16,50          | 3,30            |
|                           | 9-6-2                                       | 1,000    | Ud.  | Piranómetro tipo SENSOVANT SR11                                                                                                                                                                 | 114,35         | 114,35          |
|                           | 9-6-3                                       | 1,177    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                     | 3,00           | 3,53            |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                             |          |      |                                                                                                                                                                                                 |                | <b>121,18 €</b> |
| 059                       | <b>9.7 Ud. Instalación de Anemómetro</b>    |          |      | Ud. Sensor de velocidad de viento que entrega una corriente eléctrica proporcional a la velocidad de viento incidente. Dimensiones 160x50x134. Instalado y correctamente conectado.             |                |                 |
|                           | U01FY630                                    | 1,500    | Hr   | Oficial primera electricista                                                                                                                                                                    | 16,50          | 24,75           |
|                           | U30VB239                                    | 1,000    | Ud.  | Anemómetro tipo Windsensor-IES 101010 Versión 1.0                                                                                                                                               | 396,15         | 396,15          |
|                           | 9-10-5                                      | 4,209    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                     | 3,00           | 12,63           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                             |          |      |                                                                                                                                                                                                 |                | <b>433,53 €</b> |
| 060                       | <b>9.8 Ud. Instalación de router Router</b> |          |      | Ud. Sistema para controlar remotamente la instalación del tipo Wireless-G LinksysWRT54GL, con posibilidad de utilizar DMZ, WLAN, Ehernet e Internet y con una tasa de enlace máxima de 54 Mbps. |                |                 |
|                           | 9-10-2                                      | 0,100    | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                  | 23,80          | 2,38            |
|                           | 9-8-2                                       | 1,000    | Ud.  | Router tipo Wireless-G LinksysWRT54GL                                                                                                                                                           | 39,29          | 39,29           |
|                           | 9-10-4                                      | 1,299    | %    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                      | 0,50           | 0,65            |
|                           | 9-10-5                                      | 1,306    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                     | 3,00           | 3,92            |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                             |          |      |                                                                                                                                                                                                 |                | <b>46,24 €</b>  |
| 061                       | <b>9.9 Ud. Instalación de Rack</b>          |          |      | Ud. Armario de seguridad del tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U, fabricado en acero laminado en frío con protección IP20, carga máxima 100Kg y dimensiones 600x600.                       |                |                 |
|                           | 9-10-2                                      | 0,100    | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                  | 23,80          | 2,38            |
|                           | 9-9-2                                       | 1,000    | Ud.  | Rack tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U                                                                                                                                                   | 98,76          | 98,76           |
|                           | 9-10-5                                      | 1,299    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                     | 3,00           | 3,90            |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                                             |          |      |                                                                                                                                                                                                 |                | <b>105,04 €</b> |

| Nº                        | Código          | Cantidad | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                               | Precio (€)/Ud. | Importe (€)     |
|---------------------------|-----------------|----------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------|
| 062                       | <b>9.10 Ud.</b> |          |      | <b>Instalación de caja de monitorización</b>                                                                                                                                                                                                                                              |                |                 |
|                           |                 |          |      | Ud. Sistema para monitorización de instalación de dos inversores, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando. |                |                 |
|                           | 9-10-1          | 6,000    | Hr   | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                          | 27,40          | 164,40          |
|                           | 9-10-2          | 6,000    | Hr   | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                            | 23,80          | 142,80          |
|                           | 9-10-3          | 1,000    | Ud.  | Caja de monitorización                                                                                                                                                                                                                                                                    | 235,68         | 235,68          |
|                           | 9-10-4          | 4,348    | %    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                | 0,50           | 2,17            |
|                           | 9-10-5          | 4,369    | %    | Costes indirectos (s/total)                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,00           | 13,11           |
| <b>TOTAL PARTIDA.....</b> |                 |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                | <b>558,16 €</b> |





## **4. CUADRO DE PRECIOS N° 1**



| CAPÍTULO 1 Preparación del terreno y replanteo |            |                                                                                                                           |            |
|------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                             | Código     | Uds. Descripción                                                                                                          | Precio/Ud. |
| 001                                            | <b>M2</b>  | <b>Desbroce y allanado del terreno</b><br>M2. Desbroce de la vegetación existente y allanada y explanación de la parcela. |            |
|                                                |            | DIECISIETE MILÉSIMAS DE EURO                                                                                              | 0,017 €    |
| 002                                            | <b>Ud.</b> | <b>Replanteo</b><br>Ud. De replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación.     |            |
|                                                |            | DOSCIENTOS CUARENTA Y TRES EUROS Y SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS                                                                | 243,680 €  |

| CAPÍTULO 2 Cerramiento |          |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |
|------------------------|----------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                     | Código   | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                           | Precio/Ud. |
| 003                    | D23KJ025 | M2   | <p><b>VALLA ELECTROSOLDADA 200x55x5</b></p> <p>M2. Valla de malla electrosoldada de 200x55/5 de RitmoClip o similar, con postes intermedios cada 4 m. de tubo de 1,2 mm de espesor. Totalmente montada, recibido con mortero de cemento y arena de río 1/4, y accesorios.</p>         |            |
|                        |          |      | CATORCE EUROS Y SESENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                             | 14,64 €    |
| 004                    | D23AN600 | Ud.  | <p><b>PUERTA METÁLICA</b></p> <p>M2. Puerta metálica Corredera sobre raíl, de apertura manual. De 6 metros de longitud y 2 metros de altura, con pilares y estructura formados en acero Z-275, con postes guía de 100x100x3 y barros de 30x20x1,5 y ruedas de 120 mm de diámetro.</p> |            |
|                        |          |      | CINCUENTA Y OCHO EUROS Y SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                     | 58,77 €    |

| CAPÍTULO 3 Instalación de los módulos fotovoltaicos |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |            |
|-----------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                                  | Código   | Uds. Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Precio/Ud. |
| 005                                                 | 3.1. Ud. | <b>Hincado de postes</b><br>Ud. Poste de acero de alta calidad de los tipos S275JR y S355JR. Acero galvanizado en caliente G-90. Estructura tipo NCLAVE monoposte o similar. Separación entre postes de 2,520 metros. Totalmente instalados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |            |
|                                                     |          | SESENTA Y DOS EUROS Y CUARENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 62,47 €    |
| 006                                                 | 3.2. Ud. | <b>Colocación de los postes transversales</b><br>Ud. Estructura de postes transversales como soporte para una mesa fotovoltaica con superficie de 97,624 m2 de captadores a 30º de inclinación sobre horizontal. Formado por perfiles de acero Galvanizado como protección antioxidante, accesorios y pequeño material necesario. Completamente montado.                                                                                                                                                                                                                      |            |
|                                                     |          | TREINTA Y CINCO EUROS Y SESENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 35,60 €    |
| 007                                                 | 3.3. M   | <b>Colocación de las correas posteriores y grapas para sujeción de los módulos</b><br>Ud. Colocación de la correa posterior a la que se fijarán directamente los módulos fotovoltaicos por medio de grapas de aluminio.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |            |
|                                                     |          | SIETE EUROS Y CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 7,53 €     |
| 008                                                 | 3.4 MI   | <b>RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |            |
|                                                     |          | UN EURO CON CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,05 €     |
| 009                                                 | 3.5 MI   | <b>RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
|                                                     |          | UN EURO CON VEINTISEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1,26 €     |
| 010                                                 | 3.6 Ud.  | <b>Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO BYD 360-P6-K</b><br>Ud. Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca BYD, modelo 360-P6-K, Potencia máxima 340 Wp con tolerancia de ±3%, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=24 Vcc, Voc=47,58 Vcc, Vpmp=37,57 , Icc=9,47 A, Ipmp=9,06 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 4 diodos de by-pass, conexión a tresbolillo, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado, probado y funcionando. |            |
|                                                     |          | DOSCIENTOS SESENTA Y DOS EUROS CON SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 262,06 €   |

| <b>Nº</b> | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                                              | <b>Precio/Ud.</b> |
|-----------|---------------|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 011       | <b>3.7.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Conexión de los módulos</b><br>Ud. Conexión de los módulos fotovoltaicos a tresbolillo por medio del cable del propio panel. Completamente conectado, probado y funcionando. |                   |
|           |               |             | UN EURO CON SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                      | 1,07 €            |

| CAPÍTULO 4 Construcción del camino y explanadas |         |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------|---------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                              | Código  | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Precio/Ud. |
| 012                                             | 4.1. M3 |      | <b>Excavación mecánica de zanja</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a30 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                     |            |
|                                                 |         |      | CATORCE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 14,85 €    |
| 013                                             | 4.2. M2 |      | <b>Compactado de tierra sin aporte nº1</b><br>M3. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                              |            |
|                                                 |         |      | OCHO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8,16 €     |
| 014                                             | 4.3. M2 |      | <b>Colocación de membrana geotextil</b><br>M2. Colocación de membrana Geotextil basado en polipropileno, para protección de geomembranas y con función filtrante, en depósitos de líquidos y desechos, no tejido, formado por filamentos continuos de polipropileno estabilizado a los rayos U.V., y con resistencia a la perforación CBR de 3.850 N, según norma EN ISO 12236 y peso 325 g/m2, según norma EN 955. |            |
|                                                 |         |      | UN EURO CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1,67 €     |
| 015                                             | 4.4. M3 |      | <b>Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, con aporte de 20 cm de grava tipo 1 de más de 30 mm de diámetro y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                             |            |
|                                                 |         |      | OCHO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8,51 €     |
| 016                                             | 4.5. M2 |      | <b>Compactado de tierra sin aporte nº2</b><br>M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|                                                 |         |      | DOS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2,45 €     |
| 017                                             | 4.6. M3 |      | <b>Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2.</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras, por medios mecánicos, con aporte de 10 cm de grava tipo 2 de más de unos 5 mm de diámetro y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                        |            |
|                                                 |         |      | OCHO EUROS CON CINCUENTA Y UN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8,51 €     |
| 018                                             | 4.7. M2 |      | <b>Compactado final</b><br>M2. Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|                                                 |         |      | DOS EUROS CON CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2,45 €     |



| CAPÍTULO 5 Instalación de edificios |        |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |             |
|-------------------------------------|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| Nº                                  | Código | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Precio/Ud.  |
| 019                                 | 6.1.   | Ud.  | <p><b>Centro de inversión</b></p> <p>Ud. Edificio Prefabricado tipo pfu 5 con dos inversores tipo GAMESA E-2,5MVA-SB-I-1500V, un transformador de potencia del tipo JEMA IFX6, transformador de SSAA, dos celdas de línea y una de protección para el transformador.</p> <p>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.</p> <p>VEINTISIETE MIL OCHOCIENTOS NUEVE EUROS CON TREINTA CÉNTIMOS</p> | 27.809,30 € |
| 020                                 | 6.2.   | Ud.  | <p><b>Centro de monitorización</b></p> <p>Ud. Edificio Prefabricado de 10 pies en el que posteriormente se instalarán los equipos correspondientes.</p> <p>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.</p> <p>CUATRO MIL DOSCIENTOS NUEVE EUROS Y TREINTA CÉNTIMOS</p>                                                                                                                          | 4.209,30 €  |
| 021                                 | 6.3.   | Ud.  | <p><b>Centros de corte y seccionamiento</b></p> <p>Ud. Edificio Prefabricado de 20 pies en el que hay dos celdas de línea aisladas en SF6 y una de protección también aislada.</p> <p>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar. Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.</p> <p>ONCE MIL SETECIENTOS NUEVE EUROS Y TREINTA CÉNTIMOS</p>                                                                                                | 11.709,30 € |

| CAPÍTULO 6 Puesta a tierra del centro de inversión |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|----------------------------------------------------|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                                 | Código          | Uds. Descripción                                                                                                                                                                                                                                                               | Precio/Ud. |
| 022                                                | <b>6.1. M3</b>  | <b>Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                                                   |            |
|                                                    |                 | ONCE EUROS Y CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                       | 11,54 €    |
| 023                                                | <b>6.2. MI</b>  | <b>Colocación de cable de puesta de tierra de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección</b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm <sup>2</sup> de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. |            |
|                                                    |                 | TREINTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                              | 38,77 €    |
| 024                                                | <b>6.3. Ud.</b> | <b>Instalación de electrodo de tierra, pica de 3 m</b><br>Ud. Electrodo de tierra en forma de pica de acero revestida de cobre de 3 metros de longitud.                                                                                                                        |            |
|                                                    |                 | CIEN EUROS Y TRENTA Y DOS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                             | 100,32 €   |
| 025                                                | <b>6.4. M3</b>  | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                                    |            |
|                                                    |                 | TRES EUROS Y SESENTA Y UN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                             | 3,61 €     |

| <b>CAPÍTULO 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral</b> |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                |            |
|--------------------------------------------------------------------|----------------|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                                                 | Código         | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                    | Precio/Ud. |
| 026                                                                | <b>6.1. M3</b> |      | <b>Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                                                   |            |
|                                                                    |                |      | CINCO EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                            | 5,19 €     |
| 027                                                                | <b>6.2. MI</b> |      | <b>Colocación de cable de puesta de tierra de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección</b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm <sup>2</sup> de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. |            |
|                                                                    |                |      | TREINTA Y OCHO EUROS CON SETENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                              | 38,77 €    |
| 028                                                                | <b>6.3. MI</b> |      | <b>Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm<sup>2</sup></b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm <sup>2</sup> entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                 |            |
|                                                                    |                |      | TREINTA EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                     | 30,79 €    |
| 029                                                                | <b>6.4. MI</b> |      | <b>Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm<sup>2</sup></b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm <sup>2</sup> entubado en tubo corrugado D = 32 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                               |            |
|                                                                    |                |      | TRECE EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                     | 13,57 €    |
| 030                                                                | <b>6,5 MI</b>  |      | <b>Colocación de cable de monitorización RS-485</b><br>MI. Metro lineal de cable de monitorización RS-485 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                   |            |
|                                                                    |                |      | TRECE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                        | 13,36 €    |
| 031                                                                | <b>8.12 M3</b> |      | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                                    |            |
|                                                                    |                |      | TRES EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                           | 3,61 €     |

| <b>CAPÍTULO 8 Zanjas de caja a inversor</b> |                |      |                                                                                                                                                                                                                                                   |            |
|---------------------------------------------|----------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                          | Código         | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                       | Precio/Ud. |
| 032                                         | <b>7.1 M3</b>  |      | <b>Excavación mecánica de zanja para posterior instalación</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                       |            |
|                                             |                |      | CATORCE EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                        | 14,85 €    |
| 033                                         | <b>7.3 M3</b>  |      | <b>Relleno mecánico de zanjas con material de la instalación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                             |            |
|                                             |                |      | TRES EUROS CON SESENTA Y UN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                              | 3,61 €     |
| 034                                         | <b>8.9 MI</b>  |      | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm<sup>2</sup></b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm <sup>2</sup> enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.           |            |
|                                             |                |      | CUARENTA Y TRES EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                | 43,35 €    |
| 035                                         | <b>7.5 MI</b>  |      | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm<sup>2</sup> ENTERRADA</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm <sup>2</sup> enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |            |
|                                             |                |      | CUARENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                       | 45,70 €    |
| 036                                         | <b>7.6 M3</b>  |      | <b>Relleno de zanjas con cama de arena fina</b><br>M3. Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                                                                     |            |
|                                             |                |      | ONCE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                           | 11,95 €    |
| 037                                         | <b>8.11 MI</b> |      | <b>Colocación de tubos de plástico corrugado D 90</b><br>MI. Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                            |            |
|                                             |                |      | QUINCE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                              | 15,19 €    |
| 038                                         | <b>6.5 MI</b>  |      | <b>Colocación de cable de monitorización RS-485</b><br>MI. Metro lineal de cable de monitorización RS-485 entubado en tubo corrugado D = 90 mm, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                      |            |
|                                             |                |      | TRECE EUROS CON TREINTA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                           | 13,36 €    |

| <b>Nº</b> | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                                                                                                                               | <b>Precio/Ud.</b> |
|-----------|---------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 039       | <b>7.8 M3</b> |             | <b>Relleno y compactado mecánico con la arena existente</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos. |                   |
|           |               |             | SEIS EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                | 6,50 €            |

| CAPÍTULO 9 Zanja para cableado de media tensión |        |      |                                                                                                                                                                                                                                                 |            |
|-------------------------------------------------|--------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                              | Código | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                     | Precio/Ud. |
| 040                                             | 8.1    | M3   | <b>Excavación mecánica de zanja</b><br>M3. Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura y p.p. de costes indirectos.                                                                                |            |
|                                                 |        |      | ONCE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                      | 11,54 €    |
| 041                                             | 8.2    | MI   | <b>Colocación de cable de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup></b><br>MI. Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm <sup>2</sup> de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando. |            |
|                                                 |        |      | TRECE EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                            | 13,27 €    |
| 042                                             | 8.3    | M3   | <b>Relleno de zanja con tierra del terreno existente</b><br>M3. Relleno y extendido de tierras propias, por medios mecánicos y p.p. de costes indirectos.                                                                                       |            |
|                                                 |        |      | TRES EUROS CON TREINA Y SEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                           | 3,36 €     |
| 043                                             | 8.4    | M3   | <b>Relleno con cama de arena fina 1</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                 |            |
|                                                 |        |      | VEINTE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                    | 20,54 €    |
| 044                                             | 8.5    | MI   | <b>Colocación de cable RHZ-1-OL H16 0.6/1 kV 4X95 mm<sup>2</sup> enterrado</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 95 mm <sup>2</sup> enterrado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                    |            |
|                                                 |        |      | DIEZ EUROS CON OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                         | 10,85 €    |
| 045                                             | 8.6    | M3   | <b>Relleno con cama de arena fina 2</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                |            |
|                                                 |        |      | VEINTE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                    | 20,54 €    |
| 046                                             | 8.7    | MI   | <b>Colocación de cinta de señalización</b><br>MI. Metro lineal de cinta de señalización de cables enterrados, totalmente instalado.                                                                                                             |            |
|                                                 |        |      | CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO                                                                                                                                                                                                               | 0,45 €     |

| Nº  | Código         | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                     | Precio/Ud. |
|-----|----------------|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 047 | <b>8.8 M3</b>  |      | <b>Relleno con cama de arena fina 3</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, i/aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                                                  |            |
|     |                |      | VEINTE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                    | 20,54 €    |
| 048 | <b>8.9 MI</b>  |      | <b>Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2</b><br>MI. Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                |            |
|     |                |      | TREINTA Y OCHO EUROS Y TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                 | 38,35 €    |
| 049 | <b>8.10 M3</b> |      | <b>Relleno con cama de arena fina 4</b><br>M3. Relleno, extendido y compactado de tierras, por medios mecánicos, en tongadas de 10 cm. de espesor, con aporte de las mismas, regado y p.p. de costes indirectos.                                                                |            |
|     |                |      | VEINTE EUROS CON CINCUENTA Y CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                    | 20,54 €    |
| 050 | <b>8.11 MI</b> |      | <b>Colocación de tubos de plástico corrugado D 90</b><br>MI. Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                                                          |            |
|     |                |      | QUINCE EUROS CON DIECINUEVE CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                            | 15,19 €    |
| 051 | <b>6,5 MI</b>  |      | <b>Colocación de cable de monitorización de fibra óptica</b><br>MI. Metro lineal de cable de monitorización de fibra óptica entubado en tubo corrugado D = 90 mm, compartiendo zanja con cableado de media tensión incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |            |
|     |                |      | TRECE EUROS CON CINCUENTA CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                              | 13,50 €    |
| 052 | <b>8.12 M3</b> |      | <b>Relleno de zanjas con material de la excavación</b><br>M3. Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                                     |            |
|     |                |      | TRES EUROS CON SESENTAIÚN CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                              | 3,61 €     |

| CAPÍTULO 10 Instalación de elementos auxiliares |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |            |
|-------------------------------------------------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| Nº                                              | Código  | Uds. Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Precio/Ud. |
| 053                                             | 9.1 Ud. | <p><b>Instalación de las cajas de combinación</b></p> <p>Ud. Caja de combinación de series con 16 entradas, 32 fusibles de 15A y puerta abatible precintable. Protección IP65.</p> <p>DOSCIENTOS TREINTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y SIETE CÉNTIMOS</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 235,57 €   |
| 054                                             | 9.2 Ud. | <p><b>Instalación del pararrayos</b></p> <p>Ud. Suministro e instalación del sistema externo de protección contra el rayo formado por pararrayos con dispositivo de cebado electropulsante, modelo INGESCO PDC 6.4 con Certificación de Producto AENOR, tiempo de avance en el cebado de 60 µs y radio de protección de 113 metros para un nivel de protección 4, según CTE DB-SU-8 y UNE 21186. Colocado sobre mástil de acero galvanizado e incluso pieza de adaptación, fijaciones, vías de chispas,, tubo de protección de la bajada y toma de tierra registrable con resistencia inferior a 10 ohmios, de cable enterrado 40 metros, los 20 primeros metros de conductor de cobre aislado y los 20 siguientes de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>. Totalmente montado, instalado, conexionado y comprobado según CTE DB-SU-8 y UNE 21186.</p> <p>CINCO MIL SETENTA Y DOS EUROS Y SIETE CÉNTIMOS</p> | 5.072,07 € |
| 055                                             | 9.3 Ud. | <p><b>Instalación de las cámaras de seguridad</b></p> <p>Ud. Circuito cerrado de televisión con 15 cámaras del tipo HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B), con nivel de protección IP67conexionado totalmente instalado. Con focos de visión nocturna tipo LIR ICC88 con IP66. Instalada sobre mástil de 3 metros de altura instalado sobre zapata de 40x40x40 cm. Completamente instalada y conectada.</p> <p>DOSCIENTOS NOVENTA Y OCHO EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 298,67 €   |
| 056                                             | 9.4 Ud. | <p><b>Instalación de sensores de movimiento</b></p> <p>Ud. Detector de proximidad del tipo Microwave YCE2001. Detectores de movimiento de alta precisión que emiten ondas de alta frecuencia electromagnética (5,8 GHz) y reciben el eco. Cuando detectan una variación en el eco recibido desencadenan el comando de "encendido de luz" (switch light on).</p> <p>SESENTA Y OCHO EUROS CON VEINTISIETE CÉNTIMOS</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 68,27 €    |
| 057                                             | 9.5 Ud. | <p><b>Instalación de Veleta</b></p> <p>Ud. Veleta tipo WV4403 4-20 mA que funciona hasta 200 km/h de velocidad de viento. Con una salida analógica de 4-20 mA en función de la dirección de viento (ver tabla). Para ello orientar la veleta en dirección norte y su señal de salida corresponderá con los ángulos y direcciones de la tabla del fabricante. Completamente instalada y conectada.</p> <p>CUATROCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 433,53 €   |



| Nº  | Código | Uds. | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Precio/Ud. |
|-----|--------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 058 | 9.6    | Ud.  | <b>Instalación de Piranómetros</b><br>Ud. Sensor de radiación solar de primera clase con ángulo de visión de 180 °.                                                                                                                                                                                                                       |            |
|     |        |      | CIENTO VEINTIÚN EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 121,18 €   |
| 059 | 9.7    | Ud.  | <b>Instalación de Anemómetro</b><br>Ud. Sensor de velocidad de viento que entrega una corriente eléctrica proporcional a la velocidad de viento incidente. Dimensiones 160x50x134. Instalado y correctamente conectado.                                                                                                                   |            |
|     |        |      | CUATROCIENTOS TREINTA Y TRES EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                          | 433,53 €   |
| 060 | 9.8    | Ud.  | <b>Instalación de router Router</b><br>Ud. Sistema para controlar remotamente la instalación del tipo Wireless-G LinksysWRT54GL, con posibilidad de utilizar DMZ, WLAN, Ethernet e Internet y con una tasa de enlace máxima de 54 Mbps.                                                                                                   |            |
|     |        |      | OCHENTA Y CINCO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 85,53 €    |
| 061 | 9.9    | Ud.  | <b>Instalación de Rack</b><br>Ud. Armario de seguridad del tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U, fabricado en acero laminado en frío con protección IP20, carga máxima 100Kg y dimensiones 600x600.                                                                                                                                   |            |
|     |        |      | CIENTO CINCO EUROS CON CUATRO CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 105,04 €   |
| 062 | 9.10   | Ud.  | <b>Instalación de caja de monitorización</b><br>Ud. Sistema para monitorización de instalación de dos inversores, con medida y registro de temperaturas ambiente, de panel, velocidad del viento, irradiación solar, incluso software, accesorios y parte proporcional de pequeño material, completamente montado, probado y funcionando. |            |
|     |        |      | QUINIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 558,16 €   |

## **5. CUADRO DE PRECIOS N° 2**



| CAPÍTULO 1 Preparación del terreno y replanteo                   |          |      |                                 |       |       |      |           |           |        |                   |
|------------------------------------------------------------------|----------|------|---------------------------------|-------|-------|------|-----------|-----------|--------|-------------------|
| Nº                                                               | Código   | Uds. | Descripción                     | Long. | Anch. | Alt. | Parciales | Medición  | Precio | Presupuesto       |
| 001                                                              | D23KJ025 | M2   | Desbroce y allanado del terreno |       |       |      | 96.785,48 |           |        |                   |
|                                                                  |          |      |                                 |       |       |      |           | 96.785,48 | 0,017  | 1.645,35          |
| 002                                                              | D23AN600 | Ud.  | Replanteo                       |       |       |      |           |           |        |                   |
|                                                                  |          | 1,00 |                                 |       |       |      | 1,00      |           |        |                   |
|                                                                  |          |      |                                 |       |       |      |           | 1,00      | 243,68 | 243,68            |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 1 Preparación del terreno y replanteo.....</b> |          |      |                                 |       |       |      |           |           |        | <b>1.889,03 €</b> |

| <b>CAPÍTULO 2 Cerramiento</b>                |               |             |                               |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|----------------------------------------------|---------------|-------------|-------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| <b>Nº</b>                                    | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>            | <b>Long.</b> | <b>Anch.</b> | <b>Alt.</b> | <b>Parciales</b> | <b>Medición</b> | <b>Precio</b> | <b>Presupuesto</b> |
| 003                                          | D23KJ025      | M2          | VALLA ELECTROSOLDADA 200x55x5 |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|                                              |               |             |                               |              |              |             | 1.402,00         |                 |               |                    |
|                                              |               |             |                               |              |              |             |                  | 1.402,00        | 14,64         | 20.525,28          |
| 004                                          | D23AN600      | Ud.         | PUERTA METÁLICA               |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|                                              |               |             | 1,00                          |              |              |             | 1,00             |                 |               |                    |
|                                              |               |             |                               |              |              |             |                  | 1,00            | 58,77         | 58,77              |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 2 Cerramiento. . . . .</b> |               |             |                               |              |              |             |                  |                 |               | <b>20.584,05 €</b> |

| <b>CAPÍTULO 3 Instalación de los módulos fotovoltaicos</b>            |               |             |                                                                                    |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|-----------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|-----------------------|
| <b>Nº</b>                                                             | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                                                 | <b>Long.</b> | <b>Anch.</b> | <b>Alt.</b> | <b>Parciales</b> | <b>Medición</b> | <b>Precio</b> | <b>Presupuesto</b>    |
| 005                                                                   | <b>3.1.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Hincado de postes</b>                                                           |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             | 4.480,00                                                                           |              |              |             | 4.480,00         | 4.480,00        | 62,47         | 279.865,60            |
| 006                                                                   | <b>3.2.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Colocación de los postes transversales</b>                                      |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             |                                                                                    |              |              |             |                  | 4.480,00        | 35,60         | 159.488,00            |
| 007                                                                   | <b>3.3.</b>   | <b>MI</b>   | <b>Colocación de las correas posteriores y grapas para sujeción de los módulos</b> |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             |                                                                                    | 18.122,24    |              |             | 18.122,24        | 18.122,24       | 7,53          | 136.369,86            |
| 008                                                                   | <b>3.4</b>    | <b>MI</b>   | <b>RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2</b>                                                |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             |                                                                                    | 36.186,46    |              |             | 36.186,46        | 36.186,46       | 1,05          | 38.082,63             |
| 009                                                                   | <b>3.5</b>    | <b>MI</b>   | <b>RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm2</b>                                               |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             |                                                                                    | 1.957,78     |              |             | 1.957,78         | 1.957,78        | 1,26          | 2.471,50              |
| 010                                                                   | <b>3.6</b>    | <b>Ud.</b>  | <b>Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO BYD 360-P6-K</b>                                   |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             | 17.920,0                                                                           |              |              |             | 17.920,0         | 17.920,00       | 262,06        | 4.696.115,20          |
| 011                                                                   | <b>3.7.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Conexionado de los módulos</b>                                                  |              |              |             |                  |                 |               |                       |
|                                                                       |               |             | 17.920,0                                                                           |              |              |             | 17.920,0         | 17.920,00       | 1,07          | 19.174,40             |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 3 Instalación de los módulos fotovoltaicos.....</b> |               |             |                                                                                    |              |              |             |                  |                 |               | <b>5.331.567,19 €</b> |

| <b>CAPÍTULO 4 Construcción del camino y explanadas</b>            |               |             |                                                         |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|-------------------------------------------------------------------|---------------|-------------|---------------------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| <b>Nº</b>                                                         | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                                      | <b>Long.</b> | <b>Anch.</b> | <b>Alt.</b> | <b>Parciales</b> | <b>Medición</b> | <b>Precio</b> | <b>Presupuesto</b> |
| 012                                                               | 4.1.          | M3          | Excavación mecánica de zanja                            |              |              |             |                  | 365,22          | 14,85         | 5.423,52           |
| 013                                                               | 4.2.          | M2          | Compactado de tierra sin aporte nº1                     |              |              |             |                  | 1.217,41        | 8,16          | 9.934,07           |
| 014                                                               | 4.3.          | M2          | Colocación de membrana geotextil                        |              |              |             |                  | 1.217,41        | 1,67          | 2.714,82           |
| 015                                                               | 4.4.          | M3          | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1  |              |              |             |                  | 243,48          | 8,51          | 2.072,01           |
| 016                                                               | 4.5.          | M2          | Compactado de tierra sin aporte nº2                     |              |              |             |                  | 1.217,41        | 2,45          | 2.982,65           |
| 017                                                               | 4.6.          | M3          | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2. |              |              |             |                  | 121,74          | 8,51          | 1.036,01           |
| 018                                                               | 4.7.          | M2          | Compactado final                                        |              |              |             |                  | 1.217,41        | 2,45          | 2.982,65           |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 4 Construcción del camino y explanadas.....</b> |               |             |                                                         |              |              |             |                  |                 |               | <b>27.145,73 €</b> |

| <b>CAPÍTULO 5 Instalación de edificios</b>             |               |             |                                          |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|--------------------------------------------------------|---------------|-------------|------------------------------------------|--------------|--------------|-------------|------------------|-----------------|---------------|--------------------|
| <b>Nº</b>                                              | <b>Código</b> | <b>Uds.</b> | <b>Descripción</b>                       | <b>Long.</b> | <b>Anch.</b> | <b>Alt.</b> | <b>Parciales</b> | <b>Medición</b> | <b>Precio</b> | <b>Presupuesto</b> |
| 019                                                    | <b>4.1.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Centro de inversión</b>               |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|                                                        |               | 1,00        |                                          |              |              |             |                  | 1,00            | 27.809,30     | 27.809,30          |
| 020                                                    | <b>4.2.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Centro de monitorización</b>          |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|                                                        |               | 1,00        |                                          |              |              |             |                  | 1,00            | 4.209,30      | 4.209,30           |
| 021                                                    | <b>4.3.</b>   | <b>Ud.</b>  | <b>Centros de corte y seccionamiento</b> |              |              |             |                  |                 |               |                    |
|                                                        |               | 2,00        |                                          |              |              |             |                  | 2,00            | 11.709,30     | 23.418,60          |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 5 instalación de edificios .....</b> |               |             |                                          |              |              |             |                  |                 |               | <b>55.437,20 €</b> |



| CAPÍTULO 6 Puesta a tierra del centro de inversión                                     |        |      |                                                            |        |       |      |           |          |        |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|------------------------------------------------------------|--------|-------|------|-----------|----------|--------|-------------------|
| Nº                                                                                     | Código | Uds. | Descripción                                                | Long.  | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto       |
| 022                                                                                    | 8.1    | M3   | Excavación mecánica de zanja                               |        |       |      |           |          |        |                   |
|                                                                                        |        |      |                                                            | 47,34  | 0,60  | 0,80 | 22,72     | 22,72    | 11,54  | 262,23            |
| 023                                                                                    | 8.2    | MI   | Colocación de cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> |        |       |      |           |          |        |                   |
|                                                                                        |        |      |                                                            | 47,34  |       |      | 47,34     | 47,34    | 13,27  | 628,32            |
| 024                                                                                    | 8.2    | Ud.  | Instalación de electrodo de pica de cobre de 3 metros      |        |       |      |           |          |        |                   |
|                                                                                        |        |      | 1,00                                                       |        |       |      | 1,00      | 1,00     | 100,32 | 100,32            |
| 025                                                                                    | 8.12   | M3   | Relleno de zanjas con material de la excavación            |        |       |      |           |          |        |                   |
|                                                                                        |        |      |                                                            | 271,25 | 0,60  | 0,60 | 97,65     | 97,65    | 3,61   | 352,52            |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 6 Instalación de la puesta a tierra del centro de inversión.....</b> |        |      |                                                            |        |       |      |           |          |        | <b>1.343,38 €</b> |

| CAPÍTULO 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral                   |        |      |                                                                                        |          |       |      |           |          |        |                     |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------|------|-----------|----------|--------|---------------------|
| Nº                                                                            | Código | Uds. | Descripción                                                                            | Long.    | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto         |
| 026                                                                           | 6.1.   | M3   | Excavación mecánica de zanjas para posterior instalación                               | 1.486,59 | 0,40  | 0,60 | 356,78    | 356,78   | 5,19   | 1.851,69            |
| 027                                                                           | 6.2.   | MI   | Colocación de cable de puesta tierra de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup> de sección | 657,47   |       |      | 657,47    | 657,47   | 38,77  | 36.897,22           |
| 028                                                                           | 6.3.   | MI   | Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm <sup>2</sup> , D 32                | 1.486,87 |       |      | 1.486,87  | 1.486,87 | 30,79  | 45.334,67           |
| 029                                                                           | 6.4.   | MI   | Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 10 mm <sup>2</sup> , D 32               | 1.957,78 |       |      | 1.957,78  | 1.957,78 | 13,57  | 26.567,07           |
| 030                                                                           | 6.4.   | MI   | Colocación del cableado RS-485 de monitorización                                       | 1.636,28 |       |      | 1.636,28  | 1.636,28 | 13,36  | 21.860,69           |
| 031                                                                           | 8.12   | M3   | Relleno de zanjas con material de la excavación                                        |          |       |      |           | 530,07   | 3,61   | 1.913,55            |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral.....</b> |        |      |                                                                                        |          |       |      |           |          |        | <b>134.424,89 €</b> |

| CAPÍTULO 8 Zanjas de caja a inversor                   |        |      |                                                                         |          |       |      |           |          |        |                     |
|--------------------------------------------------------|--------|------|-------------------------------------------------------------------------|----------|-------|------|-----------|----------|--------|---------------------|
| Nº                                                     | Código | Uds. | Descripción                                                             | Long.    | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto         |
| 032                                                    | 7.1    | M3   | Excavación mecánica de zanja para posterior instalación                 | 657,43   | 0,60  | 0,90 | 355,01    | 355,01   | 14,85  | 5.271,90            |
| 033                                                    | 7.3    | M3   | Relleno mecánico de zanjas con material de la instalación               | 657,43   | 0,60  | 0,10 | 39,45     | 39,45    | 3,61   | 142,41              |
| 034                                                    | 8.9    | MI   | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2           | 3.371,45 |       |      | 3.371,45  | 3.371,45 | 43,35  | 146.152,36          |
| 035                                                    | 7.5    | MI   | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 300 mm2 ENTERRADA | 1.215,14 |       |      | 1.215,14  | 1.215,14 | 45,70  | 55.531,90           |
| 036                                                    | 7.6    | M3   | Relleno de zanjas con cama de arena fina                                | 657,43   | 0,60  | 0,20 | 78,89     | 78,89    | 11,95  | 942,74              |
| 037                                                    | 8.11   | MI   | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                          |          |       |      |           | 1.465,87 | 15,19  | 22.266,57           |
| 038                                                    | 7.5    | MI   | Colocación del cableado RS-485 de monitorización                        | 734,56   |       |      | 734,56    | 734,56   | 13,36  | 9.813,72            |
| 039                                                    | 7.8    | M3   | Relleno y compactado mecánico con la arena existente                    | 657,43   | 0,60  | 0,60 | 236,67    | 236,67   | 6,50   | 1.538,36            |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 8 Zanjas de caja a inversor.....</b> |        |      |                                                                         |          |       |      |           |          |        | <b>241.659,95 €</b> |

| CAPÍTULO 9 Zanja para cableado de media tensión |        |      |                                                                           |        |       |      |           |          |        |             |
|-------------------------------------------------|--------|------|---------------------------------------------------------------------------|--------|-------|------|-----------|----------|--------|-------------|
| Nº                                              | Código | Uds. | Descripción                                                               | Long.  | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto |
| 040                                             | 8.1    | M3   | Excavación mecánica de zanja                                              | 271,25 | 0,60  | 1,20 | 195,30    | 195,30   | 11,54  | 2.253,76    |
| 041                                             | 8.2    | MI   | Colocación de cable de cobre desnudo de 50 mm <sup>2</sup>                | 271,25 |       |      | 271,25    | 271,25   | 13,27  | 3.600,14    |
| 042                                             | 8.3    | M3   | Relleno de zanja con tierra del terreno existente                         | 271,25 | 0,60  | 0,10 | 16,28     | 16,28    | 3,36   | 54,70       |
| 043                                             | 8.4    | M3   | Relleno con cama de arena fina 1                                          | 271,25 | 0,60  | 0,10 | 16,28     | 16,28    | 20,54  | 334,39      |
| 044                                             | 8.5    | MI   | Colocación de cable RHZ-1-OL H16 0.6/1 kV 4X95 mm <sup>2</sup> enterrado  | 271,25 |       |      | 271,25    | 271,25   | 10,85  | 2.943,71    |
| 045                                             | 8.6    | M3   | Relleno con cama de arena fina 2                                          | 271,25 | 0,60  | 0,10 | 16,28     | 16,28    | 20,54  | 334,39      |
| 046                                             | 8-7    | MI   | Colocación de cinta de señalización                                       | 271,25 |       |      | 271,25    | 271,25   | 0,45   | 121,95      |
| 047                                             | 8.8    | M3   | Relleno con cama de arena fina 3                                          | 271,25 | 0,60  | 0,10 | 16,28     | 16,28    | 20,54  | 334,39      |
| 048                                             | 8.9    | MI   | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm <sup>2</sup> | 271,25 |       |      | 271,25    | 271,25   | 38,35  | 10.402,44   |
| 049                                             | 8.10   | M3   | Relleno con cama de arena fina 4                                          | 271,25 | 0,60  | 0,10 | 16,28     | 16,28    | 20,54  | 334,39      |

| Nº                                                                | Código | Uds. | Descripción                                              | Long.  | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|------|----------------------------------------------------------|--------|-------|------|-----------|----------|--------|--------------------|
| 050                                                               | 8.11   | MI   | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90           | 271,25 |       |      | 271,25    | 271,25   | 15,19  | 4.120,29           |
| 051                                                               | 8.5    | MI   | Colocación de cableado de monitorización de fibra óptica | 431,45 |       |      | 431,45    | 431,45   | 13,50  | 5.824,53           |
| 052                                                               | 8.12   | M3   | Relleno de zanjas con material de la excavación          | 271,25 | 0,60  | 0,60 | 97,65     | 97,65    | 3,61   | 352,52             |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 9 Zanja para cableado de media tensión.....</b> |        |      |                                                          |        |       |      |           |          |        | <b>31.011,61 €</b> |

| CAPÍTULO 10 Instalación de elementos auxiliares |        |      |                                                |       |       |      |           |          |          |             |
|-------------------------------------------------|--------|------|------------------------------------------------|-------|-------|------|-----------|----------|----------|-------------|
| Nº                                              | Código | Uds. | Descripción                                    | Long. | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio   | Presupuesto |
| 053                                             | 9.1    | Ud.  | <b>Instalación de las cajas de combinación</b> |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 40,00                                          |       |       |      | 40,00     | 40,00    | 235,57   | 9.422,80    |
| 054                                             | 9.2    | Ud.  | <b>Instalación del pararrayos</b>              |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 1,00                                           |       |       |      | 1,00      | 1,00     | 5.072,07 | 5.072,07    |
| 055                                             | 9.3    | Ud.  | <b>Instalación de las cámaras de seguridad</b> |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 15,00                                          |       |       |      | 15,00     | 15,00    | 295,19   | 4.427,81    |
| 056                                             | 9.4    | Ud.  | <b>Instalación de sensores de movimiento</b>   |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 2,00                                           |       |       |      | 2,00      | 2,00     | 68,27    | 136,54      |
| 057                                             | 9.5    | Ud.  | <b>Instalación de Veleta</b>                   |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 1,00                                           |       |       |      | 1,00      | 1,00     | 433,53   | 433,53      |
| 058                                             | 9.6    | Ud.  | <b>Instalación de Piranómetros</b>             |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 2,00                                           |       |       |      | 2,00      | 2,00     | 121,18   | 242,36      |
| 059                                             | 9.7    | Ud.  | <b>Instalación de Anemómetro</b>               |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 1,00                                           |       |       |      | 1,00      | 1,00     | 433,53   | 433,53      |
| 060                                             | 9.8    | Ud.  | <b>Instalación de router Router</b>            |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 1,00                                           |       |       |      | 1,00      | 1,00     | 85,53    | 85,53       |
| 061                                             | 9.9    | Ud.  | <b>Instalación de Rack</b>                     |       |       |      |           |          |          |             |
|                                                 |        |      | 2,00                                           |       |       |      | 2,00      | 2,00     | 105,04   | 210,08      |

| Nº                                                                | Código | Uds. | Descripción                           | Long. | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto        |
|-------------------------------------------------------------------|--------|------|---------------------------------------|-------|-------|------|-----------|----------|--------|--------------------|
| 062                                                               | 9.10   | Ud.  | Instalación de caja de monitorización |       |       |      |           |          |        |                    |
|                                                                   |        | 1,00 |                                       |       |       |      | 1,00      | 1,00     | 558,16 | 558,16             |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 10 Instalación de elementos auxiliares.....</b> |        |      |                                       |       |       |      |           |          |        | <b>21.022,41 €</b> |

| CAPÍTULO 11 Seguridad y salud                   |          |      |                                             |       |       |      |           |          |        |                    |
|-------------------------------------------------|----------|------|---------------------------------------------|-------|-------|------|-----------|----------|--------|--------------------|
| Nº                                              | Código   | Uds. | Descripción                                 | Long. | Anch. | Alt. | Parciales | Medición | Precio | Presupuesto        |
| 063                                             | D23KJ025 | Ud.  | Adquisición de equipos de seguridad y salud |       |       |      |           |          |        |                    |
|                                                 |          | 1,00 |                                             |       |       |      | 1,00      |          |        |                    |
|                                                 |          |      |                                             |       |       |      |           | 1,00     |        | 10.640,33          |
| <b>TOTAL CAPÍTULO 11 Seguridad y salud.....</b> |          |      |                                             |       |       |      |           |          |        | <b>10,640,33 €</b> |





## **6. PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS**



| <b>PRESUPUESTO POR CAPÍTULOS</b> |                                                             |              |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|--------------|
| <b>Cód.</b>                      | <b>Designación de la naturaleza de la obra</b>              | <b>Euros</b> |
| 001                              | CAPÍTULO 1 Preparación del terreno y replanteo              | 1.889,03     |
| 002                              | CAPÍTULO 2 Cerramiento                                      | 20.584,05    |
| 003                              | CAPÍTULO 3 Instalación de los módulos fotovoltaicos         | 5.331.567,19 |
| 004                              | CAPÍTULO 4 Construcción del camino y explanadas             | 27.145,73    |
| 005                              | CAPÍTULO 5 Instalación de edificios                         | 55.437,20    |
| 006                              | CAPÍTULO 6 Puesta a tierra del centro de inversión          | 1.343,38     |
| 007                              | CAPÍTULO 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral | 134.424,89   |
| 008                              | CAPÍTULO 8 Zanjas de caja a inversor                        | 241.659,95   |
| 009                              | CAPÍTULO 9 Zanja para cableado de media tensión             | 31.011,61    |
| 010                              | CAPÍTULO 10 Instalación de elementos auxiliares             | 21.022,41    |
| 011                              | CAPÍTULO 11 Presupuesto básico de seguridad y salud         | 10.640,33    |

**TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL..... 5.876.725,77 €**

**PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA**

|                                              |                |
|----------------------------------------------|----------------|
| Presupuesto de ejecución material            | 5.876.725,77 € |
| Gastos generales (16 % de 5.876.725,77 €)    | 940.276,12 €   |
| Beneficio industrial (6 % de 5.876.725,77 €) | 352.603,55 €   |

**TOTAL DE COSTES INDIRECTOS..... 7.169.605,44 €**

|                              |                |
|------------------------------|----------------|
| IVA (21 % de 7.169.605,44 €) | 1.505.617,14 € |
|------------------------------|----------------|

**TOTAL DE EJECUCIÓN POR CONTRATA..... 8.675.222,58 €**

El presente presupuesto de ejecución por contrata asciende a la cantidad de OCHO MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y CINCO MIL DOSCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON CINCUENTA Y OCHO CÉNTIMOS (8.675.222,58 €).

Soria, a 26 de junio de 2018.

Fdo.:

El alumno: Francisco Gonzalo Quesada.