



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 UNA PLANTA SOLAR
FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA CONEXIÓN A LA RED EN
ALCONABA (SORIA)**

~~~~~

**AUTOR: DANIEL MARÍN CIRIANO**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRARIA Y FORESTAL**

**TUTOR/ES: LUIS HERNÁNDEZ CALLEJO**

**SORIA, 18 JULIO DE 2019**



***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 una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)

presentado por el alumno D. Daniel Marín Ciriano

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, 18 de julio de 2019

El Tutor del TFG,

Fdo.: .....



## ***RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO***

**TÍTULO:** Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Agraria y Forestal

**TUTOR(ES):** Luis Hernández Callejo

**AUTOR:** Daniel Marín Ciriano

### **RESUMEN:**

Este proyecto tiene como objeto determinar las características técnicas, constructivas y presupuestarias para el diseño e instalación de la planta solar fotovoltaica “Alconaba Solar” de 3.98MW de potencia pico conectada a la red eléctrica en el municipio de Alconaba (Soria), adecuándose a las normativas municipales, autonómicas, estatales y comunitarias.

La energía producida por la instalación fotovoltaica se inyectará a la red de distribución de electricidad de 13,2 kV existente en la zona, propiedad de Iberdrola. La venta de la electricidad generada se hará en Régimen Ordinario, sin necesidad de prima.

La inyección a la red eléctrica de la electricidad generada supondrá un beneficio económico al propietario de la instalación y un beneficio medioambiental para la población, dado que ésta es una instalación de energías renovables no contaminante.



# **DOCUMENTO N°1: MEMORIA**



## Contenido

|       |                                                 |    |
|-------|-------------------------------------------------|----|
| 1     | Objeto .....                                    | 3  |
| 1.1   | Naturaleza del proyecto.....                    | 3  |
| 1.2   | Agentes.....                                    | 3  |
| 1.3   | Emplazamiento.....                              | 3  |
| 2     | Antecedentes .....                              | 6  |
| 2.1   | Motivaciones.....                               | 6  |
| 2.2   | Alcance del proyecto .....                      | 6  |
| 3     | Normas y referencias.....                       | 6  |
| 3.1   | Disposiciones legales y normas aplicadas .....  | 6  |
| 3.2   | Bibliografía.....                               | 8  |
| 4     | Definiciones y abreviaturas.....                | 9  |
| 5     | Requisitos de diseño.....                       | 11 |
| 5.1   | Indicaciones de la compañía distribuidora.....  | 11 |
| 5.2   | Condicionantes del diseño.....                  | 11 |
| 6     | Análisis de soluciones y equipos empleados..... | 12 |
| 6.1   | Módulos fotovoltaicos .....                     | 12 |
| 6.2   | Inversores .....                                | 12 |
| 6.3   | Estructura .....                                | 13 |
| 6.4   | Cajas de conexiones .....                       | 14 |
| 6.5   | Cableado de interconexión .....                 | 14 |
| 6.5.1 | Cableado de corriente continua.....             | 14 |
| 6.5.2 | Cableado de corriente alterna .....             | 15 |
| 6.6   | Puesta a tierra .....                           | 16 |
| 6.7   | Centro de control .....                         | 16 |
| 6.8   | Cableado de monitorización .....                | 17 |
| 6.9   | Centros de corte y seccionamiento .....         | 17 |
| 6.10  | Pararrayos .....                                | 17 |
| 6.11  | Vallado.....                                    | 18 |
| 6.12  | Cámaras de seguridad .....                      | 18 |
| 6.13  | Estación meteorológica .....                    | 18 |
| 6.14  | Tubos de plástico corrugado .....               | 18 |
| 6.15  | Caminos interiores.....                         | 19 |
| 7     | Ingeniería del proceso de instalación .....     | 19 |

|       |                                                  |    |
|-------|--------------------------------------------------|----|
| 7.1   | Orden los trabajos .....                         | 19 |
| 8     | Mantenimiento de la instalación.....             | 19 |
| 8.1   | Mantenimiento preventivo.....                    | 19 |
| 8.1.1 | Limpieza de módulos.....                         | 20 |
| 8.1.2 | Termografía .....                                | 21 |
| 8.1.3 | Curvas IV .....                                  | 22 |
| 8.1.4 | Desbroce de la vegetación .....                  | 23 |
| 8.1.5 | Gama de mantenimiento preventivo.....            | 23 |
| 8.2   | Mantenimiento correctivo.....                    | 29 |
| 9     | Estudio de la rentabilidad de la inversión ..... | 30 |

# 1 Objeto

## 1.1 Naturaleza del proyecto

Este proyecto tiene como objeto determinar las características técnicas, constructivas y presupuestarias para el diseño e instalación de la planta solar fotovoltaica “Alconaba Solar” de 3.98MW de potencia pico conectada a la red eléctrica en el municipio de Alconaba (Soria), adecuándose a las normativas municipales, autonómicas, estatales y comunitarias.

La energía producida por la instalación fotovoltaica se inyectará a la red de distribución de electricidad de 13,2 kV existente en la zona, propiedad de Iberdrola. La venta de la electricidad generada se hará en Régimen Ordinario, sin necesidad de prima.

La inyección a la red eléctrica de la electricidad generada supondrá un beneficio económico al propietario de la instalación debido a la venta de la misma, y un beneficio medioambiental para la población, dado que ésta es una instalación de energías renovables no contaminante.

En lo que respecta a la energía solar fotovoltaica, podemos afirmar que es la fuente de energía renovable más respetuosa con el medio ambiente debido a sus características.

En el diseño de la instalación se han empleado los equipos y materiales de más alta calidad con el objeto de obtener en todo momento la optimización energética de la misma, así como una garantía de la máxima seguridad, tanto para las personas como para la instalación y la red de distribución a la cual está conectada.

## 1.2 Agentes

Se redacta el proyecto a petición del Promotor, Energías del Sol S.L. El proyectista es el alumno Daniel Marín Ciriano, que con la realización del presente proyecto pretende obtener la titulación de Graduado en Ingeniería Agraria y Energética.

## 1.3 Emplazamiento

La instalación fotovoltaica “Alconaba Solar” conectada a red objeto de este proyecto se encuentra 2,3 km al sur de Alconaba y a 12,0 km de Soria.

La instalación fotovoltaica se ubicará en el paraje denominado “San José”, en las parcelas 41, 42 y 43 del polígono 10 de término municipal de Alconaba (Soria).

Tabla nº 1. Parcelas donde se ubicará la PSF “Alconaba Solar”

| # | Provincia  | Municipio     | Agregado | Zona | Polígono | Parcela | Referencia catastral |
|---|------------|---------------|----------|------|----------|---------|----------------------|
| 1 | 42 - SORIA | 12 - ALCONABA | 0        | 1    | 10       | 41      | 42012B010000410000FZ |
| 2 | 42 - SORIA | 12 - ALCONABA | 0        | 1    | 10       | 42      | 42012B010000420000FU |
| 3 | 42 - SORIA | 12 - ALCONABA | 0        | 1    | 10       | 43      | 42012B010000430000FH |

Las coordenadas UTM del punto central de la instalación son:

- X: 552.593,46
- Y: 4.617.620,36
- Huso UTM: 30
- ETRS89
- Altitud: 1.018 m
  
- Latitud: 41° 42' 31,09" N
- Longitud: 2° 22' 4,17" O

El emplazamiento de la construcción se corresponde con las coordenadas UTM 552.593,46 en el eje X y 4.617.620,36 en el eje Y, con acceso desde la carretera local SO-P-3003, que transcurre de N-234 en Venta de Valcorba hasta CL-101 por Aldealafuente. En esta carretera y dirección, en el Km 7,1 a mano izquierda hay un acceso a la parcela 43.



Figura nº 1. Emplazamiento donde se ubicará la PSF "Alconaba Solar"  
Fuente: Elaboración propia



Figura nº 2. Paraje donde se ubicará la PSF "Alconaba Solar"  
Fuente: Elaboración propia

## 2 Antecedentes

### 2.1 Motivaciones

El promotor del proyecto, Energías del Sol S.L., sociedad constituida por 34 socios y con sede social en Soria, se viene dedicando desde su constitución a la explotación de plantas solares fotovoltaicas en propiedad, así como a la O&M de plantas de terceros.

La selección del emplazamiento viene promovida a partir de la jubilación de uno de los principales accionistas que, debido a la misma, va a dejar de trabajar el campo. Para seguir obteniendo unos ingresos asociados a su patrimonio, el socio ha acordado ceder las parcelas a Energías del Sol S.L. durante 31 años para que se desarrolle una planta solar fotovoltaica en ellas. Sobre la parcela 43 discurre una línea aérea perteneciente a la red de distribución de Iberdrola de 13.2kV. El punto de conexión a la red de la planta se realizará sobre uno de los postes que están instalados en dicha parcela.

Parte de los beneficios obtenidos de la explotación de planta solar fotovoltaica servirán de apoyo para las nuevas inversiones internacionales que realizará la sociedad en el futuro.

### 2.2 Alcance del proyecto

El alcance del presente documento es el de definir las características técnicas de la instalación mediante:

- Descripción del emplazamiento y del punto de conexión propuesto.
- Descripción general de los elementos que conformarán la instalación, indicando las características técnicas de los equipos y sistemas a instalar.
- Mostrar los criterios utilizados para el dimensionado de la misma.

## 3 Normas y referencias

### 3.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

Los sistemas fotovoltaicos y sus componentes estarán diseñados de acuerdo con las siguientes leyes, decretos, reglamentos, normas y especificaciones nacionales e internacionales:

**R.D. 1699/2011** de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.

**R.D. 3410/75** Real Decreto sobre Reglamentación General de Contratación.

**R.D. 162/97** Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.

**Ley 31/1995** Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

**R.D. 842/2002** Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias

**R.D. 223/2008** de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

**Directiva Europea 2009/28/CE** del parlamento europeo y del consejo de 23 de abril de 2009 relativa al fomento de uso de energía procedente de fuentes renovables.

**UNE 20.439** Control de aceptación de los contadores de corriente alterna clase II.

**UNE 21.310** Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.

**CEC 503** Los módulos estarán aprobados y homologados para cumplir los requerimientos de la Comisión Europea de la U.E. (Acuerdo Nº 503) en el Centro de Investigación Comunitaria de Ispra, Italia. Estas pruebas demuestran la idoneidad del producto para su uso en las condiciones más adversas y su perfecto funcionamiento en ambientes con humedad hasta el 100% y rangos de temperatura entre -40°C y +90°C, y soportando velocidades de viento de hasta 180 Km./hora.

**TÜV** Adicionalmente a la homologación IEC 1215 los módulos deberán ser aprobados por el Grupo TÜV Rheinland para su uso como equipos Clase II (Schutzklasse II) aprobando su idoneidad para plantas fotovoltaicas con un voltaje de operación de hasta 850Vcc.

**2004/108/CE** Directiva Europea de Compatibilidad Electromagnética (EMC).

**2006/95/CE** Directiva Europea de cumplimientos con los requerimientos técnicos y de seguridad para la interconexión a la red de Baja Tensión.

**Ley 24/2013** Sector eléctrico.

**RD1955/2000** Actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

**IEC 364** Instalaciones eléctricas de edificios.

**Instrucción 21-01-04** Instrucción de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre el procedimiento de puesta en servicio de las Instalaciones conectadas a la Red.

**Orden de 26 de marzo de 2007**, por la que se aprueban las especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas

Además, la instalación solar fotovoltaica considerada cumplirá la normativa vigente que a continuación se enumera:

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) y sus Instrucciones Complementarias MI-BT, incluidas las hojas de interpretación.
- Código Técnico de la Edificación CTE.
- Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.
- Ley número 88/67 de 8 de noviembre Sistema Internacional de Unidades de Medida SI, así como la Ley 3/1985 de metrología.
- Ordenanzas de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OSHT) y Reglamento de Prevención de Riesgos Laborales, así como toda normativa que la complementa.

El diseño, equipos y materiales del presente suministro de sistemas fotovoltaicos cumplen las recomendaciones establecidas en la siguiente documentación y normas:

- Real Decreto 2818/1998 de 23 de diciembre sobre producción de energía eléctrica por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 842/2002 del 2 de agosto de 2002 por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Normas DB SE-A (Seguridad estructural y acero) del Código Técnico de Edificación CTE.

### **3.2 Bibliografía**

- Méndez Munir, J (2010). *Energía solar fotovoltaica*. 6ª ed. Madrid: FC Editorial
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. (2011). *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red*. Madrid: IDAE.
- Ministerio de agricultura, alimentación y medio ambiente, AEMET. (2012). *Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT*. Madrid: Gobierno de España.
- Cantos Serrano, J. (2016). *Configuración de instalaciones solares fotovoltaicas*. 1ª ed. Madrid: Paraninfo.
- Mascarós Mateo, V. (2016). *Gestión del montaje de instalaciones solares fotovoltaicas* 1ª ed. Madrid: Paraninfo.
- Operador del Mercado Ibérico de Energía - Polo Español, OMIE. (2018). *Informe de precios 2018*. Madrid

## 4 Definiciones y abreviaturas

Cadena fotovoltaica o *string*: subconjunto de módulos fotovoltaicos interconectados en serie con voltaje igual a la suma de las tensiones nominales de los módulos interconectados. En la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” los strings están formador por cadenas de 29 módulos en serie.

Célula solar o fotovoltaica: dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

Condiciones estándar de medida (STM): condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar utilizadas para caracterizar células, módulos y generadores fotovoltaicos. Son las siguientes:

- Irradiancia (GSTC): 1.000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Incidencia normal
- Temperatura de la célula: 25°C

Disponibilidad: es la ratio (en %) de tiempo que el Parque Fotovoltaico o cualquiera de sus componentes se encuentran en disposición de producir, respecto al total de tiempo del periodo considerado, siempre que se den las condiciones mínimas para producir

Emplazamiento: significa el lugar donde se instalará el Parque Fotovoltaico, que se encuentra en el municipio de Alconaba (Soria).

Factor de potencia: cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida de inversor.

Generador fotovoltaico: asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Inversor: convertidor de corriente continua a corriente alterna.

Irradiación: energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>.

Irradiancia: densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

Módulo fotovoltaico: conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie. Los módulos empleados en el diseño de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” contienen 72 células cada uno.

Mesa fotovoltaica: se denomina mesa al conjunto de módulos fotovoltaicos montados sobre la misma estructura. En la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” se han instalado 412 mesas con una configuración 2Vx29, es decir, 2 módulos en vertical por 29 módulos en horizontal.

Parque Fotovoltaico o Planta Solar Fotovoltaica (PSF): significa, la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” con una potencia nominal AC de 3.345 MW y una potencia pico de 3.98 MW de generación a través de módulos o paneles fotovoltaicos.

Potencia máxima del generador (potencia pico): potencia máxima que puede entregar el módulo en las STM. Se mide en W.

Potencia nominal (VA): potencia especificada por el fabricante que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

Radiación solar: energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

Red Eléctrica: significa el sistema integrado por líneas, subestaciones y equipos de transformación, compensación, protección, conmutación, medición, monitoreo, comunicación y operación, entre otros, que permiten la transmisión y distribución de energía eléctrica

Rendimiento del inversor: relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.

TONC: temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de /00 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, temperatura ambiente 20°C y velocidad de viento 1m/s.

## 5 Requisitos de diseño

La Planta Solar Fotovoltaica está condicionado a la normativa de aplicación en el momento del diseño, así como a las indicaciones dadas por parte de la compañía distribuidora, Iberdrola.

### 5.1 Indicaciones de la compañía distribuidora

- La potencia nominal máxima permitida por la red es de 3.5MW.
- El punto de conexión será uno de los postes situados en la parcela 43 del polígono 10 de término municipal de Alconaba (Soria).
- La tensión de línea en el punto de conexión será acorde a la tensión de línea de la red de distribución (13.2kV).
- La instalación deberá contar con un centro de corte y seccionamiento al cual se podrá acceder desde el exterior de la parcela para que Iberdrola pueda operar los elementos instalados.

### 5.2 Condicionantes del diseño

La instalación no podrá superar los límites de las parcelas 41, 42 y 43 del polígono 10 de término municipal de Alconaba (Soria).

Sobre la parcela 43 del polígono 10 de término municipal de Alconaba (Soria) transcurre la red de distribución de 13.2kV propiedad de Iberdrola, imposibilitando la instalación de equipos bajo la misma.

La configuración de la PSF “Alconaba Solar” estará condicionada por los siguientes factores meteorológicos, presentados en el Anejo I. Estudio meteorológico:

- temperatura,
- irradiación,
- horas de sol,
- precipitaciones,
- viento,

así como por la latitud y por los equipos instalados, Anejo II. Cálculos justificativos.

Al ser una instalación de pequeña potencia nominal, se buscará reducir al mínimo los costes de operación y mantenimiento. Para ello el diseño de la planta se realizará teniendo en cuenta la instalación del menor número de equipos susceptibles de ocasionar fallas, escogiendo proveedores cuya reputación en cuanto a fiabilidad sea demostrable.

En el diseño de la instalación se han empleado los equipos y materiales de más alta calidad con el objeto de obtener en todo momento la optimización energética de la misma, así como una garantía de la máxima seguridad, tanto para las personas como para la instalación y la red de distribución a la cual está conectada.

## 6 Análisis de soluciones y equipos empleados

A continuación, se presentan todos los equipos que se instalarán en la PSF “Alconaba Solar” y la justificación de la elección de los mismos.

### 6.1 Módulos fotovoltaicos

Desde los inicios del aprovechamiento de la energía solar para la producción de energía eléctrica hasta la actualidad la tecnología de los captadores solares ha avanzado mucho. Actualmente existen dos grandes grupos de paneles fotovoltaicos, los que están formados por células de silicio monocristalino y los que sus células están compuestas de silicio policristalino.

- Células de silicio monocristalino (mono c-Si):
  - Presentan una estructura completamente ordenada.
  - Su comportamiento uniforme los hace buenos conductores.
  - Su fabricación es compleja.
  - Se reconocen por su monocromía azulada oscura y metálica.
  - Su rendimiento oscila entre 15-18%.
- Células de silicio policristalino (Multi c-Si):
  - Presenta una estructura ordenada por regiones separadas.
  - Los enlaces irregulares de las fronteras cristalinas disminuyen el rendimiento de la célula.
  - Su superficie está estructurada en cristales con distintos tonos azules y grises metálicos.
  - Su rendimiento oscila entre 12-14%.

Inicialmente, estas dos tecnologías sólo era posible encontrarlas en el mercado en forma de panel fotovoltaico monofacial, captando energía únicamente por un cara del panel, pero en los últimos dos años empresas de gran renombre en el sector como Jinko Solar y Canadian Solar han lanzado al mercado módulos fotovoltaicos bifaciales que permiten la captación de energía solar tanto por la cara expuesta al sol, radiación solar directa y difusa, como por la capa que no lo está, radiación solar reflejada, lo que da lugar a unos mejores rendimiento y por lo tanto a una mayor producción eléctrica.

Para el diseño de la Planta fotovoltaica se ha decidido instalar un módulo fotovoltaico monofacial policristalino, puesto que sus costes adquisición son menores que los de un panel monocristalino y que los de un panel bifacial. El módulo en concreto es el Talesun TP672P(H) de 330W.

### 6.2 Inversores

A raíz del desarrollo global de la energía solar fotovoltaica en sus diferentes escalas de aplicación, han ido apareciendo en el mercado distintos tamaños de inversor en función de su potencia. En el caso de instalaciones de mediano tamaño conectadas a la red como es la que acomete a este proyecto, existen dos tipos de inversores:

- Inversor *string* o de cadena: convierten de DC a AC la energía de un reducido número de paneles. Su potencia ronda los 60kW por lo que para una planta de

varios MW el número de inversores string es bastante elevado. Este tipo de inversores dan lugar a mejores disponibilidades de la planta puesto que si se avería uno, sólo repercute a la producción de unos pocos kW. Por otra parte, su coste de adquisición e instalación es mayor debido al elevado número de equipos que hay que comprar e instalar.

- Inversores de central: permiten la conversión de varios MW de potencia de DC a AC en una sola unidad, por lo que los costes de adquisición e instalación de los equipos se reducen., aunque en caso de fallo, la producción de energía se ve drásticamente reducida.

Además, en el mercado existen soluciones industriales que integran el inversor fotovoltaico de central con el transformador de potencia, también conocidas como Unidades de conversión o *Conversion Unit*. Para el diseño de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” se ha decidido emplear la *Conversion Unit* de Power Electronics HEC V1500 FS2800CH15 de 3.345MW de potencia AC junto con el módulo SKID MVS3500L.

### 6.3 Estructura

Con el objeto de aumentar la energía captada por los módulos fotovoltaicos, estos tienen que ser orientados de forma que la radiación solar incida de la forma más perpendicular posible. Para ello, para plantas solares fotovoltaicas conectadas a la red montadas sobre suelo existen varios tipos de estructura en el mercado:

- Estructura fija permanente: los módulos se orientan con un acimut lo más próximo a  $0^{\circ}$  en el hemisferio Norte (y  $180^{\circ}$  en el hemisferio Sur) y se inclinan de forma que la radiación incidente anual sea máxima (lo más perpendicular posible al módulo) en las horas centrales del día. Presenta costes bajos de instalación y su mantenimiento se limita al reapriete de tuercas y comprobación de la cimentación y oxidaciones.
- Estructura fija móvil: los módulos se orientan con un acimut lo más próximo a  $0^{\circ}$  en el hemisferio Norte (y  $180^{\circ}$  en el hemisferio Sur) y se varía la inclinación varias veces al año manualmente para maximizar la captación de energía. Los costes de instalación son medios y presenta costes anuales de mano de obra asociados a la modificación de la inclinación de los paneles, así como de mantenimiento de la estructura. Este tipo de estructura se utiliza con exclusividad en países donde la mano de obra es barata y los beneficios asociados a la modificación de la inclinación de los paneles cubre los gastos de la mano de obra.
- Seguidor solar a 1 eje (cenital): los paneles son montados en una estructura horizontal paralela al eje N-S que permite variar la inclinación de Este a Oeste a lo largo del día de acuerdo con el movimiento del sol para que la incidencia de los rayos sea lo más perpendicular posible. Los costes de adquisición son elevados y requieren un mantenimiento continuo con el fin de que los paneles siempre estén orientados correctamente.
- Seguidor solar a 2 ejes (cenital y acimutal): los paneles son colocados en estructuras que permiten el seguimiento del sol de forma acimutal y cenital, maximizando la captación diaria de energía. A pesar de esto, su coste es muy elevado, requieren de mantenimiento continuo y ocupan más superficie que los

otros tipos de estructura, reduciendo la potencia instalada por unidad de superficie.

La estructura escogida para el diseño de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” es de tipo fijo permanente con el objeto de reducir los costes de instalación, así como el número de repuestos y horas de trabajo de los técnicos de O&M, dando lugar a unos menores costes de mantenimiento.

La configuración de la estructura escogida es 2Vx29 de manera que cada estructura albergará dos cadenas de módulos, o *strings*, de 29 módulos cada uno de modo que cada estructura contenga 58 módulos.

## 6.4 Cajas de conexiones

Las cajas de conexión o *combiner box*, son cuadros destinados a la interconexión de las distintas cadenas de módulos, o *strings*, para reducir el número de conductores que llegan al inversor. Esto permite disminuir los costes de instalación al mismo tiempo que se reducen las caídas de tensión en los conductores. Además, incorporan elementos de protección como fusibles, varistores e interruptores generales de corriente continua.

De cara a la elección de una caja de conexión hay que tener en cuenta el voltaje y la intensidad de diseño, así como el número de entradas y salidas.

Para el diseño se ha escogido la Combiner Box CPS CB20S, con posibilidad de entrada de 16 strings y 1 salida.

## 6.5 Cableado de interconexión

En las instalaciones solares fotovoltaicas existen dos grandes grupos de cables en función del tipo de corriente que conducen:

### 6.5.1 Cableado de corriente continua

Agrupar a todo el cableado que se encuentra entre los módulos y el inversor. En el caso de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” se distinguen dos tipos de cables:

- Cableado *string*
- Cableado DC

A la hora del dimensionamiento de la instalación, estos cables deben soportar la intensidad máxima que va a circular por ellos, así como que cumplan la normativa en lo relativo a la máxima caída de tensión. En este caso, la caída de tensión en el lado DC (cableado *string* y cableado DC) no debe ser superior al 1,5%. Estos cálculos son reflejados en el Anejo2. Cálculos justificativos.

#### 6.5.1.1 Cableado *string*

Está compuesto por los cables que unen el final de las series de módulos, o *strings*, con la caja de combinación de series, o *string combiner box*.

En el diseño de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” se ha empleado para la totalidad de los *string* cable de cobre clase 5-flexible, con aislamiento termoestable XLPE reticulado de sección 6mm<sup>2</sup> enterrado bajo tubo.

Los cables tipo escogidos han sido BARRYFLEX RV-K 0,6/1 kV de sección 6mm<sup>2</sup>

#### **6.5.1.2 Cableado DC**

El cableado DC hace referencia al cableado que une las cajas de combinación de series, *string combiner box* (SCB) con el inversor.

En la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” se han empleado dos secciones diferentes de cables DC de Aluminio clase 2, con aislamiento termoestable XLPE, 185mm<sup>2</sup> y 240mm<sup>2</sup>. El método de instalación empleado es enterrado directamente.

Los cables tipo escogidos han sido 1x185 mm<sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT GENERAL CABLE y 1x240 mm<sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT.

#### **6.5.2 Cableado de corriente alterna**

El cableado de corriente alterna de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” está compuesto por los cables que conectan la salida de los inversores con el devanado de baja tensión del transformador de potencia, en baja tensión, así como el cableado que conecta el devanado de media tensión del transformador con el centro de seccionamiento, cables de media tensión, donde se produce la evacuación de la energía producida a la red de distribución de la compañía eléctrica que opera en la zona.

A la hora del dimensionamiento de la instalación, estos cables deben soportar la intensidad máxima que va a circular por ellos, así como que cumplan la normativa en lo relativo la máxima caída de tensión. En este caso, la caída de tensión en el lado AC (desde la salida del inversor hasta la subestación de seccionamiento) no debe ser superior al 1%. Estos cálculos son reflejados en el Anejo2. Cálculos justificativos.

##### **6.5.2.1 Cableado de baja tensión**

El cableado AC de baja tensión hace referencia al cableado que conecta la salida del inversor con el devanado de baja tensión del transformador de potencia. El cableado empleado es de aluminio clase 2 con aislamiento XLPE instalado en bandeja de escalera, de sección 185mm<sup>2</sup>.

Los cables tipo escogidos han sido Cable Retenax AL 13,2 kV - Categoría II de sección 185mm<sup>2</sup>.

##### **6.5.2.2 Cableado de media tensión**

El cableado entre el transformador y las celdas de media tensión de subestación de seccionamiento será cable de Aluminio clase 2, con aislamiento termoestable XLPE. El circuito estará formado por tres conductores unipolares, de sección 70mm<sup>2</sup>.

El método de instalación del cableado será enterrado directamente.

Los cables tipo escogidos han sido AL EPROTENAX H COMPACT AL HEPRZ1 cable 1x70 mm<sup>2</sup> AL 13.2 kV.

## 6.6 Puesta a tierra

La puesta a tierra es la unión eléctrica directa sin elementos de protección de una parte del circuito eléctrico, o de una parte conductora que no pertenece a dicho circuito, a través una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

La puesta a tierra dota de seguridad a las personas y a los equipos limitando las tensiones que puedan existir entre masas metálicas y/o entre éstas y el suelo derivando a tierra la corriente de defecto que se pueda generar debido a fallos de aislamiento, averías...

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

La puesta de tierra general consta de dos partes:

- Los cables que unen todos los módulos fotovoltaicos entre sí, mediante un cable de cobre de 50 mm<sup>2</sup> de sección aislado con XLPE y de color amarillo/verde a rayas.
- Un conductor de cobre desnudo enterrado bajo la zanja a 1 metro de profundidad. Se ha considerado que este cable mide unos 1050 metros

La red de tierras del centro de inversión, del centro de control, del almacén y del centro de corte y seccionamiento se ha proyectado como un rectángulo de cobre desnudo enterrado que rodea al edificio, al que se ha unido un electrodo de cobre para asegurar que se deriva a tierra toda sobretensión que pueda haber en los elementos metálicos de la estructura.

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

## 6.7 Centro de control

La PSF "Alconaba Solar" cuenta entrada de la finca con un edificio prefabricado que cumple la función de centro control en el que se encontrarán:

- Caja de monitorización: su función es concentrar todos los datos de la planta. Llega a ella la información de la veleta y anemómetro para el estudio del viento, de los dos piranómetros para la radiación y todos los datos de las cajas de conexiones, monitorizando a nivel de string: 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 Linksys E900-EU.

- 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 racks 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 instala un contador trifásico de energía activa y reactiva bidireccional con tarificador, que da la posibilidad de medir la energía de acuerdo a las diferentes tarifas. El contador elegido para la instalación es el tipo MKD-ITF-C2.

## 6.8 Cableado de monitorización

El cableado de monitorización se encarga de transmitir las lecturas de los equipos de la estación meteorológica hasta el centro de monitorización y control.

El cable empleado es el RS-485 formado por varios cables de cobre trenzados. De esta manera se consigue un rápido traspaso de información, pero no es apto para alimentación eléctrica.

Cuando los cables RS-485 comparten zanja con cableado de media tensión presentan el inconveniente de que las ondas electromagnéticas del cableado de media disturban los datos enviados por el cable de monitorización. Para evitar este fenómeno, en las zanjas donde se instale cable de media tensión en lugar de RS-485 se empleará fibra óptica.

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

## 6.9 Centros de corte y seccionamiento

La PSF "Alconaba Solar" contará con dos centros de corte y seccionamiento; uno propio y otro perteneciente a la empresa eléctrica distribuidora.

Estos centros permiten la desconexión física y eléctrica de la instalación y la red. La empresa distribuidora debe poder acceder al interior del centro de corte y seccionamiento que opera sin la necesidad de tener que entrar a la instalación.

Los dos centros de corte serán edificios prefabricados en los cuales hay instaladas 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.

## 6.10 Pararrayos

El pararrayos es un elemento de protección cuya función es 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.

En la PSF "Alconaba Solar" se ha escogido un pararrayos de la clase PDC debido a su gran radio de protección 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. Se ubicará en el tejado de la unidad de conversión de la instalación con el objeto de proteger estos equipos, ya que son los más costosos de la planta solar fotovoltaica y una avería produciría el paro de la producción de la totalidad de la planta.

## 6.11 Vallado

Durante los 30 años de vida útil estimados para la PSF "Alconaba Solar", se deben tomar medidas contra robos y vandalismos. Para ello se ha cercado la totalidad de la planta mediante el empleo de valla electrosoldada 200x55x5 debido a su sencillez en el montaje y manejo.

## 6.12 Cámaras de seguridad

Las cámaras, junto con el vallado de la parcela, configuran el sistema de protección de la instalación. Éstas deben de estar protegidas contra las inclemencias climatológicas, como mínimo con un nivel de protección IP67.

Para permitir la grabación de imágenes en horario nocturno se han escogido cámaras con captación del espectro infrarrojo. Se han instalado 3 tipos diferentes de cámaras cuya diferencia radica en el ángulo de captación de imágenes:

- 1 Cámara de corto alcance.
- 4 Cámaras de medio alcance.
- 7 Cámaras de largo alcance.

El tipo de cámaras elegido es el HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ (H) (S) (B) y serán montadas sobre mástiles de 4 metros de altura.

## 6.13 Estación meteorológica

La monitorización de las condiciones atmosféricas será realizada por medio de:

- 2 piranómetros
- 1 veleta
- 1 anemómetro
- 2 sensores de temperatura.

## 6.14 Tubos de plástico corrugado

Para la conducción de los cables *string* desde el final de las series de módulos hasta las cajas de conexiones, estos cables irán alojado bajo tierra entubados en tubo corrugado de 90mm de diámetro.

Por estos tubos también irán alojados RS-485 responsables de la monitorización de las cajas de conexiones, así como de los sensores de la estación meteorológica.

El cableado DC y el de media tensión se dispondrá enterrado en un lecho de arena fina.

## **6.15 Caminos interiores**

Para obtener la mejor disponibilidad de la PSF “Alconaba Solar” se tendrán que realizar una serie de operaciones de mantenimiento preventivo y correctivo a lo largo de los 30 años de vida útil de la instalación. Con este motivo se ha proyectado un camino que discurre desde la carretera SO-P-3003 hasta el interior de las parcelas donde se ubicará la PSF, dividiendo la instalación en dos partes y llegando hasta la unidad de conversión. De esta forma el personal no deberá bordear la finca ni filas de mesas fotovoltaicas demasiado grandes.

Para la ejecución del camino se excavará eliminando el material existente en el trazado hasta alcanzar una profundidad de 20cm. Se instalará una membrana geotextil para controlar la erosión, la filtración y separación entre capas de materiales. Posteriormente se rellenará la zanja con grava tipo 1 a la cual se le incorporará posteriormente grava tipo 2 en superficie alcanzando una altura de 10cm, con caída desde el centro del camino de un 2%. Se pasará el rodillo después de excavar y después de incorporar cada una de las gravas para asegurar que quede en perfectas condiciones.

# **7 Ingeniería del proceso de instalación**

## **7.1 Orden los trabajos**

El orden de ejecución de los trabajos será el siguiente:

1. Preparación del terreno y replanteo
2. Construcción del camino y explanadas
3. Instalación del cerramiento
4. Excavación de zanjas.
5. Instalación de edificios.
6. Instalación de estructuras.
7. Instalación de elementos auxiliares.
8. Instalación de módulos.
9. Instalación del cableado de la planta.

La definición de las unidades de obra que componen cada una de los grupos de trabajos está detallada en el Documento N<sup>o</sup> . Presupuesto

# **8 Mantenimiento de la instalación**

La operación y mantenimiento de la instalación en las mejores condiciones posibles lleva asociado consigo unos mejores rendimientos reflejados en la disponibilidad de la planta.

Para conseguir mantener los todos los equipos en las mejores condiciones posibles se aplicarán 3 tipos de mantenimiento en la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar”.

## **8.1 Mantenimiento preventivo**

El mantenimiento preventivo es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio determinado en los equipos, programando las actuaciones sobre sus puntos

vulnerables en el momento más oportuno. Para ello se han agrupado las actividades en función de los equipos que tienen involucrados, así como la frecuencia con la que son realizadas.

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructuras de soporte (seguidores).
- El cableado y los inversores.
- Los centros de transformación de cada una de las unidades de producción.
- El centro de conexión/entrega.
- La red de media tensión del Parque Fotovoltaico.
- Edificio de control y almacenes.
- La Infraestructura Eléctrica.
- Sistemas de medición de la irradiación solar y sus periféricos.
- Elementos de comunicación y control SCADA.
- Caminos interiores y vallado.
- Sistema de drenaje
- Sistema de seguridad y central receptora de alarmas (CRA)
- Conexión a Internet con capacidad garantizada para todos los consumidores del Parque Fotovoltaico.
- PPC + RTU
- Extintores y sistemas contra incendios.

Debido a la configuración y diseño de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar”, las partes móviles presentes en equipos son prácticamente inexistentes por lo que la mayor parte de las tareas de mantenimiento preventivo estará asociadas a inspecciones visuales o a reapriete de conexiones y elementos de sujeción como tornillos y tuercas. Esto no es excluyente para la realización dentro de tipo de actividades de preventivo como:

### **8.1.1 Limpieza de módulos**

El rendimiento de los paneles fotovoltaicos depende de su limpieza. La suciedad depositada en la superficie del panel dificulta la captación de la radiación solar con la consiguiente reducción de la producción de electricidad. Las pérdidas asociadas a la suciedad depositada en los colectores varían entre el 10% y el 15%.

Debido a la configuración 2V de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar”, la realización de la limpieza mediante robots automáticos 1V estará descartada, siendo aplicables tanto la limpieza de módulos por medio de brazo acoplado a vehículo o de forma manual, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

Tabla nº 2. Requisitos limpieza de módulos

| Medida                                  | Valores aceptados                                                                                         |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Total de sólidos disueltos (TDS)</b> | Agua Potable o Filtrada con < 250 mg/L (ppm)                                                              |
| <b>pH</b>                               | Entre 6.5 y 8.5 a 25 °C                                                                                   |
| <b>Temperatura</b>                      | +/- 10° C con respecto a la temperatura del módulo                                                        |
| <b>Otros</b>                            | Libre de aceites flotantes, líquidos y residuos inmiscibles, baja turbidez y ausencia de olores extraños. |

La producción de las plantas solares fotovoltaicas en el hemisferio norte es máxima en los meses de verano, por lo que se recomienda realizar al menos una limpieza al año en los meses de Mayo-Junio, pudiendo realizar una segunda a inicios del mes de Agosto, o cuando la suciedad acumulada en los módulos afecte significativamente a la producción de energía.



Figura nº 3. Limpieza de módulos con vehículo + brazo

### 8.1.2 Termografía

Estas inspecciones en particular sirven para detectar puntos calientes en las células de los módulos, series de células sobrecalentadas, diodos de bypass rotos, junción boxes defectuosas, malas conexiones entre cables, calentamiento de circuitos en combiner box, inversores, etc.

Con la finalidad de reducir los tiempos y costes asociados, la termografía de módulos fotovoltaicos se realiza mayoritariamente con cámaras termográficas montadas en drones, obteniendo rendimientos de 15MW por día y dron.

De cara a realizar una inspección termográfica de módulos correcta, se tienen que dar unas mínimas condiciones meteorológicas: día claro, soleado, seco, panel mayoritariamente limpio y en periodos con irradiación de más de 650W/m<sup>2</sup>.

Se recomienda la realización de una termografía anual de los equipos de la planta (cajas de conexiones, inversores, transformador...) . Para la inspección termográfica de los

paneles, se recomienda realizarse de forma anual y siempre después de haber limpiado los mismos.



Figura n° 4. Inspección termográfica con dron

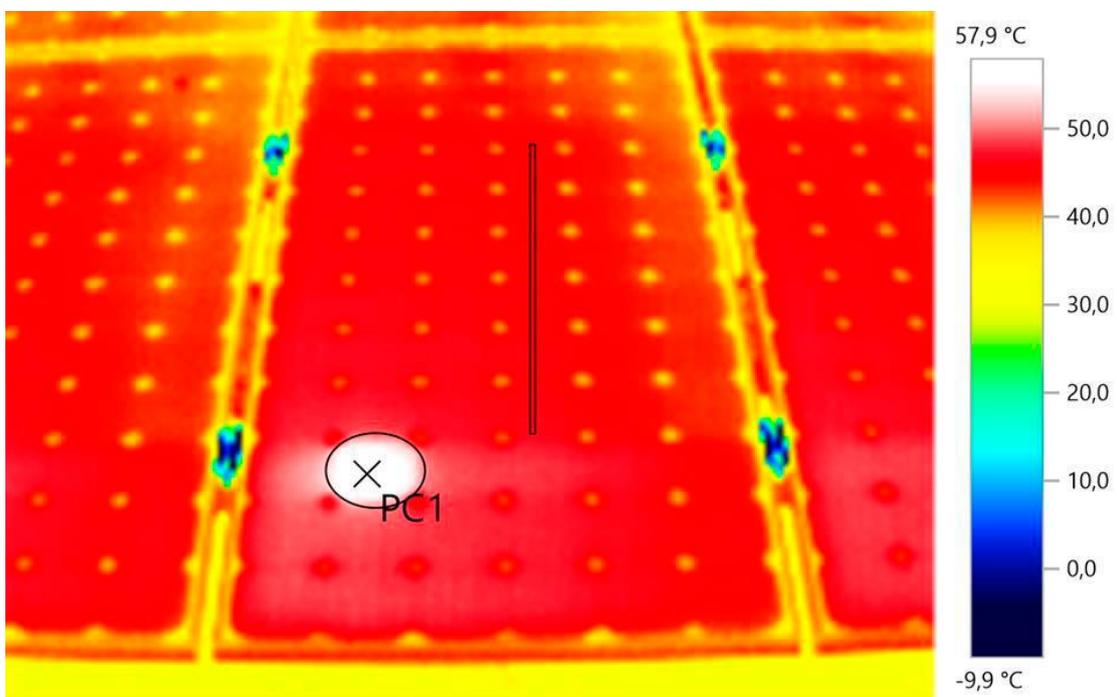


Figura n° 5. Imagen termográfica de módulo fotovoltaico defectuoso

### 8.1.3 Curvas IV

El testeo de la curva IV de los *string* y de los módulos permite detectar las pérdidas de potencia que han sufrido los módulos a lo largo de los años con respecto a las condiciones estándar (STC), así como la forma en la que puntos calientes afectan a la producción de los mismos.

Se recomienda la realización de la comprobación de la curva IV de un 10% de los *string* de la planta de forma anual, testeando cada año nuevos *strings*.

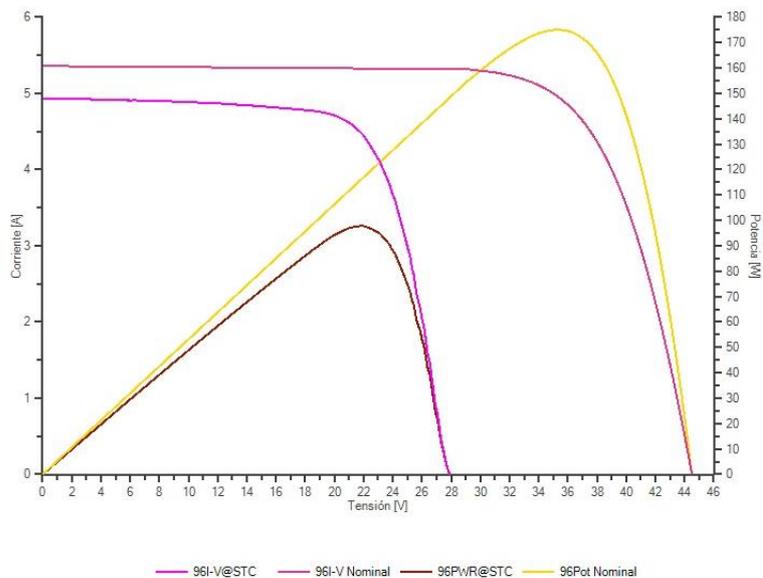


Figura nº 6. Curva IV de módulo fotovoltaico defectuoso

### 8.1.4 Desbroce de la vegetación

Para evitar que la vegetación se interponga entre el sol y los paneles solares, produciendo sombreado de las células fotovoltaicas y un mal funcionamiento del conjunto de la instalación, se deberá desbrozar la vegetación existente dentro del recinto vallado que se encuentre en la zona próxima a los módulos fotovoltaicos tantas veces al año como sea necesario.

Para la selección de los equipos empleados, se tendrá en cuenta la existencia de dos tipos de áreas en campo:

- Áreas TIPO 1: Áreas abiertas con una distancia de al menos cinco (5) metros de las estructuras soporte del panel.
- Áreas TIPO 2: Áreas debajo de las estructuras soporte de los módulos, o áreas con una distancia menor a cinco (5) metros de la estructura de soporte del panel. En estas zonas la maquinaria deberá ser la adecuada, garantizando que durante los trabajos no se lancen piedras o gravas a los módulos.



Figura nº 7. Maquinaria de desbroce de la vegetación

### 8.1.5 Gama de mantenimiento preventivo

A continuación, se enumeran las tareas de preventivo que, al menos, deberán ser realizadas en la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar”:

Tabla n° 3. Gama de mantenimiento preventivo

| TAREA                                                                                                                | FRECUENCIA     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>GENERAL</b>                                                                                                       |                |
| Limpieza general                                                                                                     | Semestral      |
| Verificación del estado de la valla del recinto                                                                      | Semestral      |
| Revisión de arquetas                                                                                                 | Anual          |
| Revisión y mantenimiento de servicios generales de la planta (canalizaciones, caminos, mantenimiento ordinario, etc) | Anual          |
| Control de las señalizaciones de advertencia                                                                         | Anual          |
| Comprobar apriete de las sujeciones de la cabina de control                                                          | Anual          |
| Comprobar ausencia de roedores y otras plagas en equipos, cabinas y terrenos                                         | Semestral      |
| Revisar si el agua ha creado o ensanchado las canalizaciones y/o las conducciones de los cables han quedado al aire  | Anual          |
| Revisar los efectos de la erosión en cimientos de estructuras y cabinas                                              | Anual          |
| Revisar estado de cunetas y zanjas                                                                                   | Anual          |
| Desbroce de la vegetación                                                                                            | Por determinar |
| <b>MÓDULOS FOTOVOLTAICOS</b>                                                                                         |                |
| Roturas de cristal                                                                                                   | Anual          |
| Estanqueidad del módulo                                                                                              | Anual          |
| Amarilleamiento del TEDLAR                                                                                           | Anual          |
| Estanqueidad de las conexiones                                                                                       | Anual          |
| Oxidaciones de los circuitos y soldaduras de las células fotovoltaicas                                               | Anual          |
| Comprobar suciedad de los módulos                                                                                    | Semestral      |
| Comprobación del apriete y estado de los terminales de los cables de conexionado -latiguillos- de los módulos        | Anual          |
| Calentamiento puntual o calentamiento anormal en caja de conexiones                                                  | Anual          |
| Parte de una célula mucho más caliente                                                                               | Anual          |
| Células sueltas, aleatoriamente distribuidas, mucho más calientes                                                    | Anual          |
| Calentamiento de una serie                                                                                           | Anual          |
| Módulo uniformemente más caliente que los demás                                                                      | Anual          |
| Comprobar que no hay deformación por calor, están cerradas y fijas a los módulos                                     | Anual          |
| Comprobar la correcta identificación de todos los elementos                                                          | Anual          |
| Control del apriete de los elementos de sujeción de los módulos                                                      | Anual          |
| Termografía 100% de los módulos                                                                                      | Anual          |
| Limpieza de módulos                                                                                                  | Anual          |
| Test de la curva IV del 10% de los strings                                                                           | Anual          |

| <b>ESTRUCTURA</b>                                                                                                                             |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Inspección visual de estructuras                                                                                                              | Anual |
| Buscar posibles cambios, pliegues o golpes en la estructura                                                                                   | Anual |
| Revisar la puesta a tierra de las estructuras                                                                                                 | Anual |
| Revisar la existencia de daños en la estructura                                                                                               | Anual |
| Revisar la existencia de corrosión en las estructuras                                                                                         | Anual |
| Revisar la distancia entre módulos                                                                                                            | Anual |
| Revisar el reapriete de todos los elementos                                                                                                   | Anual |
| Revisar el impacto de la erosión sobre la cimentación de la estructura                                                                        | Anual |
| Revisar la correcta identificación del etiquetado de todos los elementos                                                                      | Anual |
| Revisar la inclinación de las estructuras                                                                                                     | Anual |
| <b>INVERSORES</b>                                                                                                                             |       |
| Controlar que está bien fijado el módulo del sistema de control                                                                               | Anual |
| Controlar ausencia de elementos rotos, oxidaciones o degradaciones                                                                            | Anual |
| Controlar que los cierres y las manillas estén bien                                                                                           | Anual |
| Verificar ausencia de ruidos                                                                                                                  | Anual |
| Verificar ausencia temperatura excesiva                                                                                                       | Anual |
| Estado de los condensadores de ingreso y condensadores del bus DC                                                                             | Anual |
| Ausencia de abultamiento o fugas de líquidos por la válvula de seguridad de los condensadores                                                 | Anual |
| Verificar el estado de los interruptores magnetotérmicos de seccionamiento de entrada y salida                                                | Anual |
| Comprobar ausencia de filtraciones de agua, humedades y polvo                                                                                 | Anual |
| Limpieza general, con aire a presión                                                                                                          | Anual |
| Controlar que no haya deficiencias en el aislamiento del cable                                                                                | Anual |
| Verificar con cámara termográfica que no existen puntos calientes en los terminales                                                           | Anual |
| Verificar que las placas de conexión de los cables CA respetan la distancia de seguridad y que conservan las propiedades eléctricas iniciales | Anual |
| Verificar que los componentes del inversor están correctamente sujetos a sus anclajes                                                         | Anual |
| Verificar las tensiones de entrada y de salida                                                                                                | Anual |
| Control visual de fusibles, interruptores. Engrase si es necesario                                                                            | Anual |
| Control de funcionamiento del circuito de seguridad contra altas temperaturas                                                                 | Anual |
| Control del funcionamiento de los interruptores de emergencia internos y externos                                                             | Anual |
| Control visual del aislamiento de la monitorización del inversor                                                                              | Anual |

|                                                                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| Comprobar todas las terminaciones de cable y las conexiones de cableado interno                                                              | Anual     |
| Limpieza de filtros de aire                                                                                                                  | Semestral |
| Revisar el reapriete de los terminales CC                                                                                                    | Anual     |
| Revisar el reapriete de los terminales CA                                                                                                    | Anual     |
| Revisar el reapriete de los terminales del embarrado                                                                                         | Anual     |
| Revisar corriente de entrada y salida en el display del inversor                                                                             | Anual     |
| Comprobar las corrientes de entrada y salida con el equipo adecuado (multímetro, voltímetro...)                                              | Anual     |
| Verificar la presencia de las señalizaciones de seguridad                                                                                    | Anual     |
| <b>TRANSFORMADOR</b>                                                                                                                         |           |
| Verificar ausencia de fugas de aceite y ruidos anormales, temperatura                                                                        | Anual     |
| Medición de tierras, medición de aislamientos, nivel de aceite, estado de la pintura y óxido                                                 | Anual     |
| Verificar estado general de celda remonte y celda de protección. Reapriete de interruptor de corte de baja. Reapriete botellas interconexión | Anual     |
| Termografía                                                                                                                                  | Anual     |
| Control de los valores de tensión                                                                                                            | Anual     |
| Control de los dispositivos de emergencia                                                                                                    | Semestral |
| Comprobación de los dispositivos de seguridad y documentación anexa                                                                          | Semestral |
| Control de la presión del SF6 (hexafluoruro de azufre)                                                                                       | Anual     |
| Control de la puesta a tierra del transformador                                                                                              | Anual     |
| Control de fusibles, interruptores, contactos auxiliares e interruptores de bloqueo                                                          | Anual     |
| Limpieza transformador y bornes con disolvente dieléctrico y aspirador                                                                       | Anual     |
| Chequeo del funcionamiento de los circuitos auxiliares (sistema de refrigeración, termómetro, etc)                                           | Anual     |
| Control del nivel de aceite y rellenado si es necesario                                                                                      | Anual     |
| Comprobar el estado de los equipos de protección individual (EPIs)                                                                           | Semestral |
| Comprobar el color de la Silica Gel                                                                                                          | Semestral |
| Comprobar terminales, conexionado interno y aprietes                                                                                         | Anual     |
| Comprobar que los bornes están limpios e intactos                                                                                            | Anual     |
| Revisar aceite, acumulación de aire, sellado del tapón de llenado del aceite, etc...                                                         | Anual     |

| <b>CAJAS DE COMBINACIÓN</b>                                                                                                                 |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Comprobar estado del armario (condensación, roturas, puerta, base, sujeciones, tapas, cerraduras, interruptor de corte, analizadores, T.A.) | Anual |
| Reapriete de las bornas                                                                                                                     | Anual |
| Reapriete de los terminales en el embarrado de CC                                                                                           | Anual |
| Control de las conexiones con la cámara termográfica                                                                                        | Anual |
| Control de los dispositivos de seguridad (seccionadores, sobretensiones, etc)                                                               | Anual |
| Control de la sujeción de la cubierta transparente                                                                                          | Anual |
| Comprobación la presencia de la señalización de advertencia                                                                                 | Anual |
| Comprobar la corriente en cables de entrada y de salida                                                                                     | Anual |
| Comprobar el cableado interno, marcadores y ferrules (cableado interno y externo)                                                           | Anual |
| Comprobar la conexión al sistema de monitorización                                                                                          | Anual |
| Comprobar ausencia de daños en el aislamiento de los cables                                                                                 | Anual |
| Limpieza del cuadro de agrupamiento                                                                                                         | Anual |
| Revisar terminales                                                                                                                          | Anual |
| Revisar terminales de las series                                                                                                            | Anual |
| Reapriete de los terminales de las series                                                                                                   | Anual |
| Reapriete de los terminales de los portafusibles                                                                                            | Anual |
| Comprobar el correcto aislamiento de los portafusibles                                                                                      | Anual |
| Revisar cableado de salida CC y terminales del embarrado                                                                                    | Anual |
| Revisar los descargadores de tensión                                                                                                        | Anual |
| Revisar los equipos de monitorización (analizadores de corriente)                                                                           | Anual |
| Comprobar el aislamiento de las series                                                                                                      | Anual |
| Revisar la correcta identificación del etiquetado de todos los elementos                                                                    | Anual |
| <b>CUADROS ELÉCTRICOS</b>                                                                                                                   |       |
| Reapriete de bornas                                                                                                                         | Anual |
| Verificación del estado general: conexiones, reaprietes, protecciones y terminales                                                          | Anual |
| Limpieza del cuadro de polvo y suciedad                                                                                                     | Anual |
| Prueba de relés de protección                                                                                                               | Anual |
| Comprobar el funcionamiento de los pequeños interruptores automáticos                                                                       | Anual |
| <b>BAJA TENSIÓN</b>                                                                                                                         |       |
| Control visual de los cables                                                                                                                | Anual |
| Control visual de las conexiones                                                                                                            | Anual |
| Control funcional                                                                                                                           | Anual |
| Eliminar materiales no deseados de canales de cables                                                                                        | Anual |

| <b>SERVICIOS AUXILIARES</b>                                                                                               |         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Reapriete de las conexiones en los cuadros. Reapriete de bornas                                                           | Anual   |
| <b>MONITORIZACIÓN Y TELECOMUNICACIONES</b>                                                                                |         |
| Inspección visual de armarios de comunicaciones, cuadros de automatismos, paneles, latiguillos, etc.                      | Anual   |
| Limpieza de los armarios de comunicación (intemperie, cabina de inversores, cabina de control)                            | Anual   |
| Reapriete de las conexiones en DAMs                                                                                       | Anual   |
| Limpieza de piranómetro con alcohol. Revisión del desecante y comprobación de la inclinación (37º respecto la horizontal) | Mensual |
| Verificar valores de piranómetro con otro calibrado                                                                       | Anual   |
| Limpieza de la célula si es necesario                                                                                     | Mensual |
| Comprobación de valores de célula con otra calibrada                                                                      | Anual   |
| Inspección general del sistema de monitorización de los strings                                                           | Semanal |
| Inspección de las conexiones del sistema de monitorización de los strings                                                 | Semanal |
| Control visual general y de las conexiones                                                                                | Anual   |
| Control funcional de las estaciones meteorológicas a través del sistema de monitorización                                 | Semanal |
| Revisión de todos los elementos de medida de las estaciones meteorológicas                                                | Anual   |
| Control de los dispositivos de transmisión y recepción (router, antena, etc)                                              | Mensual |
| <b>EXTINTORES</b>                                                                                                         |         |
| Revisión extintores                                                                                                       | Anual   |
| <b>CUADRO DE PROTECCIONES (CELDAS)</b>                                                                                    |         |
| Control general                                                                                                           | Anual   |
| Control de las conexiones                                                                                                 | Anual   |
| Limpieza interna                                                                                                          | Anual   |
| Control funcional                                                                                                         | Anual   |
| Termografía                                                                                                               | Anual   |
| <b>CIRCUITO DE PUESTA A TIERRA</b>                                                                                        |         |
| Control visual                                                                                                            | Anual   |
| Verificación de la continuidad de la puesta a tierra                                                                      | Anual   |
| <b>CONTADORES</b>                                                                                                         |         |
| Control general                                                                                                           | Mensual |
| Control de las conexiones                                                                                                 | Mensual |
| Control funcional                                                                                                         | Mensual |
| <b>CONDUCCIONES CABLE</b>                                                                                                 |         |
| Comprobar el estado de las conducciones                                                                                   | Anual   |
| Comprobar soportes de las conducciones (AC/DC)                                                                            | Anual   |
| Comprobar juntas de expansión (AC/DC)                                                                                     | Anual   |

| <b>EDIFICIO PRINCIPAL Y CABINAS</b>                                                           |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Revisar el apriete de los anclajes de la estructura del edificio principal                    | Anual |
| Revisar el impacto de la erosión en la cimentación de la estructura y cabinas                 | Anual |
| Revisar las condiciones de las cabinas                                                        | Anual |
| Comprobar las conexiones eléctricas para su correcta operación                                | Anual |
| Revisar que los ventiladores no tengan signos de sobrecalentamiento y vibraciones anormales   | Anual |
| Verificar las condiciones del extractor, controlar la temperatura de la sala y el termostato. | Anual |
| Limpieza periódica                                                                            | Anual |
| Revisar la correcta identificación del etiquetado de todos los elementos                      | Anual |
| Limpieza de filtros del aire acondicionado                                                    | Anual |
| Limpieza de filtros del ventilador                                                            | Anual |
| Revisar la presión del gas del aire acondicionado                                             | Anual |

## 8.2 Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo englobará las operaciones necesarias para asegurar que la instalación funciona correctamente y se mantienen las condiciones iniciales sustituyendo piezas inoperativas y/o con desgastes.

Para la detección de los errores se realizará el control continuo de los equipos por medio de la monitorización de la planta a través del sistema SCADA y se investigará cualquier tipo de accidente, error, avería o funcionamiento defectuoso del equipo.

Las actuaciones de correctivo engloban la totalidad de los equipamientos, desde la reparación de una valla hasta la sustitución de un cable de fibra óptica. No obstante, aquellas que acontecen de forma más frecuente y afectan a producción son:

- Equipamiento de corriente continua.
- Inversores solares.
- Equipamiento de corriente alterna.

En todos los casos se analizará inmediatamente el impacto que tienen las averías en la producción y la seguridad de modo que aquellas que afecten a alguna de la dos se atenderá inmediatamente siguiendo los protocolos de seguridad pertinentes. En caso de imposibilidad técnica de reparación de los equipos se solicitará inmediatamente asistencia a los fabricantes.

El mantenimiento correctivo deberá ser realizado por personal técnico cualificado y debe incluir todas las operaciones de reparación de equipos necesarios para que el sistema funcione correctamente.

## 9 Estudio de la rentabilidad de la inversión

El cálculo de la rentabilidad de una inversión ha sido calculado en función de los 30 años de vida útil estimados para el proyecto y los flujos de caja existentes.

El desembolso inicial del proyecto será el precio que pague el promotor por la instalación (4.957.971,95 EUROS). Los flujos de caja de los años en los que el proyecto esté en funcionamiento serán:

- Ingresos: los producidos por la venta de la energía. Irán decreciendo a medida que la PSF envejezca según la degradación producida en los módulos.
- Gastos: los asociados a la operación y mantenimiento de la Planta Solar Fotovoltaica "Alconaba Solar". Se ha calculado la cantidad fija de 20.046,63 €/año.

Para realizar el cálculo de la energía producida se ha estimado la energía anual incidente en los paneles y la potencia de los mismos en función de la degradación a la que están sometidos con el paso del tiempo, cálculos realizados según las indicaciones de TALESUN en el datasheet del módulo:

- a) Durante el primer año, TALESUN garantiza que la potencia nominal del producto no será inferior al 97,5% de la potencia etiquetada (330W/módulo).*
- b) Desde el año 2 hasta el año 24, la disminución de potencia nominal no será más del 0,7% en cada año; para fines del año 25, la potencia nominal no será inferior al 80,7% de la potencia eléctrica etiquetada.*

Se ha considerado una degradación del 0,7% anual hasta el año 30.

Para los precios de la energía esperados se han planteado 3 escenarios de acuerdo a los precios de la energía diaria que el OMIE incluye en el reporte de 2018:

1. El precio de la energía será de 41,65 €/MWh.
2. El precio de la energía será de 52,24 €/MWh.
3. El precio de la energía será de 61,81 €/MWh.

Y para la evaluación de los proyectos se ha calculado:

- El VAN con una tasa del 4%, que determina que:
  - Para un precio de la energía de 41,65 €/MWh, la inversión no se considera realizable.
  - En los escenarios 2 y 3, los VAN sería positivos, definiendo así la inversión como realizable.

- La Tasa Interna de Retorno (TIR) para el proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” es la siguiente:

Tabla nº 4. TIR del proyecto en función de los precios de la energía.

| <b>TIR</b>   |              |              |
|--------------|--------------|--------------|
| <b>41,65</b> | <b>52,24</b> | <b>61,81</b> |
| 2,1%         | 4,1%         | 5,7%         |



# **ANEJO I: ESTUDIO METEOROLÓGICO**



## Contenido

|                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. Introducción .....               | 3 |
| 2. Temperatura .....                | 4 |
| 2.1. Temperatura media mensual..... | 4 |
| 2.2. Temperaturas absolutas .....   | 4 |
| 3. Irradiación .....                | 5 |
| 4. Duración del día.....            | 7 |
| 5. Precipitación .....              | 7 |
| 6. Viento.....                      | 9 |



# 1. Introducción

En el presente anexo se muestra el estudio climático realizado para el presente proyecto mediante el cual se pretende tener en cuenta todos aquellos condicionantes de carácter físico que hay que considerar a la hora del diseño de la planta solar fotovoltaica. Se han estudiado las variables:

- Temperatura.
- Irradiación.
- Duración del día.
- Precipitación.
- Viento.

La estación meteorológica empleada en ese estudio ha sido la estación meteorológica de Soria propiedad de AEMET: “Agencia Estatal de Meteorología”. Se han tomado como referencia los datos comprendidos entre los años 1990 y 2019.

## Estación meteorológica de Soria:

- Latitud: 41° 46' 29.7" N
- Longitud: 2° 28' 59.8" O
- Altitud: 1082

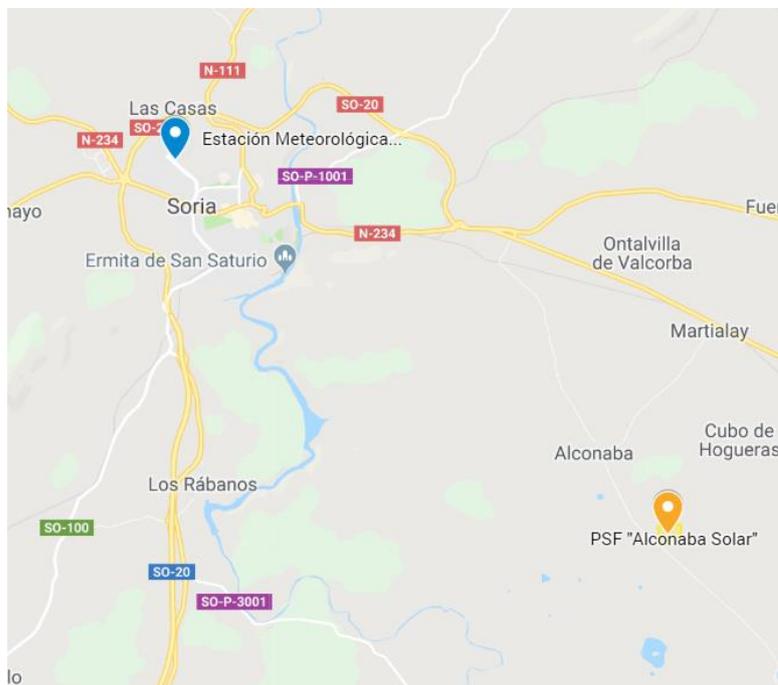


Figura nº 1. Ubicación Estación Meteorológica y PSF “Alconaba Solar”

## 2. Temperatura

### 2.1. Temperatura media mensual

Se presenta a continuación la tabla realizada a partir de los datos de temperatura media mensual de la provincia de Soria recogidos por el observatorio:

Tabla nº 1. Temperaturas medias en °C  
Fuente: AEMET

| Mes        | Tª media    | Tª media máximas | Tª media mínimas |
|------------|-------------|------------------|------------------|
| Enero      | 3.2         | 7.7              | -1.3             |
| Febrero    | 4.3         | 9.6              | -1.0             |
| Marzo      | 7.1         | 13.2             | 1.0              |
| Abril      | 8.7         | 14.6             | 2.8              |
| Mayo       | 12.5        | 18.7             | 6.2              |
| Junio      | 17.2        | 24.6             | 9.9              |
| Julio      | 20.5        | 28.7             | 12.4             |
| Agosto     | 20.3        | 28.3             | 12.2             |
| Septiembre | 16.4        | 23.6             | 9.3              |
| Octubre    | 11.6        | 17.4             | 5.8              |
| Noviembre  | 6.7         | 11.5             | 1.9              |
| Diciembre  | 4.0         | 8.4              | -0.4             |
| <b>Año</b> | <b>11.0</b> | <b>17.2</b>      | <b>4.9</b>       |

### 2.2. Temperaturas absolutas

La figura nº2 muestra la distribución de las temperaturas máximas y mínimas absolutas diarias en el periodo de tiempo del estudio:

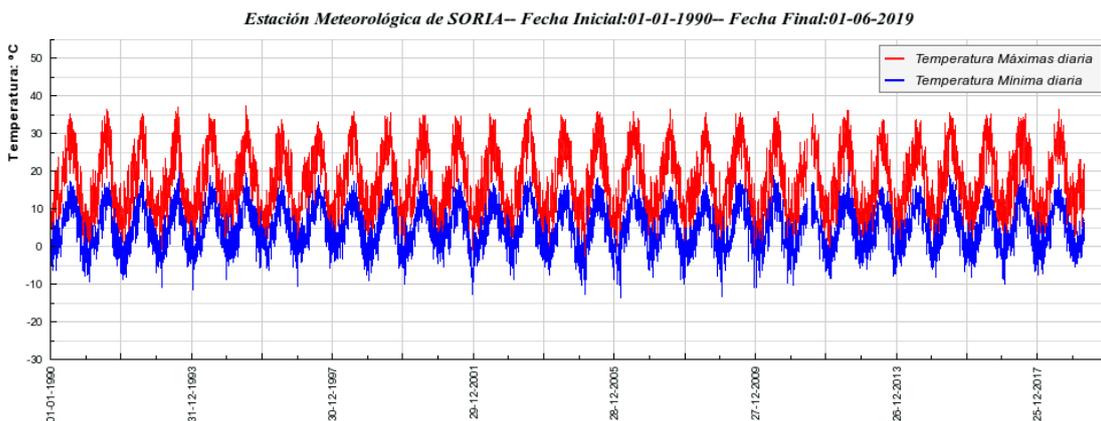


Figura nº 2. Variación temperaturas absolutas  
Fuente: AEMET

Los datos de temperatura ambiente absolutos considerados son:

Tabla nº 2. Temperaturas ambiente absolutas  
Fuente: AEMET

| Temperaturas ambiente absolutas |         |
|---------------------------------|---------|
| Temperatura mínima              | -13.6°C |
| Temperatura máxima              | 37,4°C  |

### 3. Irradiación

Los niveles de irradiación existentes en la península ibérica son superiores a la media europea, haciendo de España un país interesante para el aprovechamiento de la tecnología fotovoltaica, tanto de pequeña como de gran escala.

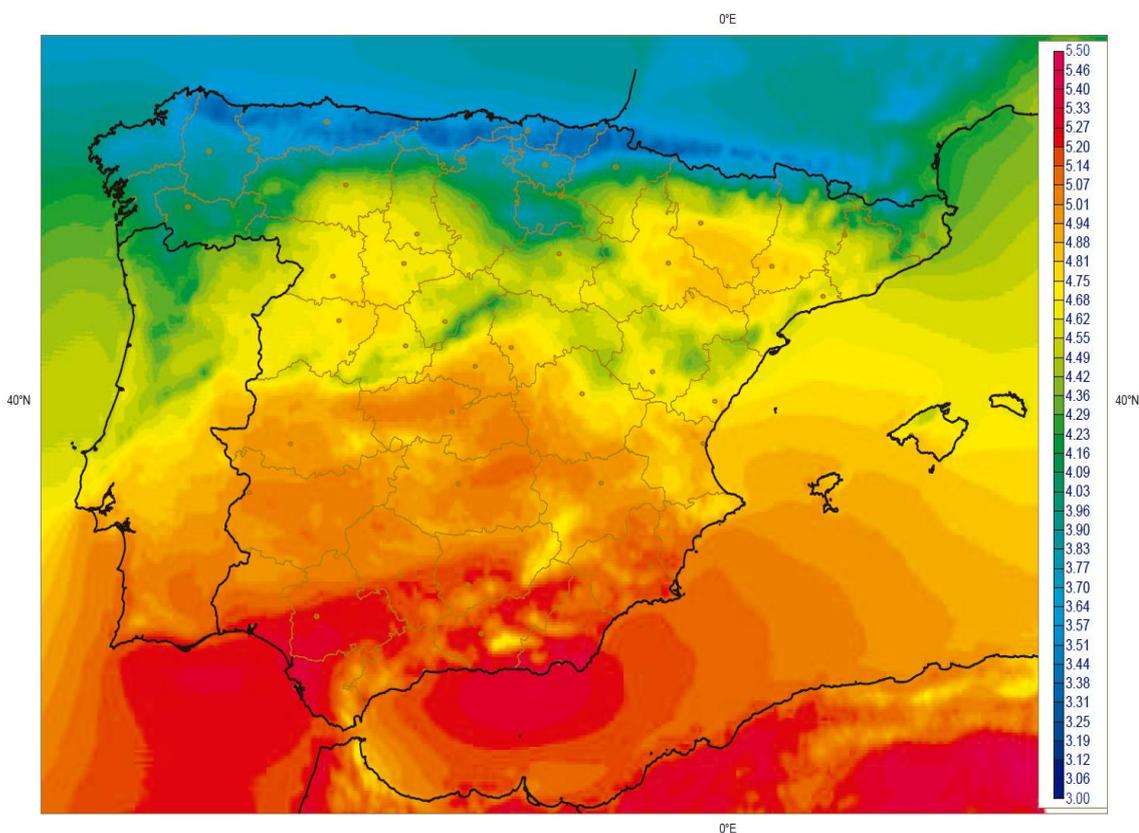


Figura nº 3. Mapa de irradiación Solar de la Península Ibérica (kWh/m²\*día)  
Fuente: Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EUMETSAT

En el presente estudio, ubicado en el municipio de Alconaba, se presenta la siguiente irradiación sobre la superficie horizontal:

Tabla nº 3. Irradiación global horizontal  
Fuente: SOLARGIS

| Mes        | Gh <sub>m</sub> | Gh <sub>d</sub> | Dh <sub>d</sub> |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Enero      | 60              | 1.95            | 0.77            |
| Febrero    | 82              | 2.93            | 1.05            |
| Marzo      | 134             | 4.32            | 1.46            |
| Abril      | 160             | 5.32            | 1.95            |
| Mayo       | 192             | 6.2             | 2.32            |
| Junio      | 214             | 7.13            | 2.35            |
| Julio      | 230             | 7.42            | 2.08            |
| Agosto     | 201             | 6.47            | 1.94            |
| Septiembre | 147             | 4.91            | 1.68            |
| Octubre    | 103             | 3.33            | 1.25            |
| Noviembre  | 64              | 2.13            | 0.85            |
| Diciembre  | 53              | 1.71            | 0.69            |
| Anual      | 1640            | 4.49            | 1.54            |

Donde:

Gh<sub>m</sub> = Irradiación global mensual [kWh/m<sup>2</sup>]

Gh<sub>d</sub> = Irradiación global diaria [kWh/m<sup>2</sup>]

Dh<sub>d</sub> = Irradiación difusa diaria [kWh/m<sup>2</sup>]

La representación gráfica de los datos de la Tabla nº3 se puede observar en la siguiente figura:

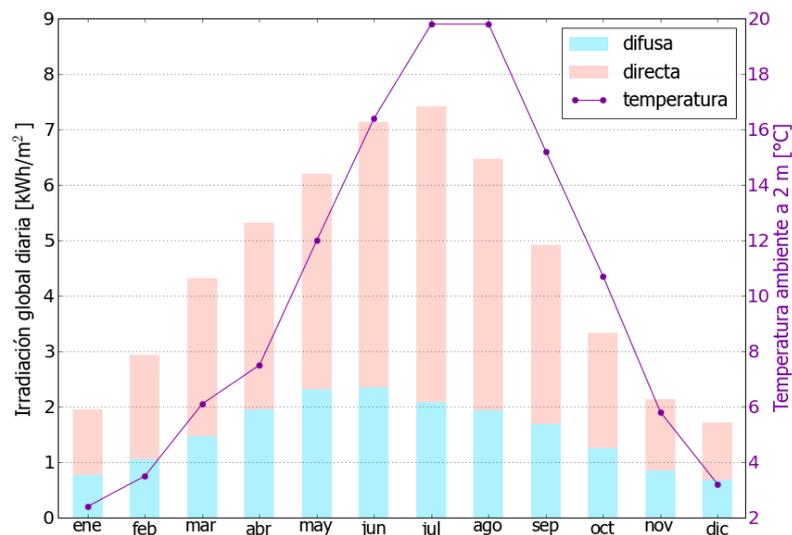


Figura nº 4. Irradiación global horizontal  
Fuente: SOLARGIS

Como conclusión, se puede observar que los datos de irradiación global horizontal son mayores en los meses de verano que en los meses de invierno.

## 4. Duración del día

La duración del día va a determinar el número de horas que va a haber radiación solar a lo largo del año. En la figura nº5 se representa el horario solar esperado en la ubicación donde la PSF “Alconaba Solar” va a ser instalada, siendo los días más largos durante los meses de Mayo-Septiembre que durante los meses de Noviembre - Febrero, fenómeno propio de los países del hemisferio norte.

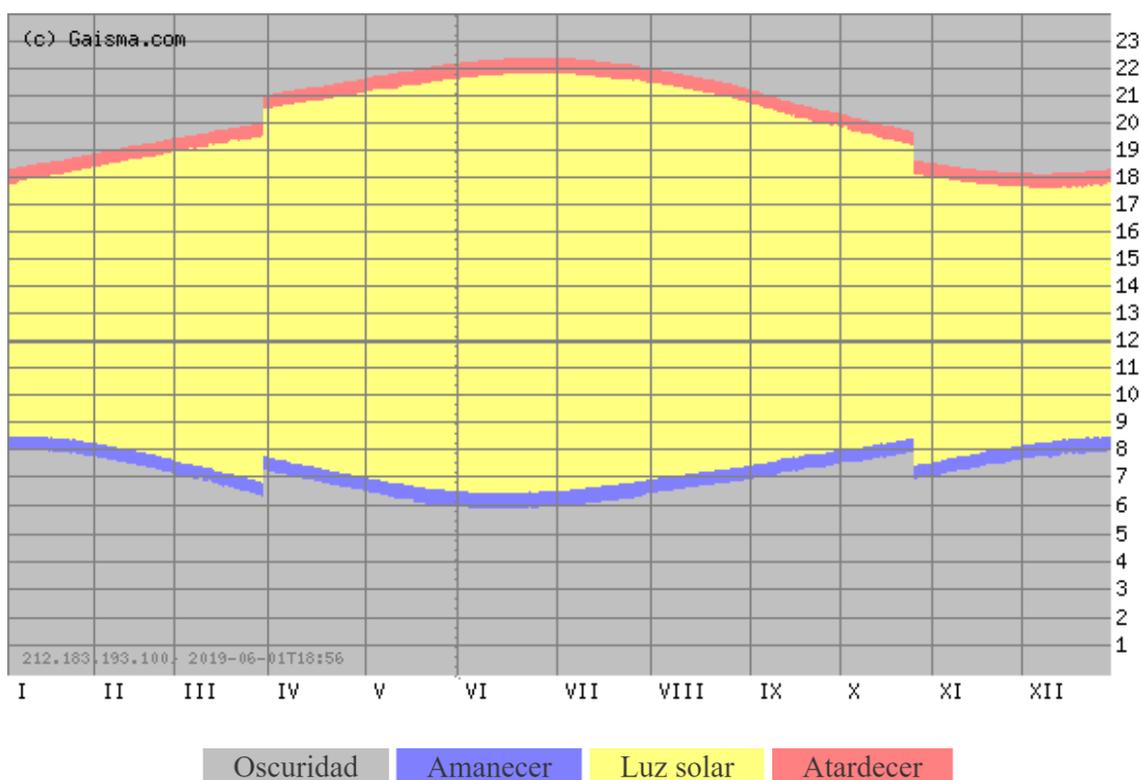


Figura nº 5. Horas de luz en la zona

## 5. Precipitación

De cara a la realización de las tareas de mantenimiento preventivo de limpieza de módulos en la planta, es interesante conocer las precipitaciones del lugar para así poder estimar el número de veces al año y la fecha en la que hay que limpiar los paneles.

Tabla nº 4. Precipitaciones mensuales y anuales medias esperadas en Alconaba  
Fuente: AEMET

| Mes        | Precipitación mensual media (mm) |
|------------|----------------------------------|
| Enero      | 37                               |
| Febrero    | 36                               |
| Marzo      | 30                               |
| Abril      | 55                               |
| Mayo       | 67                               |
| Junio      | 40                               |
| Julio      | 30                               |
| Agosto     | 30                               |
| Septiembre | 33                               |
| Octubre    | 55                               |
| Noviembre  | 50                               |
| Diciembre  | 50                               |
| Año        | 513                              |

Aunque la tabla nº4 nos indica los valores medios de precipitación en mm, también es interesante saber la forma en la que se presenta la precipitación (lluvia, nieve...) y el número de días de precipitaciones mensuales.

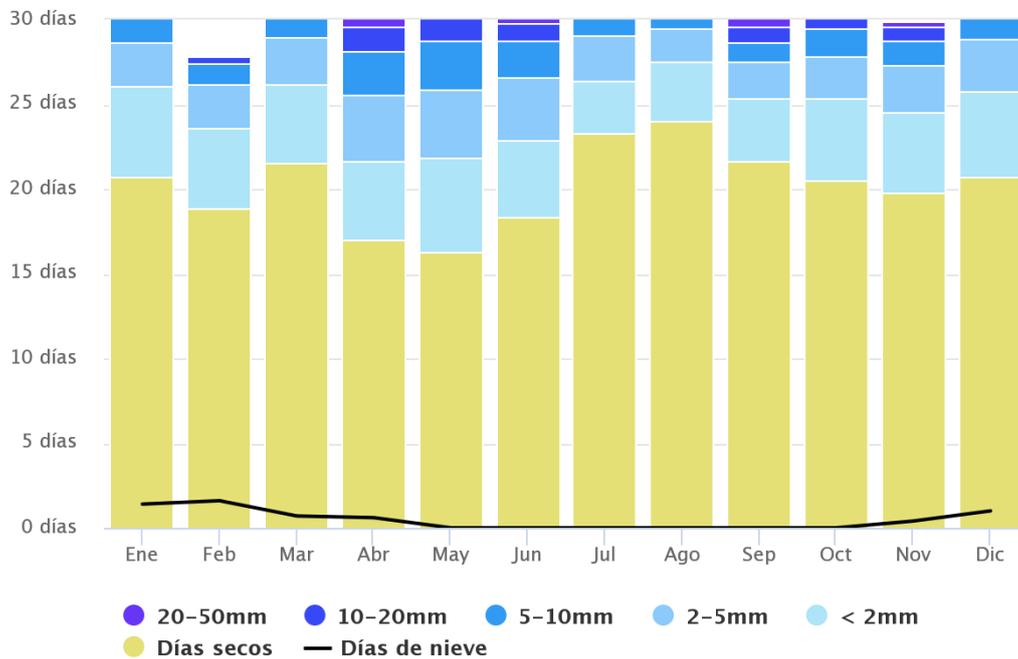


Figura nº 6. Precipitaciones medias y frecuencia

En conclusión, las precipitaciones en la ubicación donde se instalará la planta solar fotovoltaica son máximas en los meses de primavera y otoño, siendo el periodo comprendido entre noviembre y abril cuando existe probabilidad de nevadas.

## 6. Viento

La realización del estudio del viento esperado en el emplazamiento es importante de cara a conocer los vientos incidentes sobre la instalación a la hora de asegurar que la estructura que hace las veces de soporte de los módulos fotovoltaicos aguantará perfectamente en las condiciones del lugar.

En este caso se han analizado los vientos incidentes según su dirección y velocidad, siendo representados en la Rosa de los Vientos para este emplazamiento

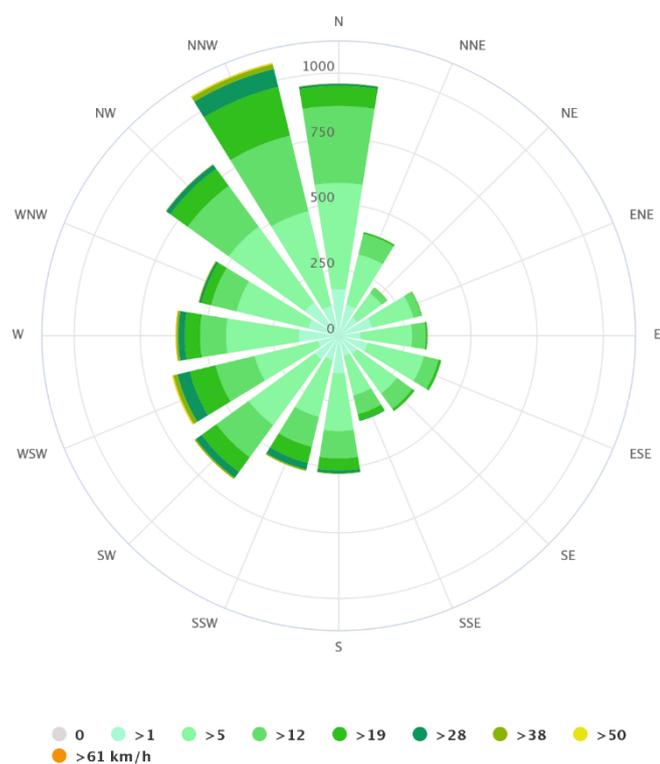


Figura nº 7. Rosa de los Vientos de Alconaba  
Fuente: AEMET

Los vientos dominantes son los que tienen componente NNW que llegan a alcanzar velocidades de 38 km/h.



# **ANEJO II: CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS**



## Contenido

|       |                                                                       |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introducción .....                                                    | 3  |
| 2     | Orientación e inclinación.....                                        | 4  |
| 3     | Cálculo de pérdidas por sombras .....                                 | 5  |
| 4     | Distancia mínima entre filas de módulos .....                         | 7  |
| 5     | Cálculo de temperatura de la célula .....                             | 8  |
| 6     | Cálculo asociación en serie de módulos.....                           | 9  |
| 6.1   | Datos del módulo e inversor .....                                     | 9  |
| 6.2   | Cálculo de tensiones a temperatura de célula.....                     | 11 |
| 6.3   | Cálculo de intensidades a temperatura de célula.....                  | 11 |
| 6.4   | Resultados aplicación fórmulas asociación serie-paralelo módulos..... | 11 |
| 7     | Cálculo de cableado de baja tensión: corriente continua .....         | 13 |
| 7.1   | Criterio de máxima intensidad admisible .....                         | 13 |
| 7.1.1 | Condiciones iniciales del emplazamiento.....                          | 13 |
| 7.1.2 | Cableado String.....                                                  | 14 |
| 7.1.3 | Cableado DC.....                                                      | 14 |
| 7.2   | Criterio de máxima caída de tensión. ....                             | 15 |
| 7.2.1 | Cálculo resistencia del conductor en corriente continua. ....         | 15 |
| 7.2.2 | Cálculo de la caída de tensión. ....                                  | 16 |
| 7.3   | Dimensionado de cables string.....                                    | 16 |
| 7.4   | Dimensionado de cables DC .....                                       | 27 |
| 8     | Cálculo de cableado de baja tensión: corriente alterna .....          | 28 |
| 8.1   | Factores de corrección considerados.....                              | 28 |
| 8.2   | Criterio de máxima caída de tensión considerado.....                  | 28 |
| 8.3   | Cálculo de la resistencia del conductor en corriente alterna. ....    | 29 |
| 8.3.1 | Cálculo del factor de efecto pelicular.....                           | 29 |
| 8.3.2 | Cálculo del factor de efecto proximidad. ....                         | 29 |
| 8.3.3 | Cálculo de la caída de tensión. ....                                  | 30 |
| 8.4   | Dimensionado de cables AC .....                                       | 30 |
| 9     | Cálculo de cableado de media tensión: corriente alterna .....         | 31 |
| 9.1   | Criterio máxima intensidad admisible. ....                            | 31 |
| 9.2   | Cableado entre transformador y celdas.....                            | 31 |
| 9.2.1 | Factores de corrección considerados.....                              | 32 |
| 9.2.2 | Criterio de máxima intensidad de cortocircuito admisible en AC. ....  | 32 |

|        |                                                   |    |
|--------|---------------------------------------------------|----|
| 9.3    | Cálculo de corrientes de cortocircuito en AC..... | 32 |
| 9.3.1  | Cálculo de impedancias equivalentes. ....         | 33 |
| 9.4    | Dimensionado de cables MV .....                   | 34 |
| 10     | Cálculo de protecciones .....                     | 35 |
| 10.1   | Cálculo protecciones DC. ....                     | 35 |
| 10.1.1 | Protección del cableado string. ....              | 35 |
| 10.1.2 | Protección del cableado DC. ....                  | 36 |
| 10.2   | Cálculo protecciones AC. ....                     | 36 |
| 11     | Puesta a tierra .....                             | 37 |
| 11.1   | Puesta a tierra general .....                     | 37 |
| 11.2   | Puesta a tierra del centro de inversión .....     | 38 |
| 11.3   | Puesta a tierra del pararrayos .....              | 38 |
| 12     | Estructura soporte .....                          | 39 |
| 13     | Data sheets .....                                 | 40 |
| 13.1   | Módulo fotovoltaico TALESUN 330W.....             | 40 |
| 13.2   | Inversor Power Electronics FS2800CH15 .....       | 42 |

# 1 Introducción

A diferencia de una instalación aislada donde se deben satisfacer unas necesidades energéticas, las instalaciones conectadas a la red tienen como objeto la producción energética para que, posteriormente, ésta sea vertida en la red de distribución.

Estas instalaciones buscan unos buenos rendimientos energéticos para obtener unos resultados económicos tales que hagan atractivos los tiempos de retorno de la inversión inicial.

El cálculo de este tipo de instalaciones se basa en conocer la producción energética de un campo solar, que estará definida por las características técnicas de los módulos fotovoltaicos y de los inversores empleados.

Con carácter general, el dimensionamiento y la potencia de las instalaciones solares fotovoltaicas pueden estar condicionadas por los siguientes factores:

- Condiciones económicas.
- Condiciones del espacio físico donde se va a implantar la instalación.
- Condiciones de la capacidad del punto de conexión a la red.
- Condiciones de la capacidad de evacuación de la energía eléctrica.
- Otros condicionantes (urbanísticos, ambientales).

En este caso, la instalación tendrá una potencia que resulte de satisfacer dichos condicionantes. El dimensionamiento se efectuará conforme a lo que se indica a continuación:

- Determinar la cantidad de energía incidente disponible en la ubicación de la instalación.
- Determinar las pérdidas por efecto de la orientación e inclinación del campo de captación, así como de las sombras si las hubiese.
- Definir los principales elementos que constituyen la instalación.
- Determinar el valor que define el rendimiento de la instalación (PR) y que contemple la eficiencia de los elementos integrantes y su respuesta ante factores como la temperatura, el comportamiento de la red, factores ambientales, etc.

## 2 Orientación e inclinación

Los principales factores a tener en cuenta para la ubicación de los módulos fotovoltaicos son la orientación y la inclinación:

- Orientación ( $\alpha$ ): viene caracterizada por el ángulo de acimut,  $\alpha$ , que se define como el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la perpendicular a la superficie del módulo con el meridiano del lugar. El valor óptimo es de  $0^\circ$  en el hemisferio Norte, y  $180^\circ$  en el hemisferio Sur.

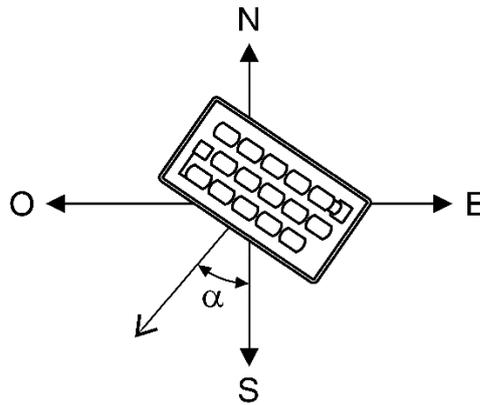


Figura nº 1.  
Fuente: IDAE

- Inclinación ( $\beta$ ): es definida por el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. El valor óptimo varía en función de la latitud del lugar y la época del año.

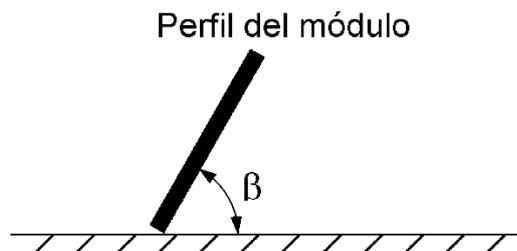


Figura nº 2  
Fuente: IDAE

En el caso del presente proyecto los paneles estarán orientados al Sur, con un acimut de  $0^\circ$  y una inclinación de  $37^\circ$ , valor de inclinación dado por SOLARGIS como óptimo para esta ubicación.

### 3 Cálculo de pérdidas por sombras

En el proceso de diseño de una instalación solar fotovoltaica es fundamental prever donde se van a ubicar los módulos para evitar la aparición de sombras sobre ellos. Estas sombras pueden ser debidas a la existencia de edificios cercanos, árboles, montañas...

El procedimiento de cálculo de pérdidas ocasionadas por sombras consiste en la comparación del perfil de obstáculos que afecta a la superficie de estudio con el diagrama de trayectorias del Sol. Los pasos a seguir son los siguientes:

- Obtención del perfil de obstáculos: se trata en localizar los principales obstáculos que afectan a la superficie de los módulos, en términos de sus coordenadas de acimut y elevación.
- Representación del perfil de obstáculos, en el diagrama de trayectorias del Sol.

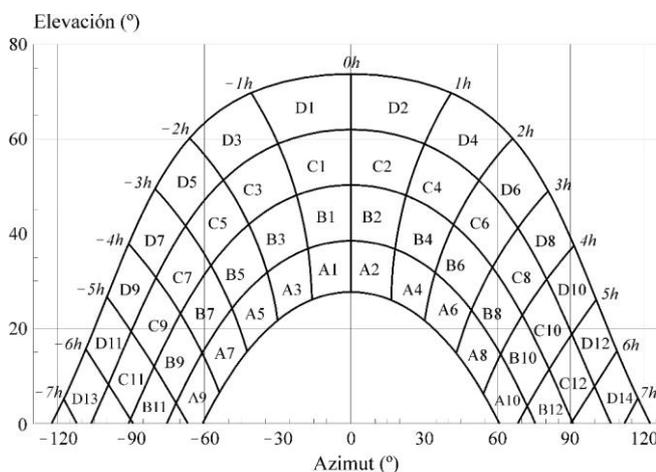


Figura nº 3. Diagrama de trayectorias del Sol  
Fuente: IDAE

- Selección de la tabla de referencia para los cálculos: si un obstáculo cubre una de las porciones, tendremos una cierta pérdida de irradiación. Para la latitud en la cual se va a ubicar la planta solar fotovoltaica, la tabla más apropiada es la siguiente:

| $\beta = 35^\circ$<br>$\alpha = 0^\circ$ | A    | B    | C    | D    |
|------------------------------------------|------|------|------|------|
| 13                                       | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,03 |
| 11                                       | 0,00 | 0,01 | 0,12 | 0,44 |
| 9                                        | 0,13 | 0,41 | 0,62 | 1,49 |
| 7                                        | 1,00 | 0,95 | 1,27 | 2,76 |
| 5                                        | 1,84 | 1,50 | 1,83 | 3,87 |
| 3                                        | 2,70 | 1,88 | 2,21 | 4,67 |
| 1                                        | 3,15 | 2,12 | 2,43 | 5,04 |
| 2                                        | 3,17 | 2,12 | 2,33 | 4,99 |
| 4                                        | 2,70 | 1,89 | 2,01 | 4,46 |
| 6                                        | 1,79 | 1,51 | 1,65 | 3,63 |
| 8                                        | 0,98 | 0,99 | 1,08 | 2,55 |
| 10                                       | 0,11 | 0,42 | 0,52 | 1,33 |
| 12                                       | 0,00 | 0,02 | 0,10 | 0,40 |
| 14                                       | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,02 |

Figura nº 4. Tabla de referencia para los cálculos de pérdidas por sombras  
Fuente: IDAE

- Cálculo final: consiste en sumar las contribuciones de aquellas porciones que resulten total o parcialmente ocultas por el perfil de obstáculos representados.

Para esta ubicación, el perfil de obstáculos ha sido calculado con la herramienta SOLARGIS obteniendo la siguiente figura, donde se puede observar que las pérdidas debidas a sombras causadas por el terreno o edificios son despreciables dado que nos encontramos en un terreno rural prácticamente llano, sin grandes formaciones montañosas o construcciones alrededor.

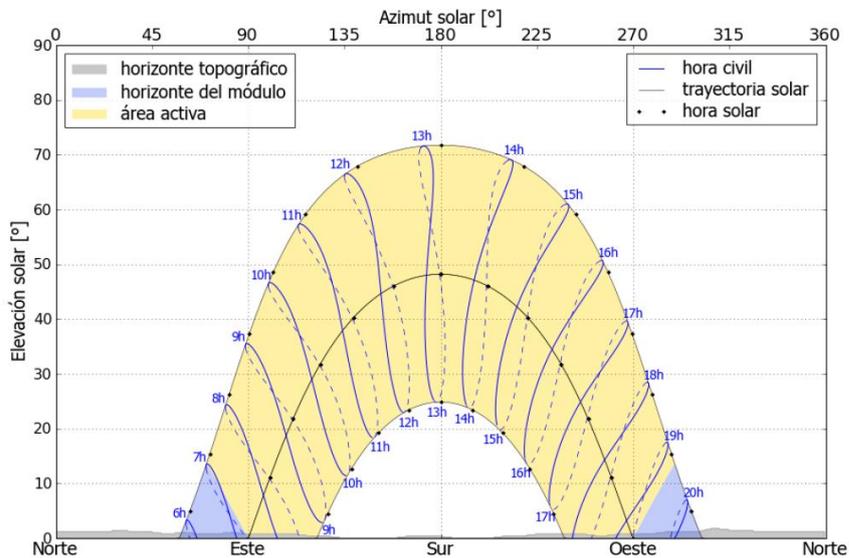


Figura nº 5. Perfil de obstáculos de la Planta Solar Fotovoltaica "Alconaba Solar"  
Fuente: SOLARGIS

## 4 Distancia mínima entre filas de módulos

Además de los edificios, árboles, montañas y otros elementos cercanos, las propias filas de módulos pueden ser una fuente de sombras si no existe la separación adecuada entre ellas. La distancia ( $d$ ) mínima que debe existir entre dos filas depende de la latitud del lugar ( $\varphi$ ) y de la altura ( $h$ ) que existe entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente. Se recomienda que la distancia mínima entre filas sea tal que se garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno.

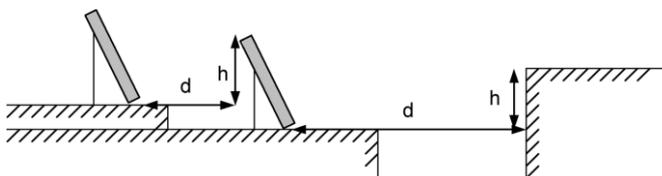


Figura nº 6. Separación entre filas y altura entre parte alta y baja de las filas.  
Fuente: IDAE

En cualquier caso,  $d$  ha de ser como mínimo igual a  $h \cdot k$ , siendo  $k$  un factor adimensional al que, en este caso, se le asigna el valor:

$$k = \frac{1}{\operatorname{tg}(61 - \varphi)} \quad (1)$$

Al tratarse de una configuración 2V, dos módulos en vertical, siendo la altura de un panel 1,960 m y dejando una separación entre módulos de 0,020m, y el ángulo de inclinación de los paneles sobre la horizontal de  $37^\circ$ , la altura  $h$  será:

$$\operatorname{sen} 37^\circ = \frac{h}{2 * 1,960 + 0,020}$$

$$h = 2,371 \text{ m}$$

Sabiendo que la distancia  $d$  tiene que cumplir  $d \Rightarrow h \cdot k$ :

$$d = \frac{h}{\operatorname{tg}(61 - \varphi)}$$

$$d = \frac{2,371 \text{ m}}{\operatorname{tg}(61 - 41,708666)}$$

$$d = 6,774 \text{ m} \cong 7,00 \text{ m}$$

La separación entre filas que tendrá lugar en la Planta Solar Fotovoltaica "Alconaba Solar" será la siguiente:

Tabla nº 1. Separación entre filas

|                                                |               |
|------------------------------------------------|---------------|
| <b>Separación entre filas (<math>d</math>)</b> | <b>7,00 m</b> |
|------------------------------------------------|---------------|

## 5 Cálculo de temperatura de la célula

Se realizan los cálculos con los valores del módulo que se va a instalar en la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar”: Talesun TP672P (H).

La temperatura de operación de la célula fotovoltaica se calcula a partir de la siguiente fórmula:

$$T_{célula} = T_{ambiente} + \left( \frac{T_{NOCT} - 20}{800} \right) \cdot G \quad (2)$$

$T_{NOCT}$  = Temperatura de operación nominal de la célula. Es la temperatura de la célula para una irradiancia de 800W/m<sup>2</sup>, velocidad del viento 1m/s y temperatura ambiente de 20°C a circuito abierto.

Este dato se obtiene de la ficha técnica del fabricante de módulos.

$G$  (W/m<sup>2</sup>) = Irradiancia

- Temperatura mínima de la célula:  
La temperatura mínima de célula se da al amanecer cuando está saliendo el sol, y será igual a la temperatura ambiente mínima absoluta.
- Temperatura máxima de la célula:  
La temperatura máxima de célula se da cuando la temperatura ambiente alcanza la temperatura máxima absoluta.

Sustituyendo en la fórmula nº 2, se obtiene lo siguiente:

$$T_{célula} = 37,40 + \left( \frac{45 - 20}{800} \right) \cdot 1000 = 68,65^{\circ}C$$

Tabla nº 2. Temperatura máxima y mínima de las células

| Temperaturas de célula |         |
|------------------------|---------|
| Temperatura mínima     | -13,6°C |
| Temperatura máxima     | 68,65°C |

## 6 Cálculo asociación en serie de módulos

A partir de las siguientes fórmulas se obtiene el número de módulos en serie y paralelo del generador fotovoltaico.

$$V_{oc}(G) = N_s \cdot V_{oc}(M) \quad (3)$$

$$I_{sc}(G) = N_p \cdot I_{sc}(M) \quad (4)$$

$$V_{mpp}(G) = N_s \cdot V_{mpp}(M) \quad (5)$$

$$N_t = N_s \cdot N_p \quad (6)$$

Los términos de las fórmulas se corresponden con las siguientes definiciones:

- $G$  = Generador fotovoltaico
- $M$  = Módulo fotovoltaico
- $N_s$  = Número de módulos en serie
- $N_p$  = Número de series en paralelo
- $N_t$  = Número total de módulos
- $V_{oc}$  = Tensión de circuito abierto
- $P_o$  = Potencia pico
- $MPP$  = Punto de máxima potencia
- $I_{mpp}$  = Intensidad en el  $MPP$
- $V_{mpp}$  = Tensión en el  $MPP$

Los valores de las fórmulas 3, 4 y 5 que correspondientes al generador fotovoltaico, estarán limitados por las características del inversor.

### 6.1 Datos del módulo e inversor

Tabla nº 3. Datos del módulo Talesun TP672P (H).

| <b>Módulo: CSUN 330-72P</b>              |        |
|------------------------------------------|--------|
| <b>P<sub>máx</sub> [Wp]</b>              | 330    |
| <b>V<sub>oc</sub> [V]</b>                | 45,90  |
| <b>V<sub>mp</sub> [V]</b>                | 37,70  |
| <b>V<sub>máx sistema</sub> [V]</b>       | 1500   |
| <b>I<sub>sc</sub> [A]</b>                | 9,27   |
| <b>I<sub>mp</sub> [A]</b>                | 8,76   |
| <b>Coef. V<sub>oc</sub> [%/°C]</b>       | -0,31  |
| <b>Coef. I<sub>cc</sub> [%/°C]</b>       | 0,06   |
| <b>Irradiancia STC [W/m<sup>2</sup>]</b> | 1000   |
| <b>T<sup>a</sup>cell NOCT [°C]</b>       | 45±2°C |

Tabla nº 4. Datos del inversor Power Electronics FS2800CH15

| <b>Inversor: FS2800CH15 Power Electronics</b> |       |
|-----------------------------------------------|-------|
| <b>V<sub>mppt</sub> mín in [V]</b>            | 913   |
| <b>V<sub>mppt</sub> máx in [V]</b>            | 1.250 |
| <b>V<sub>oc</sub> in [V]</b>                  | 1.500 |
| <b>I<sub>mp</sub> [A]</b>                     | 3.745 |
| <b>I<sub>cc</sub> [A]</b>                     | 5.450 |
| <b>S<sub>n</sub> out, 25°C [kVA/kW]</b>       | 3.345 |
| <b>S<sub>n</sub> out, 50°C [kVA/kW]</b>       | 2.800 |

Se tendrán que cumplir las siguientes fórmulas para la elección óptima del inversor:

- La tensión máxima de entrada de corriente continua que admite el inversor tiene que ser mayor al producto del número de módulos en serie por la tensión a circuito abierto del módulo:

$$\text{Tensión Máxima DC del inversor} > Voc(G) = Ns \cdot Voc(M) \quad (7)$$

- La intensidad máxima de cortocircuito del inversor tiene que ser mayor que el número de series por la intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaico:

$$\text{Intensidad de cortocircuito} > Isc(G) = Np \cdot Isc(M) \quad (8)$$

- La tensión en el punto de máxima potencia del inversor tiene que ser menor que el producto del número de módulos en serie por la tensión del punto de máxima potencia del módulo:

$$\text{Tensión del Inversor en el MPP} < Vmpp(G) = Ns \cdot Vmpp(M) \quad (9)$$

- La intensidad máxima de corriente continua del inversor tiene que ser mayor que el producto del número de series en paralelo por la intensidad del punto de máxima potencia del módulo:

$$\text{Intensidad corriente continua} > Impp(G) = Np \cdot Impp(M) \quad (10)$$

Otro factor a tener en cuenta para aplicar las fórmulas anteriores de cara al dimensionado del inversor es la temperatura de las células fotovoltaicas.

Los parámetros de tensión e intensidad varían con la temperatura. A mayor temperatura, la intensidad es mayor; a menor temperatura, el voltaje es mayor.

En la aplicación de las fórmulas se usarán los valores de tensión a la temperatura mínima de la célula fotovoltaica, y para los valores de intensidad, la temperatura máxima de la célula.

## 6.2 Cálculo de tensiones a temperatura de célula

El cálculo de la tensión a temperatura de funcionamiento de la célula distinta de las condiciones estándar queda definido por la siguiente fórmula:

$$V(T_{célula}) = V(STC) + V(STC) \cdot \lambda \cdot \Delta Temp \quad (11)$$

$V(STC)$  = Tensión del módulo en condiciones estándar (25°C).  
 $\lambda$  = Coeficiente de temperatura de tensión de módulo fotovoltaico.  
 $\Delta Temp$  = Variación de temperaturas.

Tabla nº 5. Valores de tensión a temperatura de la célula

| Tensión a la temperatura de la célula |         |
|---------------------------------------|---------|
| <b>V<sub>oc</sub> (Temp.mín)</b>      | 51,39 V |
| <b>V<sub>mpp</sub> (Temp.mín)</b>     | 42,21 V |
| <b>V<sub>mpp</sub> (Temp.máx)</b>     | 32,60 V |

## 6.3 Cálculo de intensidades a temperatura de célula

El cálculo de la intensidad a temperatura de funcionamiento de la célula distinta de las condiciones estándar queda definido por la siguiente fórmula:

$$I(T_{célula}) = I(STC) + I(STC) \cdot \alpha \cdot \Delta Temp \quad (12)$$

$I(STC)$  = Intensidad del módulo en condiciones estándar (25°C).  
 $\alpha$  = Coeficiente de temperatura de intensidad de módulo fotovoltaico.  
 $\Delta Temp$  = Variación de temperaturas.

Tabla nº 6. Valores de intensidad

| Intensidad a temperatura de la célula |        |
|---------------------------------------|--------|
| <b>I<sub>sc</sub> (Temp.mín)</b>      | 9,06 A |
| <b>I<sub>mp</sub> (Temp.mín)</b>      | 8,56 A |

## 6.4 Resultados aplicación fórmulas asociación serie-paralelo módulos

Por aplicación de las fórmulas descritas anteriormente obtenemos el número máximo de módulos en serie y paralelo que admite el inversor:

$$N_s < \frac{\text{Máxima Tensión entrada DC inversor}}{V_{oc}(T^{\circ} \text{Mínima de la célula})} = \frac{1500 \text{ V}}{51,39 \text{ V}} = 29.19$$

→ 29 Módulos por serie

$$N_s < \frac{\text{Máxima Tensión MPPT del inversor}}{V_{mpp}(T^{\circ} \text{Mínima de la célula})} = \frac{1250 \text{ V}}{42,21 \text{ V}} = 29,61 \rightarrow 29 \text{ Módulos por serie}$$

$$N_s > \frac{\text{Mínima Tensión MPPT del inversor}}{V_{mpp}(T^\circ \text{ Máxima de la célula})} = \frac{913 \text{ V}}{32,60 \text{ V}} = 28,01 \rightarrow 29 \text{ Módulos por serie}$$

$$N_p < \frac{\text{Intesidad máxima de cortocircuito del inversor}}{I_{sc}(T^\circ \text{ Mínima de la célula})} = \frac{5.450 \text{ A}}{9,06 \text{ A}} = 601.55$$

→ 601 Series

Aunque las características del inversor permiten hasta un máximo de 601 series conectadas a él en paralelo, el número máximo será de 412.

Tabla nº 7. Asociación serie paralelo

| <b>Asociación serie-paralelo</b>           |     |
|--------------------------------------------|-----|
| <b>Nº máximo de módulos por serie</b>      | 29  |
| <b>Nº máximo de series por inversor</b>    | 601 |
| <b>Nº de series por inversor definidas</b> | 412 |

## 7 Cálculo de cableado de baja tensión: corriente continua

La normativa aplicada para el cálculo de la sección del cableado de baja tensión es la norma IEC:

- IEC 60228:2004 - Conductores de cables aislados.
- IEC 60364 - Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 60287 - Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.

### 7.1 Criterio de máxima intensidad admisible

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

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

$$I_{admisible\ cable} = I_{cable\ tabulada} \cdot factores\ corrección \quad (13)$$

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:

$$I_{admisible\ cable} > I_{carga\ del\ cable} \quad (14)$$

El criterio seguido en todo el cableado DC de la planta ha sido el que muestra las fórmulas a continuación, donde 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:

$$I_{carga\ del\ cable\ string} = 1,25 \cdot I_{sc\ (Módulo)} \quad (15)$$

$$I_{carga\ del\ cable\ DC} = 1,25 \cdot I_{sc\ (Módulo)} \cdot N^{\circ}\ Series\ en\ paralelo \quad (16)$$

#### 7.1.1 Condiciones iniciales del emplazamiento

Se han realizado estudios tanto de temperatura del aire y del terreno como de resistividad del terreno para el emplazamiento de la planta, obteniéndose los siguientes valores:

Tabla nº 8. Condiciones iniciales del emplazamiento

| Condiciones iniciales emplazamiento |          |
|-------------------------------------|----------|
| Temperatura del aire                | 40°C     |
| Temperatura del terreno             | 20°C     |
| Resistividad del terreno            | 1,0K*m/W |

### 7.1.2 Cableado 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 reticulado. 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 se corresponde con el método D1 de la norma IEC 60364.

Tabla nº 9. Definición de materiales y métodos de instalación empleados cableado string

| <b>Cableado String</b>                                                           |                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| <b>Método de instalación</b>                                                     | D1                                       |
| <b>Material conductor</b>                                                        | Cobre estañado electrolítico<br>trenzado |
| <b>Tipo de aislamiento</b>                                                       | XLPE                                     |
| <b>N.º de conductores cargados por circuito (incluyendo positivo y negativo)</b> | 2                                        |
| <b>N.º máx de circuitos</b>                                                      | 12                                       |

#### 7.1.2.1 Factores de corrección considerados.

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

Tabla nº 10. Factores de corrección aplicados Cable String

| <b>Factores de corrección</b>        | <b>Tabla de la norma</b> | <b>Valor</b> |
|--------------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Temperatura del terreno (ft)</b>  | B.52.15                  | 1,00         |
| <b>Resistividad del terreno (fr)</b> | B.52.16                  | 1,18         |
| <b>Factor de agrupamiento (fg)</b>   | B.52.19                  | 0,45         |

El factor de agrupamiento considerado se ha supuesto para todos los cables como el caso más desfavorable en el que irán 12 circuitos por el mismo tubo.

$$\text{Factor de corrección} = C = f_t \cdot f_r \cdot f_g = 0,531$$

### 7.1.3 Cableado DC.

El cableado DC hace referencia al cableado que une las cajas de combinación de series (SCB) 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 el inversor. Este método corresponde con el método D2 de la norma IEC 60364.

Tabla nº 11. Definición materiales y métodos instalación cableado DC

| <b>Cableado DC: De SCB a Inversor</b>                                               |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Método de instalación</b>                                                        | D2       |
| <b>Material conductor</b>                                                           | Aluminio |
| <b>Tipo de aislamiento</b>                                                          | XLPE     |
| <b>N.º de conductores cargados por circuito</b><br>(incluyendo positivo y negativo) | 2        |
| <b>N.º máx de circuitos</b>                                                         | 4        |

### 7.1.3.1 Factores de corrección considerados.

Tabla nº 12. Factores de corrección aplicados Cable DC

| <b>Factores de corrección</b>   | <b>Tabla de la norma</b> | <b>Valor</b> |
|---------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Temperatura del terreno</b>  | B.52.15                  | 1,00         |
| <b>Resistividad del terreno</b> | B.52.16                  | 1,05         |
| <b>Factor de agrupamiento</b>   | B.52.19                  | 0,6          |

$$\text{Factor de corrección} = C = f_t \cdot f_r \cdot f_g = 0,630$$

## 7.2 Criterio de máxima caída de tensión.

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%.

Tabla nº 13. Máxima caída de tensión DC

| <b>Caída de tensión</b>              |      |
|--------------------------------------|------|
| <b>Máxima caída de tensión en DC</b> | 1,5% |

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

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°C. Este valor se utiliza para obtener la resistencia del conductor a la temperatura correspondiente de funcionamiento.

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

$$R_{20} = R_t \cdot kt \cdot \frac{1000}{L} \quad (17)$$

Donde:

$R_{20}$  = Resistencia del conductor a 20°C (Ω/km).

$R_t$  = Resistencia del conductor (Ω).

$kt$  = 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:

$$R_{tf} = R_{20} \cdot (1 + \alpha \cdot (tf - 20)) \quad (18)$$

Donde:

$R_{tf}$  = 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).

### 7.2.2 Cálculo de la caída de tensión.

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

$$\Delta U(\%) = \frac{R_{tf} \cdot I}{V} \cdot 100 \quad (19)$$

Donde:

$R_{tf}$  = 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:

$$V = N.^\circ \text{Mód serie} \cdot V_{mpp}(\text{Módulo}) \quad (20)$$

$$I = I_{mpp}(\text{Módulo}) \quad (2117)$$

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:

$$V = N.^\circ \text{Mód serie} \cdot V_{mpp}(\text{Módulo}) \quad (2218)$$

$$I = N.^\circ \text{Series paralelo} \cdot I_{mpp}(\text{Módulo}) \quad (2320)$$

## 7.3 Dimensionado de cables string

Teniendo en consideración lo dicho con anterioridad en lo referente al cálculo de la sección de los cables string, la Tabla 15 muestra un resumen de los cálculos realizados.

Tabla nº 14. Cálculo de secciones Cable String

| Cálculo de secciones - Cables String |              |                            |              |                  |                |                      |       |
|--------------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|------------------|----------------|----------------------|-------|
| Denominación String                  | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Isc*1.25 (A) | $\Omega$ DC 20°C | $\Delta V$ (%) | I <sub>max</sub> (A) | C     |
| <b>SC.01</b>                         |              |                            |              |                  |                |                      |       |
| SC.01-S.01                           | 221.36       | 6                          | 11.59        | 0.731            | 0.75%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.02                           | 221.36       | 6                          | 11.59        | 0.731            | 0.75%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.03                           | 160.92       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.54%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.04                           | 160.92       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.54%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.05                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.34%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.06                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.34%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.07                           | 40.03        | 6                          | 11.59        | 0.132            | 0.13%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.08                           | 40.03        | 6                          | 11.59        | 0.132            | 0.13%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.09                           | 194.56       | 6                          | 11.59        | 0.642            | 0.66%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.10                           | 194.56       | 6                          | 11.59        | 0.642            | 0.66%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.11                           | 134.11       | 6                          | 11.59        | 0.443            | 0.45%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.12                           | 134.11       | 6                          | 11.59        | 0.443            | 0.45%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.13                           | 73.67        | 6                          | 11.59        | 0.243            | 0.25%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.14                           | 73.67        | 6                          | 11.59        | 0.243            | 0.25%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.15                           | 15.26        | 6                          | 11.59        | 0.050            | 0.05%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.01-S.16                           | 15.26        | 6                          | 11.59        | 0.050            | 0.05%          | 28.14                | 0.531 |
| <b>SC.02</b>                         |              |                            |              |                  |                |                      |       |
| SC.02-S.01                           | 39.93        | 6                          | 11.59        | 0.132            | 0.75%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.02                           | 39.93        | 6                          | 11.59        | 0.132            | 0.75%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.03                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.54%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.04                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.54%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.05                           | 160.80       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.34%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.06                           | 160.80       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.34%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.07                           | 15.26        | 6                          | 11.59        | 0.050            | 0.13%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.08                           | 15.26        | 6                          | 11.59        | 0.050            | 0.13%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.09                           | 75.71        | 6                          | 11.59        | 0.250            | 0.66%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.10                           | 75.71        | 6                          | 11.59        | 0.250            | 0.66%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.11                           | 134.11       | 6                          | 11.59        | 0.443            | 0.45%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.12                           | 134.11       | 6                          | 11.59        | 0.443            | 0.45%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.13                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.25%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.14                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.25%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.15                           | 160.92       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.05%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.02-S.16                           | 160.92       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.05%          | 28.14                | 0.531 |
| <b>SC.03</b>                         |              |                            |              |                  |                |                      |       |
| SC.03-S.01                           | 221.36       | 6                          | 11.59        | 0.731            | 0.75%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.03-S.02                           | 221.36       | 6                          | 11.59        | 0.731            | 0.75%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.03-S.03                           | 160.92       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.54%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.03-S.04                           | 160.92       | 6                          | 11.59        | 0.531            | 0.54%          | 28.14                | 0.531 |
| SC.03-S.05                           | 100.47       | 6                          | 11.59        | 0.332            | 0.34%          | 28.14                | 0.531 |

Anejo II. Cálculos Justificativos

|              |        |   |       |       |       |       |       |
|--------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| SC.03-S.06   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.07   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.08   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.09   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.10   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.11   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.12   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.15   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.03-S.16   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.04</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.04-S.01   | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.02   | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.03   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.04   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.05   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.06   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.07   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.08   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.09   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.10   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.11   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.12   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.13   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.14   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.15   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.04-S.16   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.05</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.05-S.01   | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.02   | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.03   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.04   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.05   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.06   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.07   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.08   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.09   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.10   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.11   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.12   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.15   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.05-S.16   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |

| <b>SC.06</b> |        |   |       |       |       |       |       |
|--------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| SC.06-S.01   | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.02   | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.03   | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.04   | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.05   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.06   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.07   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.08   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.09   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.10   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.11   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.12   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.15   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.06-S.16   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.07</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.07-S.01   | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.02   | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.03   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.04   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.05   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.06   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.07   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.08   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.09   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.10   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.11   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.12   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.15   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.07-S.16   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.08</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.08-S.01   | 39.93  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.02   | 39.93  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.03   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.04   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.05   | 160.80 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.06   | 160.80 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.07   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.08   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.09   | 75.71  | 6 | 11.59 | 0.250 | 0.26% | 28.14 | 0.531 |
| SC.08-S.10   | 75.71  | 6 | 11.59 | 0.250 | 0.26% | 28.14 | 0.531 |

Anejo II. Cálculos Justificativos

|                   |        |   |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>SC.08-S.11</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.08-S.12</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.08-S.13</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.08-S.14</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.08-S.15</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.08-S.16</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.09-S.01</b> | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.02</b> | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.03</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.04</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.05</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.06</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.07</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.08</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.09</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.10</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.11</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.12</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.13</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.14</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.15</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.09-S.16</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.10-S.01</b> | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.02</b> | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.03</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.04</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.05</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.06</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.07</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.08</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.09</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.10</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.11</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.12</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.13</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.14</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.15</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.10-S.16</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.11</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.11-S.01</b> | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.11-S.02</b> | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.11-S.03</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.11-S.04</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |

|              |        |   |       |       |       |       |       |
|--------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| SC.11-S.05   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.06   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.07   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.08   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.09   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.10   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.11   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.12   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.15   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.11-S.16   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.12</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.12-S.01   | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.02   | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.03   | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.04   | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.05   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.06   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.07   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.08   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.09   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.10   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.11   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.12   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.15   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.12-S.16   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.13</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.13-S.01   | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.02   | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.03   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.04   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.05   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.06   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.07   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.08   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.09   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.10   | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.11   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.12   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.13   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.14   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.13-S.15   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |

Anejo II. Cálculos Justificativos

|                   |        |   |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>SC.13-S.16</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.14-S.01</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.02</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.03</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.04</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.05</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.06</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.07</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.08</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.09</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.10</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.11</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.12</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.13</b> | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.14</b> | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.15</b> | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.14-S.16</b> | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.15-S.01</b> | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.02</b> | 221.36 | 6 | 11.59 | 0.731 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.03</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.04</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.05</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.06</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.07</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.08</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.09</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.10</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.11</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.12</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.13</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.14</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.15</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.15-S.16</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.16-S.01</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.02</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.03</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.04</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.05</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.06</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.07</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.08</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.09</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |

|                   |        |   |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>SC.16-S.10</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.11</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.12</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.13</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.14</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.15</b> | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.16-S.16</b> | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.17-S.01</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.02</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.03</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.04</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.05</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.06</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.07</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.08</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.09</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.10</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.11</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.12</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.13</b> | 281.56 | 6 | 11.59 | 0.929 | 0.95% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.14</b> | 281.56 | 6 | 11.59 | 0.929 | 0.95% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.15</b> | 221.14 | 6 | 11.59 | 0.730 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.17-S.16</b> | 221.14 | 6 | 11.59 | 0.730 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.18-S.01</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.02</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.03</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.04</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.05</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.06</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.07</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.08</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.09</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.10</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.11</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.12</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.13</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.14</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.15</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.18-S.16</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.19-S.01</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.02</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.03</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |

Anejo II. Cálculos Justificativos

|                   |        |   |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>SC.19-S.04</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.05</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.06</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.07</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.08</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.09</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.10</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.11</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.12</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.13</b> | 221.14 | 6 | 11.59 | 0.730 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.14</b> | 221.14 | 6 | 11.59 | 0.730 | 0.75% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.15</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.19-S.16</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.20-S.01</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.02</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.03</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.04</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.05</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.06</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.07</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.08</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.09</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.10</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.11</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.12</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.13</b> | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.14</b> | 121.18 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.15</b> | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.20-S.16</b> | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.21-S.01</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.02</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.03</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.04</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.05</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.06</b> | 194.56 | 6 | 11.59 | 0.642 | 0.66% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.07</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.08</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.09</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.10</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.11</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.12</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.13</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.21-S.14</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |

|              |        |   |       |       |       |       |       |
|--------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| SC.21-S.15   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.21-S.16   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.22</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.22-S.01   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.02   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.03   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.04   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.05   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.06   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.07   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.08   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.09   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.10   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.11   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.12   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.13   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.14   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.15   | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| SC.22-S.16   | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.23</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.23-S.01   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.02   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.03   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.04   | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.05   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.06   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.07   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.08   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.09   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.10   | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.11   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.12   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.13   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.14   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.15   | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| SC.23-S.16   | 181.60 | 6 | 11.59 | 0.599 | 0.61% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24</b> |        |   |       |       |       |       |       |
| SC.24-S.01   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.02   | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.03   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.04   | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.05   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.06   | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.07   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| SC.24-S.08   | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |

Anejo II. Cálculos Justificativos

|                   |        |   |       |       |       |       |       |
|-------------------|--------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>SC.24-S.09</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.10</b> | 134.11 | 6 | 11.59 | 0.443 | 0.45% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.11</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.12</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.13</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.14</b> | 100.47 | 6 | 11.59 | 0.332 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.15</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.24-S.16</b> | 160.92 | 6 | 11.59 | 0.531 | 0.54% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.25-S.01</b> | 100.25 | 6 | 11.59 | 0.331 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.02</b> | 100.25 | 6 | 11.59 | 0.331 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.03</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.04</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.05</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.06</b> | 73.67  | 6 | 11.59 | 0.243 | 0.25% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.07</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.08</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.09</b> | 100.25 | 6 | 11.59 | 0.331 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.10</b> | 100.25 | 6 | 11.59 | 0.331 | 0.34% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.11</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.12</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.13</b> | 121.16 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.14</b> | 121.16 | 6 | 11.59 | 0.400 | 0.41% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.15</b> | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.25-S.16</b> | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26</b>      |        |   |       |       |       |       |       |
| <b>SC.26-S.01</b> | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.02</b> | 60.73  | 6 | 11.59 | 0.200 | 0.20% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.03</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.04</b> | 40.03  | 6 | 11.59 | 0.132 | 0.13% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.05</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.06</b> | 15.26  | 6 | 11.59 | 0.050 | 0.05% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.07</b> | 56.35  | 6 | 11.59 | 0.186 | 0.19% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.08</b> | 56.35  | 6 | 11.59 | 0.186 | 0.19% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.09</b> | 116.79 | 6 | 11.59 | 0.385 | 0.39% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.10</b> | 116.79 | 6 | 11.59 | 0.385 | 0.39% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.11</b> | 77.05  | 6 | 11.59 | 0.254 | 0.26% | 28.14 | 0.531 |
| <b>SC.26-S.12</b> | 77.05  | 6 | 11.59 | 0.254 | 0.26% | 28.14 | 0.531 |

## 7.4 Dimensionado de cables DC

Teniendo en consideración lo dicho con anterioridad en lo referente al cálculo de la sección de los cables DC, la Tabla 16 muestra un resumen de los cálculos realizados.

Tabla nº 15. Cálculo de secciones Cable DC

| Cálculo de secciones Cables DC |              |                            |              |                  |                      |      |                      |
|--------------------------------|--------------|----------------------------|--------------|------------------|----------------------|------|----------------------|
| Denominación Cable DC          | Longitud (m) | Sección (mm <sup>2</sup> ) | Isc*1.25 (A) | $\Omega$ DC 20°C | I <sub>max</sub> (A) | C    | $\Delta V$ total (%) |
| SC.01                          | 336.24       | 240                        | 185.40       | 0.042            | 216.09               | 0.63 | 1.44%                |
| SC.02                          | 352.52       | 240                        | 185.40       | 0.044            | 216.09               | 0.63 | 1.27%                |
| SC.03                          | 294.82       | 240                        | 185.40       | 0.037            | 216.09               | 0.63 | 1.35%                |
| SC.04                          | 290.46       | 240                        | 185.40       | 0.036            | 216.09               | 0.63 | 1.14%                |
| SC.05                          | 253.43       | 240                        | 185.40       | 0.032            | 216.09               | 0.63 | 1.27%                |
| SC.06                          | 228.36       | 185                        | 185.40       | 0.037            | 186.48               | 0.63 | 1.16%                |
| SC.07                          | 193.68       | 185                        | 185.40       | 0.032            | 186.48               | 0.63 | 1.27%                |
| SC.08                          | 186.97       | 185                        | 185.40       | 0.031            | 186.48               | 0.63 | 1.05%                |
| SC.09                          | 170.63       | 185                        | 185.40       | 0.028            | 186.48               | 0.63 | 1.21%                |
| SC.10                          | 124.87       | 185                        | 185.40       | 0.020            | 186.48               | 0.63 | 0.88%                |
| SC.11                          | 129.24       | 185                        | 185.40       | 0.021            | 186.48               | 0.63 | 1.09%                |
| SC.12                          | 62.77        | 185                        | 185.40       | 0.010            | 186.48               | 0.63 | 0.71%                |
| SC.13                          | 87.85        | 185                        | 185.40       | 0.014            | 186.48               | 0.63 | 0.98%                |
| SC.14                          | 61.96        | 185                        | 185.40       | 0.010            | 186.48               | 0.63 | 0.78%                |
| SC.15                          | 46.43        | 185                        | 185.40       | 0.008            | 186.48               | 0.63 | 0.87%                |
| SC.16                          | 124.06       | 185                        | 185.40       | 0.020            | 186.48               | 0.63 | 0.95%                |
| SC.17                          | 150.09       | 185                        | 185.40       | 0.025            | 186.48               | 0.63 | 1.35%                |
| SC.18                          | 186.15       | 185                        | 185.40       | 0.031            | 186.48               | 0.63 | 1.04%                |
| SC.19                          | 107.74       | 185                        | 185.40       | 0.018            | 186.48               | 0.63 | 1.04%                |
| SC.20                          | 227.57       | 185                        | 185.40       | 0.037            | 186.48               | 0.63 | 1.23%                |
| SC.21                          | 149.13       | 185                        | 185.40       | 0.024            | 186.48               | 0.63 | 1.06%                |
| SC.22                          | 289.68       | 185                        | 185.40       | 0.048            | 186.48               | 0.63 | 1.39%                |
| SC.23                          | 190.54       | 185                        | 185.40       | 0.031            | 186.48               | 0.63 | 1.13%                |
| SC.24                          | 351.76       | 240                        | 185.40       | 0.044            | 216.09               | 0.63 | 1.27%                |
| SC.25                          | 252.64       | 240                        | 185.40       | 0.032            | 216.09               | 0.63 | 0.93%                |
| SC.26                          | 356.13       | 240                        | 139.05       | 0.045            | 216.09               | 0.63 | 0.94%                |

## 8 Cálculo de cableado de baja tensión: corriente alterna

El cableado AC de baja tensión hace referencia al cableado que conecta la salida del inversor con el devanado de baja tensión del transformador de potencia.

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 IEC 60364.

Tabla nº 16. Definición materiales y métodos instalación cableado AC baja

| <b>Cableado AC</b>                          |          |
|---------------------------------------------|----------|
| <b>Método de instalación</b>                | F        |
| <b>Material conductor</b>                   | Aluminio |
| <b>Tipo de aislamiento</b>                  | XLPE     |
| <b>N.º de conductores cargados por fase</b> | 8        |
| <b>N.º máx de circuitos</b>                 | 1        |

### 8.1 Factores de corrección considerados.

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

Tabla nº 17. Factores de corrección aplicados cable AC baja

| <b>Factores de corrección</b> | <b>Tabla de la norma</b> | <b>Valor</b> |
|-------------------------------|--------------------------|--------------|
| <b>Temperatura ambiente</b>   | B.52.14                  | 0,91         |
| <b>Factor de agrupamiento</b> | B.52.17                  | 1            |

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 1.

### 8.2 Criterio de máxima caída de tensión considerado

El criterio seguido para la selección de la sección del conductor de baja tensión AC es que la caída de tensión sea la de la Tabla 19:

Tabla nº 18. Máxima caída de tensión AC

| <b>Caída de tensión</b>                                                                                 |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>Máxima caída de tensión en AC:</b>                                                                   |      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Entre inversor y subestación de seccionamiento</b></li> </ul> | 0.5% |

### 8.3 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.

$$R_{AC} = R_{DC} \cdot (1 + y_s + y_p) \quad (24)$$

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.

#### 8.3.1 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:

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4} \quad (25)$$

Donde:

$$x_s^2 = \frac{8\pi f}{R_{DC}} \cdot 10^{-7} \cdot k_s \quad (26)$$

Donde:

F= frecuencia de la corriente de alimentación (Hz).

$k_s$ =Coeficiente tabulado en la norma.

#### 8.3.2 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:

$$y_p = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4} \cdot \left(\frac{dc}{s}\right)^2 \cdot 2,9 \quad (27)$$

Donde:

$$x_p^2 = \frac{8\pi f}{R_{DC}} \cdot 10^{-7} \cdot k_p \quad (28)$$

Donde:

$dc$ =diámetro del conductor (mm).

$s$ = distancia entre ejes de los conductores (mm).

$k_p$ =Coeficiente tabulado en la norma.

### 8.3.3 Cálculo de la caída de tensión.

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

$$\Delta U(\%) = \frac{R_{tf} \cdot I}{V} \cdot 100 \quad (29)$$

Donde:

$R_{tf}$  = 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 entre el cableado del Inversor al trafo se obtendrá la resistencia en AC a la temperatura de 90°C y los valores de tensión e intensidad a aplicar son:

$$V = \text{Tensión de salida del inversor} \quad (30)$$

$$I = \text{Intensidad de salida del inversor} \quad (31)$$

## 8.4 Dimensionado de cables AC

Tabla nº 19. Cálculo de secciones Cable AC baja

| Cálculo de secciones Cables AC Baja Tensión |                            |           |                  |                |                      |      |
|---------------------------------------------|----------------------------|-----------|------------------|----------------|----------------------|------|
| Longitud (m)                                | Sección (mm <sup>2</sup> ) | N. Cables | $\Omega$ AC 20°C | $\Delta V$ (%) | $I_{\text{max}}$ (A) | C    |
| 7.04                                        | 185                        | 8         | 0.0012           | 0.15%          | 3016.13              | 0.91 |

## 9 Cálculo de cableado de media tensión: corriente alterna

La normativa aplicada para el cálculo de la sección de cableado de media tensión es la norma IEC.

- IEC 60228:2004 - 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.

### 9.1 Criterio máxima intensidad admisible.

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

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

$$I_{admissible\ cable} = I_{cable\ tabulada} \cdot factores\ corrección \quad (32)$$

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:

$$I_{admissible\ cable} > I_{carga\ del\ cable} \quad (33)$$

### 9.2 Cableado entre transformador y celdas.

El cableado entre el transformador y las celdas de media tensión de subestación de seccionamiento será cable de Aluminio clase 2, con aislamiento termoestable XLPE. El circuito estará formado por tres conductores unipolares.

El método de instalación del cableado será enterrado directamente.

Tabla nº 20. Definición materiales y métodos instalación cableado entre estaciones

| Cableado entre celdas                       |                        |
|---------------------------------------------|------------------------|
| <b>Método de instalación</b>                | Enterrado directamente |
| <b>Material conductor</b>                   | Aluminio               |
| <b>Tipo de aislamiento</b>                  | XLPE                   |
| <b>N.º de conductores cargados por fase</b> | 1                      |
| <b>N.º máx de circuitos</b>                 | 1                      |

### 9.2.1 Factores de corrección considerados.

De acuerdo con el RLAT, ITC-LAT 06 los factores de corrección aplicados son:

Tabla nº 21. Factores de corrección aplicados

| Factores de corrección   | Tabla ITC-LAT 06 | Valor |
|--------------------------|------------------|-------|
| Temperatura del terreno  | Tabla 7          | 1,04  |
| Resistividad del terreno | Tabla 8          | 1.17  |
| Factor de agrupamiento   | Tabla 11         | 1     |

### 9.2.2 Criterio de 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:

$$\frac{I_{cc}}{S} = \frac{K}{\sqrt{t_{cc}}} \quad (34)$$

Donde:

$I_{cc}$ =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).

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 0,3s.

## 9.3 Cálculo de corrientes de cortocircuito en AC.

Según las prescripciones técnicas de IBDE, las instalaciones de conexión a la red de IBDE deberán diseñarse de acuerdo con las intensidades máximas de cortocircuito indicadas.

Los equipos eléctricos deberán estar diseñados para soportar las intensidades de diseño indicadas.

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

Tabla nº 22. Datos iniciales en el punto de conexión y línea conexión

| Datos iniciales            |        |
|----------------------------|--------|
| Corriente de Cortocircuito | 12.5kA |
| Potencia de Cortocircuito  | 350MVA |

|                          |      |
|--------------------------|------|
| <b>Voltaje de la red</b> | 20kV |
|--------------------------|------|

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:

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.

$$I_{CC} = \frac{c \cdot \frac{U_{red}}{\sqrt{3}}}{\sum Z} \quad (35)$$

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 ( $\Omega$ ).

### 9.3.1 Cálculo de impedancias equivalentes.

#### 9.3.1.1 Impedancia equivalente de la red.

$$Z_{red} = 1,1 \cdot \frac{U^2}{S_{cc}} \quad (36)$$

Donde:

$U$ =Tensión nominal de la red (kV).

$S_{cc}$ =Potencia de cortocircuito de la red (kVA).

### 9.3.1.2 Impedancia equivalente del cableado de media tensión.

$$Z_{cable} = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad (37)$$

Donde:

$R$ =Resistencia del conductor ( $\Omega$ ).

$X_L$  = Reactancia del conductor ( $\Omega$ ).

### 9.3.1.3 Impedancia equivalente de transformadores de potencia.

$$Z_{trafo} = U_{cc} (\%) \cdot \frac{U^2}{S_N} \quad (38)$$

Donde:

$U$ =Valor del devanado de alta tensión (kV).

$S_N$ = Potencia nominal del transformador (kVA).

$U_{cc}$ = Potencia de cortocircuito del transformador (%).

## 9.4 Dimensionado de cables MV

Tabla nº 23. Cálculo de secciones Cable AC media

| Cálculo de secciones Cables AC Media Tensión |                            |                  |                |                      |
|----------------------------------------------|----------------------------|------------------|----------------|----------------------|
| Longitud (m)                                 | Sección (mm <sup>2</sup> ) | $\Omega$ AC 20°C | $\Delta V$ (%) | I <sub>max</sub> (A) |
| 297.85                                       | 70                         | 0.132            | 0.33%          | 206.41               |

## 10 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 20460-4-43: 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 20460-4-43: 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.

### 10.1 Cálculo protecciones DC.

La protección contra sobreintensidades en el cableado DC se realiza mediante fusibles.

La selección del calibre de los fusibles viene definida por las siguientes fórmulas:

$$I_b < I_n < I_z \quad (39)$$

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:

$$I_f \leq 1,45 \cdot I_z \quad (40)$$

Donde:

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

#### 10.1.1 Protección del cableado string.

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

Como se puede observar en el datasheet del módulo Talesun TP672P (H), el amperaje máximo recomendado es de 15A, por lo que se instalarán fusibles con estas características.

### 10.1.2 Protección del cableado DC.

En el caso del cableado DC desde las cajas de combinación de series hasta las DC Boxes 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.

El inversor recibe 26 circuitos de DC, por lo que 52 fusibles serán instalados

La curva de fusión de los fusibles seleccionados se trata de curvas tipo g.

### 10.2 Cálculo protecciones 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:

$$\text{Poder de corte } IA > I_{cc} \text{ cortocircuito máxima} \quad (41)$$

$$\sqrt{t} = k \cdot \frac{S}{I} \quad (42)$$

Donde:

$t$  = Duración del cortocircuito (s).

$S$  = Sección (mm<sup>2</sup>).

$I$  = Corriente de cortocircuito efectiva (A).

$k$  = Constante que tabulada de la norma.

La curva de los interruptores automáticos seleccionados se trata de la curva tipo C.

## 11 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, del almacén y del centro de control y de los centros de cortes y seccionamiento se dispondrá como un anillo alrededor de estos.
- 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.

De acuerdo con el estudio realizado en la localización, se considerará una resistividad del terreno de 1000  $\Omega \cdot m$ .

### 11.1 Puesta a tierra general

La puesta de tierra general consta de dos partes:

- 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.
- Un conductor de cobre desnudo enterrado bajo la zanja a 1 metro de profundidad. Se ha considerado que este cable mide unos 1005 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:

$$R = 2 \frac{\rho}{l} \quad (43)$$

Donde:

$R$  = Resistencia de la puesta a tierra ( $\Omega$ ).

$\rho$  = Resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

$l$  = Longitud del cable conductor (m).

Para la resistividad del terreno de 1000  $\Omega \cdot m$ , aplicando las consideraciones antes indicadas y aplicando la anterior fórmula se obtiene que el valor de la resistencia de este conductor es de 1,9900  $\Omega$ , comprobando que es menor de 10  $\Omega$ .

## 11.2 Puesta a tierra del centro de inversión

La red de tierras del centro de inversión 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 desfavorable no puede ser superior a 800  $\Omega$ .

El valor de 800 ohmios 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:

$$R = \frac{\rho}{L} = \frac{1000 \Omega}{38,51 m} = 25,967 \Omega$$

El número de picas necesario será:

$$n \geq \frac{25,967 \Omega}{800 \Omega} = 0,0324$$

Se instalará una única varilla para asegurar la instalación.

## 11.3 Puesta a tierra del pararrayos

Los pararrayos pueden conectarse a tierra de la misma manera que los demás elementos, 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 la 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.

## 12 Estructura soporte

La estructura de soporte es uno de los elementos más importantes de la instalación fotovoltaica ya que es la encargada de alojar los módulos y orientarlos de forma que la captación de energía sea máxima. Las estructuras instaladas deberán soportar las cargas mecánicas que puedan tener lugar en la ubicación debido a la fuerza que ejerce el viento al incidir sobre ellas.

Las estructuras están compuestas:

- Los postes que se anclan al terreno.
- El bastidor que sujetará los módulos.
- Las grapas que se encargan de la sujeción de los módulos.
- Las correas.

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 soportar los esfuerzos causados por la fuerza del viento hasta un mínimo de 150 Km/h. Además, debe estar conectada a la red de puesta a tierra para evitar posibles daños al personal.

Teniendo en cuenta que los módulos están orientados al sur, los vientos que causarán mayores esfuerzos sobre la estructura son los de componente norte. 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 29 módulos de largo y 2 de ancho se claven las picas en el suelo a una profundidad de como mínimo 1,5 metros.

## 13 Data sheets

### 13.1 Módulo fotovoltaico TALESUN 330W

# TP672P(H)

Polycrystalline Solar Module  
72 Cell Series



#### KEY FEATURES

### 330W

Highest power output

### 10 years

Material & workmanship warranty

### PID Free

Certified by TUV Rheinland

### 25 years

Linear power output warranty

### 1500V

System Voltage

- Positive power tolerance: 0-+3%
- Robust design: Certified to withstand up to 2400 Pa wind load and up to 5400 Pa snow load
- Proved high reliability built on dozens of projects
- Five busbar cell: Improve the efficiency of modules

#### QUALITY WARRANTY

TALESUN guarantees that defects will not appear in materials and workmanship defined by IEC61215, IEC61730 and UL1703 under normal installation, use and maintenance as specified in Talesun's installation manual for 10 years from the warranty starting date.



#### ABOUT TALESUN

Suzhou Talesun Solar Technologies Co., Ltd. is one of the world's largest integrated PV manufacturers. Its standard and high-efficiency product offerings are among the most powerful and cost-effective in the industry. With over 6 GW of modules installed globally, we are a leading solar energy company built upon proven product reliability and sustainable performance.



#### PERFORMANCE WARRANTY

##### Polycrystalline Solar Cell Modules

- During the first year, TALESUN guarantees the nominal power output of the product will be no less than 97.5% of the labeled power output.
- From year 2 to year 24, the nominal power decline will be no more than 0.7% in each year; by the end of year 25, the nominal power output will be no less than 80.7% of the labeled power output.

### ELECTRICAL PARAMETERS

| Performance at STC (Power Tolerance 0 - +3%) |      |      |      |      |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|
| Maximum Power (Pmax/W)                       | 315  | 320  | 325  | 330  |
| Operating Voltage (Vmpp/V)                   | 36.8 | 37.1 | 37.4 | 37.7 |
| Operating Current (Impp/A)                   | 8.56 | 8.63 | 8.70 | 8.76 |
| Open-Circuit Voltage (Voc/V)                 | 45.2 | 45.5 | 45.7 | 45.9 |
| Short-Circuit Current (Isc/A)                | 9.11 | 9.16 | 9.22 | 9.27 |
| Module Efficiency ηm(%)                      | 16.2 | 16.5 | 16.7 | 17.0 |

| Performance at NOCT           |      |      |      |      |
|-------------------------------|------|------|------|------|
| Maximum Power (Pmax/W)        | 232  | 236  | 240  | 243  |
| Operating Voltage (Vmpp/V)    | 33.8 | 34.1 | 34.4 | 34.6 |
| Operating Current (Impp/A)    | 6.88 | 6.92 | 6.98 | 7.04 |
| Open-Circuit Voltage (Voc/V)  | 41.7 | 42.0 | 42.2 | 42.3 |
| Short-Circuit Current (Isc/A) | 7.38 | 7.42 | 7.46 | 7.51 |

\*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5 \*NOCT: 800W/m², 20°C, AM 1.5, Wind Speed: 1m/s

### MECHANICAL SPECIFICATION

|                           |                                         |
|---------------------------|-----------------------------------------|
| Cell Type                 | Poly Crystalline                        |
| Cell Dimensions           | 156.75*156.75mm(6inch)                  |
| Cell Arrangement          | 72(6*12)                                |
| Weight                    | 22kg(48.5lbs)                           |
| Module Dimensions         | 1960*992*40mm(77.17*39.06*1.57inch)     |
| Cable Length              | 1200mm(47.24inch)                       |
| Cable Cross Section Size  | 4mm²(0.006sq.in)                        |
| Front Glass               | 3.2mm High Transmission, Tempered Glass |
| No. of Bypass Diodes      | 3/6                                     |
| Packing Configuration (1) | 27pcs/Pallet, 648pcs/40hq               |
| Packing Configuration (2) | 27pcs+4pcs/Pallet, 696pcs/40hq          |
| Frame                     | Anodized Aluminium Alloy                |
| Junction Box              | IP65/IP67                               |

### OPERATING CONDITIONS

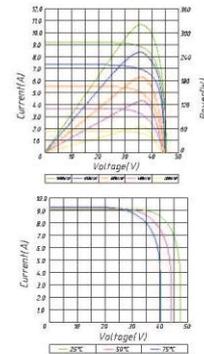
|                        |                |
|------------------------|----------------|
| Maximum System Voltage | 1500V/DC(IEC)  |
| Operating Temp.        | -40°C~+85°C    |
| Maximum Series Fuse    | 15A            |
| Static Loading         | 5400Pa         |
| Conductivity at Ground | ≤ 0.1Ω         |
| Safety Class           | II             |
| Resistance             | ≥100MΩ         |
| Connector              | MC4 Compatible |

**SUZHOU TALESUN SOLAR TECHNOLOGIES CO.,LTD.**  
 Email: sales@talesun.com Web: www.talesun.com Tel: + 86 400 885 1098

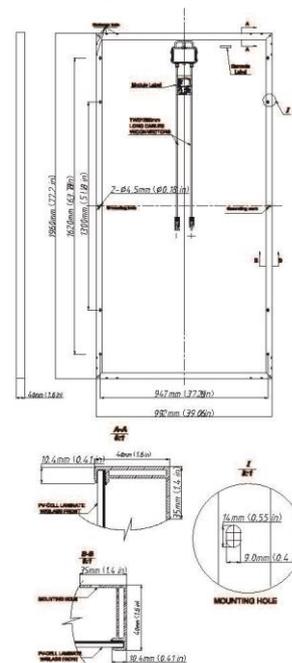
### TEMPERATURE COEFFICIENT

|                              |           |
|------------------------------|-----------|
| Temperature Coefficient Pmax | -0.40%/°C |
| Temperature Coefficient Voc  | -0.31%/°C |
| Temperature Coefficient Isc  | +0.06%/°C |
| NOCT                         | 45±2°C    |

### I-V CURVE TP672P Pm(W)320



### TECHNICAL DRAWINGS



Specifications subject to technical changes without notice. Talesun Solar Rev. 2017.7

## 13.2 Inversor Power Electronics FS2800CH15



# HEC<sub>V1500</sub>

## TECHNICAL CHARACTERISTICS

|                                    |                                      | 645VAC - MPPT Window 913V-1250V                                                                                                                                                                 |               |               |               |               |
|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
|                                    |                                      | FRAME 3                                                                                                                                                                                         | FRAME 4       | FRAME 5       | FRAME 6       | FRAME 7       |
| <b>NUMBER OF MODULES</b>           |                                      | 3                                                                                                                                                                                               | 4             | 5             | 6             | 7             |
| <b>REFERENCE</b>                   |                                      | FS1200CH15                                                                                                                                                                                      | FS1600CH15    | FS2000CH15    | FS2400CH15    | FS2800CH15    |
| <b>OUTPUT</b>                      | AC Output Power(kVA/kW) @50°C [1]    | 1200                                                                                                                                                                                            | 1600          | 2000          | 2400          | 2800          |
|                                    | AC Output Power(kVA/kW) @25°C [1]    | 1430                                                                                                                                                                                            | 1910          | 2390          | 2860          | 3345          |
|                                    | Max. AC Output Current (A) @25°C     | 1285                                                                                                                                                                                            | 1710          | 2140          | 2570          | 3000          |
|                                    | Operating Grid Voltage (VAC)         | 645V ±10%                                                                                                                                                                                       |               |               |               |               |
|                                    | Operating Grid Frequency (Hz)        | 50Hz/60Hz                                                                                                                                                                                       |               |               |               |               |
|                                    | Current Harmonic Distortion (THDi)   | < 3% per IEEES19                                                                                                                                                                                |               |               |               |               |
|                                    | Power Factor (cosine phi) [2]        | 0.0 leading ... 0.0 lagging / Reactive Power injection at night                                                                                                                                 |               |               |               |               |
| <b>INPUT</b>                       | Power Curtailment (kVA)              | 0..100% / 0.1% Steps                                                                                                                                                                            |               |               |               |               |
|                                    | MPPT @full power (VDC) [3]           | 913V - 1250V                                                                                                                                                                                    |               |               |               |               |
|                                    | Maximum DC voltage                   | 1500V                                                                                                                                                                                           |               |               |               |               |
| <b>EFFICIENCY &amp; AUX SUPPLY</b> | Max. DC continuous current (A)       | 1600                                                                                                                                                                                            | 2140          | 2675          | 3210          | 3745          |
|                                    | Max. DC short circuit current (A)    | 2320                                                                                                                                                                                            | 3100          | 3880          | 4650          | 5450          |
| <b>CABINET</b>                     | Efficiency (Max) (η) / (Euroeta) (η) | 98.5% / 98.3%                                                                                                                                                                                   |               |               |               |               |
|                                    | Max. Standby Consumption (Pnight)    | < approx. 50W/per module                                                                                                                                                                        |               |               |               |               |
|                                    | Control Power Supply                 | 400V / 230VAC-6kVA power supply available for external equipment (optional)                                                                                                                     |               |               |               |               |
| <b>ENVIRONMENT</b>                 | Dimensions [WxDxH] [mm]              | 3038x945x2198                                                                                                                                                                                   | 3751x945x2198 | 4464x945x2198 | 5177x945x2198 | 5890x945x2198 |
|                                    | Weight (kg)                          | 2635                                                                                                                                                                                            | 3290          | 3945          | 4600          | 5255          |
| <b>CONTROL INTERFACE</b>           | Air Flow                             | Bottom intake. Exhaust top rear vent.                                                                                                                                                           |               |               |               |               |
|                                    | Type of ventilation                  | Forced air cooling                                                                                                                                                                              |               |               |               |               |
|                                    | Degree of protection                 | IP54                                                                                                                                                                                            |               |               |               |               |
|                                    | Permissible Ambient Temperature      | -35°C[4] to +50°C, >50°C / Active Power derating (>50°C)                                                                                                                                        |               |               |               |               |
| <b>PROTECTIONS</b>                 | Relative Humidity                    | 4% to 100%. Active heating and humidity control                                                                                                                                                 |               |               |               |               |
|                                    | Max. Altitude (above sea level)      | 1000m / >1000m power derating 1% Sn (kVA) per 100m (Max. 4000m)                                                                                                                                 |               |               |               |               |
|                                    | Noise level [4]                      | < 79 dBA                                                                                                                                                                                        |               |               |               |               |
| <b>CONTROL INTERFACE</b>           | Interface                            | Graphic Display (inside cabinet) / Optional Freesun App display or Web display                                                                                                                  |               |               |               |               |
|                                    | Communication protocol               | Modbus TCP/IP                                                                                                                                                                                   |               |               |               |               |
|                                    | Power Plant Controller               | Optional                                                                                                                                                                                        |               |               |               |               |
|                                    | Keyed ON/OFF switch                  | Standard                                                                                                                                                                                        |               |               |               |               |
|                                    | Digital I/O                          | User configurable                                                                                                                                                                               |               |               |               |               |
| <b>PROTECTIONS</b>                 | Analog I/O                           | User configurable                                                                                                                                                                               |               |               |               |               |
|                                    | Ground Fault Protection              | Floating PV array: Isolation Monitoring per MPP<br>Grounded PV Array (Positive pole and negative pole): GFDI protection<br>Optional PV Array transfer kit: GFDI and Isolation monitoring device |               |               |               |               |
|                                    | Humidity control                     | Active Heating                                                                                                                                                                                  |               |               |               |               |
|                                    | General AC Protection & Disconn.     | Circuit Breaker                                                                                                                                                                                 |               |               |               |               |
|                                    | General DC Protection & Disconn.     | External Disconnecting Unit Cabinet                                                                                                                                                             |               |               |               |               |
|                                    | Module AC Protection & Disconn.      | AC contactor & fuses                                                                                                                                                                            |               |               |               |               |
|                                    | Module DC Protection & Disconn.      | DC contactor & DC fuses                                                                                                                                                                         |               |               |               |               |
| Overvoltage Protection             | AC and DC protection (type 2)        |                                                                                                                                                                                                 |               |               |               |               |

NOTES [1] Values at 100V Vac nom and cos φ= 1. Consult Power Electronics for derating curves.  
 [2] Consult P-Q charts available:  $Q(kVA_r) = \sqrt{S(kVA)^2 - P(kW)^2}$   
 [3] Heating kit option required below -20°C.  
 [4] Sound pressure level at a distance of 1m from the rear part.

# **ANEJO III: SERVICIOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**



## Contenido

|   |                                    |   |
|---|------------------------------------|---|
| 1 | Objeto .....                       | 3 |
| 2 | Descripción de los servicios.....  | 3 |
| 3 | Presupuesto preliminar de O&M..... | 4 |



# 1 Objeto

El objeto del presente anejo es servir de referencia acerca de los costes asociados a la operación y mantenimiento de la planta solar fotovoltaica “Alconaba Solar”.

## 2 Descripción de los servicios

Energías del Sol S.L., actuando como promotor del proyecto, tendrá que hacerse cargo de los costes de operación y mantenimiento (O&M) de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar”. Puesto que ésta es una empresa dedicada la prestación de servicios de O&M en plantas solares fotovoltaicas será la misma la que se encargue de la gestión de la planta del proyecto.

Para un correcto funcionamiento de todos los equipos de la instalación y debido a la configuración de la planta, Energías el Sol S.L. ha considerado incluir en el plan de mantenimiento preventivo anual, además de las tareas enunciadas en el punto X.X de la Memoria, las siguientes actividades:

- Inspección termográfica anual con dron del 100% de los módulos de la planta, con la finalidad de detectar posibles paneles dañados.
- Testeo de la curva IV del 10% de los strings de la planta anualmente, testeando cada año nuevos strings. A lo largo de la vida útil de la planta, 30 años, todos los strings habrán sido analizados 3 veces.
- Las inspecciones periódicas de Baja y Media tensión ejecutadas por Organismos de Control Autorizados.
- La calibración bienal externa de los sensores de la estación meteorológica.
- Un desbroce anual de la superficie de total de la planta solar fotovoltaica para evitar sombreamientos en los módulos.
- Una limpieza de módulos en húmedo anual realizada con tractor al que se le acopla un brazo con rodillo.

Al ser una planta de una potencia reducida, no habrá personal dedicado a tiempo completo a la operación y mantenimiento de la misma. Los recursos que Energías del Sol S.L. ha decidido asociar parcialmente al O&M de la Planta Solar Fotovoltaica “Alconaba Solar” son los siguientes:

- 1 responsable del proyecto: será encargado de la elaboración del plan de mantenimiento preventivo anual de la planta. También organizará los turnos de los técnicos que realizarán labores de mantenimiento y gestionará las relaciones con Iberdrola, la compañía distribuidora de la zona, y las empresas que presten los servicios de limpieza de módulos, desbroce de la vegetación y CCTV.
- Técnicos de mantenimiento: serán los encargados de la ejecución de las tareas establecidas en el plan de mantenimiento preventivo, así como de la subsanación de daños que se produzcan en la planta una vez finalizado el período de garantía.
- Centro de control remoto: monitoreará la planta 24/7 para detectar cualquier falla que exista. Estará en permanente contacto con los técnicos a través de email. Cuando se dispare una alarma en la planta, los trabajadores del centro de control

enviarán una notificación a los técnicos asociados a la planta para que la revisen la incidencia con la mayor brevedad posible.

### 3 Presupuesto preliminar de O&M

Energías del Sol S.L., basándose en larga experiencia en la Operación y Mantenimiento de plantas solares fotovoltaicas, ha calculado el siguiente presupuesto (IVA inc.) para la realización del O&M de la planta "Alconaba Solar":

Tabla nº 1. Presupuesto preliminar de O&M

| <b>Concepto</b>                  | <b>Precio anual</b> | <b>Precio/MWp</b> |
|----------------------------------|---------------------|-------------------|
| <b>Mantenimiento eléctrico</b>   | 11,657.76 €         | 2,956.69 €        |
| <b>Limpieza y desbroce anual</b> | 7,142.58 €          | 1,811.53 €        |
| <b>Seguridad</b>                 | 1,246.30 €          | 316.09 €          |
| <b>Total</b>                     | <b>20,046.63 €</b>  | <b>5,084.31 €</b> |

# **ANEJO IV: PRODUCCIÓN Y RENTABILIDAD**



## Contenido

|      |                                                          |    |
|------|----------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Cálculo de la producción energética anual esperada ..... | 3  |
| 1.1. | Reporte SOLARGIS.....                                    | 4  |
| 1.2. | Producción energética anual esperada .....               | 8  |
| 2.   | Cálculo de la rentabilidad de la inversión .....         | 10 |
| 2.1. | Costes de la energía.....                                | 10 |
| 2.2. | Flujos de caja.....                                      | 11 |
| 2.3. | VAN .....                                                | 12 |
| 2.4. | TIR.....                                                 | 12 |



# 1. Cálculo de la producción energética anual esperada

La producción energética anual es estimada de la siguiente manera:

1. Cálculo de la irradiación incidente sobre los módulos fotovoltaicos.
2. Cálculo de las pérdidas debidas al sombreado topográfico.
3. Cálculo de la irradiación global reducida por la reflectividad.
4. Cálculo de las pérdidas debidas a la conversión DC en los módulos.
5. Cálculo de otras pérdidas causadas en el lado DC.
6. Cálculo de pérdidas en el inversor (DC/AC).
7. Cálculo de pérdidas en el transformador y lado AC.
8. Disponibilidad reducida.

Para la realización de estos cálculos se ha empleado el software online SOLARGIS donde se han dado los siguientes parámetros de entrada:

Tabla nº 1. Entradas cálculo de la producción energética con SOLARGIS

| <b>Entradas cálculo de la producción energética con SOLARGIS</b> |          |
|------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>Potencia pico (kW)</b>                                        | 3.942,84 |
| <b>Estructura</b>                                                | Fija     |
| <b>Orientación</b>                                               | Sur      |
| <b>Inclinación</b>                                               | 37°      |
| <b>Pérdidas DC</b>                                               | 1,50%    |
| <b>Pérdidas AC</b>                                               | 1%       |
| <b>Eficiencia del inversor</b>                                   | 98,3%    |
| <b>Disponibilidad</b>                                            | 99%      |

# 1.1. Reporte SOLARGIS



## EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

Número del informe: PV-69731-1907-187  
 Fecha: 10 de julio de 2019 07:06 (UTC)

### 1. Descripción del emplazamiento

Nombre del sitio: Alconaba, España

Coordenadas: 41° 42' 31.09" N, 02° 22' 4.17" W  
 Elevación: 1018 m  
 Pendiente: 2°  
 Orientación: 198° sur

Irradiación global anual en plano inclinado: **1936 kWh/m<sup>2</sup>**  
 Temperatura ambiente anual a 2 m: **10.2 °C**

### 2. Descripción del sistema FV

Potencia instalada: 3943.0 kWp  
 Tipo de módulos: silicio cristalino (c-Si)  
 Estructura: estructura fija, sobreelevada  
 Orient./Incl.: 180° (sur) / 37°  
 Efic. (Euro) inversor: 98.3%  
 Pérdidas DC/AC: 1.5% / 0.5%  
 Disponibilidad: 99.0%

Producción eléctrica anual media: **6585.6 MWh**  
 Rendimiento medio: **86.2%**

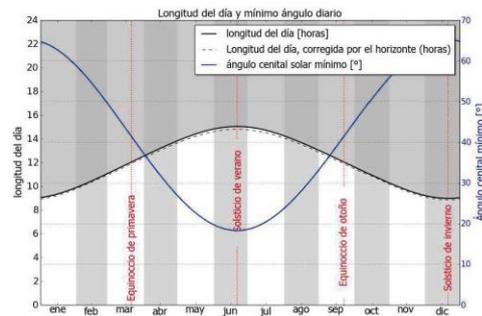
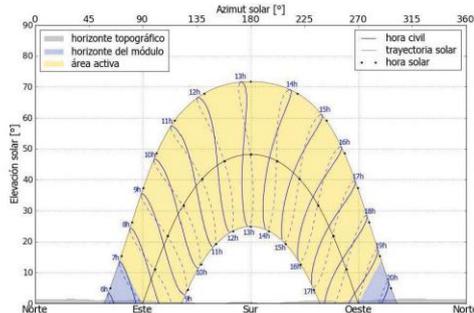
Localización en el mapa: <http://solargis.info/imaps/#!l=Google:satellite&loc=41.7086733388,-2.36800984501&z=16>

### 3. Localización geográfica



Google Maps © 2019 Google

### 4. Horizonte topográfico y longitud del día



Izquierda: Trayectoria solar anual. El horizonte topográfico (en gris) y el horizonte del módulo (en azul) pueden dar lugar a ocultaciones solares. Los puntos negros muestran el tiempo solar verdadero. Las etiquetas en azul indican la hora civil local.

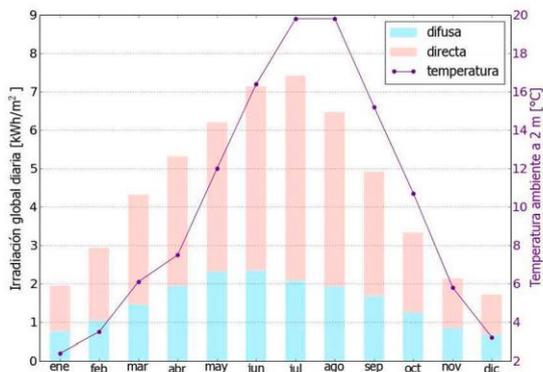
Derecha: Duración del día y ángulo cenital solar a lo largo del año. Si el horizonte local no es nulo, la duración real del día (tiempo en que el Sol está por encima del horizonte local) es menor que la duración astronómica.



Sitio: Alconaba, España, lat/lon: 41.7087°/-2.3680°  
 sistema FV: 3943.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 37°

5. Irradiación global horizontal y temperatura ambiente - referencia climática

| Mes        | Gh <sub>m</sub> | Gh <sub>d</sub> | Dh <sub>d</sub> | T <sub>24</sub> |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| ene        | 60              | 1.95            | 0.77            | 2.4             |
| feb        | 82              | 2.93            | 1.05            | 3.5             |
| mar        | 134             | 4.32            | 1.46            | 6.1             |
| abr        | 160             | 5.32            | 1.95            | 7.5             |
| may        | 192             | 6.20            | 2.32            | 12.0            |
| jun        | 214             | 7.13            | 2.35            | 16.4            |
| jul        | 230             | 7.42            | 2.08            | 19.8            |
| ago        | 201             | 6.47            | 1.94            | 19.8            |
| sep        | 147             | 4.91            | 1.68            | 15.2            |
| oct        | 103             | 3.33            | 1.25            | 10.7            |
| nov        | 64              | 2.13            | 0.85            | 5.8             |
| dic        | 53              | 1.71            | 0.69            | 3.2             |
| <b>año</b> | <b>1640</b>     | <b>4.49</b>     | <b>1.54</b>     | <b>10.2</b>     |



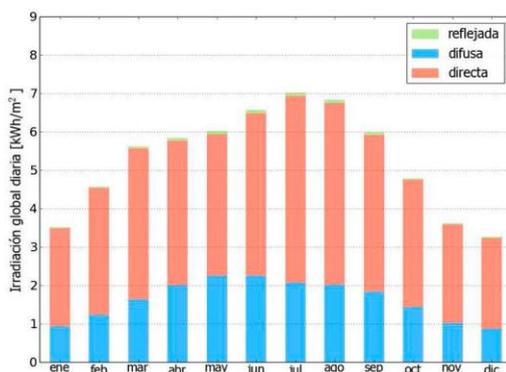
Medias anuales:

- Gh<sub>m</sub> Irradiación global mensual [kWh/m<sup>2</sup>]
- Gh<sub>d</sub> Irradiación global diaria [kWh/m<sup>2</sup>]
- Dh<sub>d</sub> Irradiación difusa diaria [kWh/m<sup>2</sup>]
- T<sub>24</sub> Temperatura ambiente diaria (diurna) [°C]

6. Irradiación global en plano inclinado

Superficie fija, azimut 180° (sur), inclinación. 37°

| Mes        | G <sub>i</sub> <sub>m</sub> | G <sub>i</sub> <sub>d</sub> | D <sub>i</sub> <sub>d</sub> | R <sub>i</sub> <sub>d</sub> | Sh <sub>loss</sub> |
|------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------|
| ene        | 109                         | 3.51                        | 0.94                        | 0.02                        | 0.1                |
| feb        | 128                         | 4.57                        | 1.24                        | 0.04                        | 0.1                |
| mar        | 174                         | 5.61                        | 1.63                        | 0.05                        | 0.1                |
| abr        | 175                         | 5.83                        | 2.00                        | 0.07                        | 0.1                |
| may        | 186                         | 6.01                        | 2.25                        | 0.08                        | 0.1                |
| jun        | 197                         | 6.57                        | 2.25                        | 0.09                        | 0.1                |
| jul        | 218                         | 7.02                        | 2.06                        | 0.09                        | 0.1                |
| ago        | 212                         | 6.83                        | 2.02                        | 0.08                        | 0.1                |
| sep        | 180                         | 5.98                        | 1.83                        | 0.06                        | 0.1                |
| oct        | 149                         | 4.79                        | 1.44                        | 0.04                        | 0.1                |
| nov        | 108                         | 3.61                        | 1.01                        | 0.03                        | 0.1                |
| dic        | 101                         | 3.26                        | 0.86                        | 0.02                        | 0.1                |
| <b>año</b> | <b>1936</b>                 | <b>5.30</b>                 | <b>1.63</b>                 | <b>0.06</b>                 | <b>0.1</b>         |



Medias mensuales:

- G<sub>i</sub><sub>m</sub> Irradiación global mensual [kWh/m<sup>2</sup>]
- G<sub>i</sub><sub>d</sub> Irradiación global diaria [kWh/m<sup>2</sup>]
- D<sub>i</sub><sub>d</sub> Irradiación difusa diaria [kWh/m<sup>2</sup>]
- R<sub>i</sub><sub>d</sub> Irradiación reflejada diaria [kWh/m<sup>2</sup>]

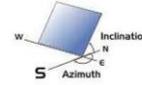
Sh<sub>loss</sub> Pérdidas de irradiación global por sombreado topográfico [%]

Irradiación global anual media para diferentes tipos de superficie:

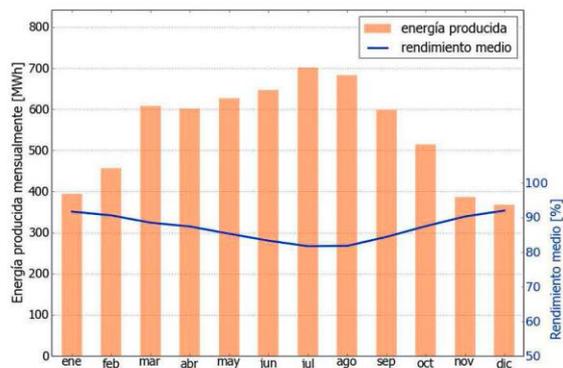
|                              | kWh/m <sup>2</sup> | relativo a la inclinación óptima |
|------------------------------|--------------------|----------------------------------|
| Horizontal                   | 1640               | 84.7%                            |
| Con inclinación óptima (37°) | 1936               | 100.0%                           |
| Seguimiento a 2 ejes         | 2586               | 133.5%                           |
| Su opción                    | 1936               | 100.0%                           |

Sitio: Alconaba, España, lat/lon: 41.7087°/-2.3680°  
 sistema FV: 3943.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 37°

7. Producción eléctrica FV inicial



| Mes        | Es <sub>m</sub> | Es <sub>d</sub> | Et <sub>m</sub> | E <sub>share</sub> | PR          |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|-------------|
| ene        | 100             | 3.22            | 393.9           | 6.0                | 91.7        |
| feb        | 116             | 4.14            | 457.0           | 6.9                | 90.6        |
| mar        | 154             | 4.97            | 607.6           | 9.2                | 88.5        |
| abr        | 153             | 5.09            | 602.5           | 9.1                | 87.4        |
| may        | 159             | 5.13            | 626.9           | 9.5                | 85.3        |
| jun        | 164             | 5.47            | 647.0           | 9.8                | 83.3        |
| jul        | 178             | 5.74            | 701.5           | 10.7               | 81.7        |
| ago        | 173             | 5.59            | 683.3           | 10.4               | 81.8        |
| sep        | 152             | 5.06            | 598.2           | 9.1                | 84.4        |
| oct        | 130             | 4.20            | 513.8           | 7.8                | 87.5        |
| nov        | 98              | 3.27            | 386.4           | 5.9                | 90.3        |
| dic        | 93              | 3.01            | 367.5           | 5.6                | 92.0        |
| <b>año</b> | <b>1670</b>     | <b>4.58</b>     | <b>6585.6</b>   | <b>100.0</b>       | <b>86.2</b> |



Medias mensuales:

|                 |                                                         |                    |                                                |
|-----------------|---------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------|
| Es <sub>m</sub> | Producción eléctrica específica mensual total [kWh/kWp] | E <sub>share</sub> | Porcentaje mensual de producción eléctrica [%] |
| Es <sub>d</sub> | Producción eléctrica específica diaria total [kWh/kWp]  | PR                 | Rendimiento [%]                                |
| Et <sub>m</sub> | Producción eléctrica mensual total [MWh]                |                    |                                                |

8. Pérdidas y rendimiento del sistema

| Fase en la conversión de energía                       | Energía producida [kWh/kWp] | Pérdidas [kWh/kWp] | Pérdidas [%] | Rendimiento [parcial %] | Rendimiento [acumul. %] |
|--------------------------------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------|-------------------------|-------------------------|
| 1. Irrad. global incidente en la superficie (entrada)  | 1938                        | -                  | -            | 100.0                   | 100.0                   |
| 2. Irrad. global reducida por el sombreado topográfico | 1935                        | -2                 | -0.1         | 99.9                    | 99.9                    |
| 3. Irrad. global reducida por la reflectividad         | 1884                        | -51                | -2.6         | 97.3                    | 97.2                    |
| 4. Conversión DC en los módulos                        | 1751                        | -133               | -7.0         | 93.0                    | 90.4                    |
| 5. Otras pérdidas DC                                   | 1725                        | -26                | -1.5         | 98.5                    | 89.0                    |
| 6. Inversores (conversión DC/AC)                       | 1696                        | -29                | -1.7         | 98.3                    | 87.5                    |
| 7. Pérdidas en AC en el transformador y el cableado    | 1687                        | -9                 | -0.5         | 99.5                    | 87.1                    |
| 8. Disponibilidad reducida                             | 1670                        | -17                | -1.0         | 99.0                    | 86.2                    |
| <b>Rendimiento total del sistema</b>                   | <b>1670</b>                 | <b>-267</b>        | <b>-13.8</b> | <b>-</b>                | <b>86.2</b>             |

Fases de conversión de la energía y pérdidas asociadas:

1. Se asume una producción inicial bajo condiciones estándar de operación,
2. Reducción de la irradiación global debido a obstrucciones por el horizonte topográfico y otros módulos FV,
3. Proporción de irradiación global que es reflejada por la superficie de los módulos FV (típicamente, cristalinos),
4. Pérdidas en los módulos debido a la conversión de radiación solar en corriente continua (DC); cambio de la eficiencia por desvío de las condiciones estándar de operación,
5. Pérdidas DC: desajuste entre módulos FV, pérdidas de calor en los cables y conexiones, pérdidas debidas a suciedad, nieve, hielo y auto-sombreado de los módulos FV,
6. Este paso considera la eficiencia (Euro) para aproximar las pérdidas promedio en el inversor,
7. Las pérdidas en la sección AC y el transformador (donde sea aplicable) dependen de la arquitectura del sistema,
8. El parámetro de disponibilidad asume pérdidas debido a periodos de inactividad causados por operaciones de mantenimiento o fallos.

Las pérdidas en los pasos 2 y 4 están modeladas numéricamente en pvPlanner. Las pérdidas en los pasos 5 y 8 deben ser calculadas por el usuario. Los modelos de simulación tienen incertidumbres inherentes que no se contemplan en este informe. Si desea evaluar posibles riesgos, puede encontrar información adicional sobre los métodos de simulación empleados y las incertidumbres asociadas en <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

Sitio: Alconaba, España, lat/lon: 41.7087°/-2.3680°  
sistema FV: 3943.0 kWp, silicio cristalino, sobreelevada, azim. 180° (sur), inclinación 37°

## 9. Solargis v21a - descripción de la base de datos

Solargis es una base de datos climáticos de alta resolución operada por Solargis s.r.o.. Las capas de información incluyen la radiación solar, la temperatura ambiente y datos del terreno (altura y horizonte).

**Temperatura ambiente a 2 m:** obtenida a partir de los reanálisis del CFSR (© NOAA NCEP, USA); años: 1994 - 2011; refinado a valores cada 15 minutos. Los datos han sido tratados topográficamente (la resolución de 1 km) para incluir la alta variabilidad espacial del terreno.

**Radiación solar:** obtenida a partir de los datos atmosféricos y del datos de satélite:

- Meteosat PRIME satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1994 - 2015, los valores de 15 minutos o 30 minutos para Europa, África y Oriente Medio,
- Meteosat IODC satélite (© EUMETSAT, Alemania) 1999 - 2015, 30 - valores de minutos para Asia,
- GOES EAST satélite(© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América,
- GOES WEST satélite(© NOAA, USA) 1999 - 2015, 30 minutos los valores de América y Pacífico,
- MTSAT satélite (© JMA, Japón) 2007 - 2015, los valores de 30 minutos para el Pacífico,
- MACC-II/CAMS (© ECMWF, UK) 2003 - 2015, los datos atmosféricos,
- GFS (© NOAA, USA), 1994 - 2015, los datos atmosféricos,
- MERRA-2 (© NASA, USA), 1994 - 2002, los datos atmosféricos.

Esta evaluación asume años de 365 días. Ocasionalmente, pueden aparecer errores de redondeo numérico que no son atribuibles a defectos del algoritmo aplicado. Puede consultar información adicional sobre los datos, algoritmos y la incertidumbre aplicados en: <http://solargis.com/products/pvplanner/>.

## 10. Proveedor del servicio

Solargis s.r.o. , Milana Marečka 3, 84108 Bratislava, Eslovaquia; ID del proveedor: 45 354 766, CIF: SK2022962766; Registro: Registro comercial, Juzgado de Distrito Bratislava I, Sección Sro, Archivo 62765/B

## 11. Modo de uso

Este informe muestra la estimación de la energía solar en la fase de puesta en marcha de un sistema fotovoltaico. Las estimaciones son lo suficientemente precisas para sistemas FV pequeños y medianos. Para simulaciones con seguidores solares, sólo se presentan opciones teóricas sin considerar 'backtracking' ni sombreado. Para la planificación y financiación de grandes proyectos, es necesaria más información:

1. Distribución estadística e incertidumbre de la radiación solar.
2. Especificación detallada del sistema FV
3. Variabilidad interanual e incertidumbre P90 de la producción FV
4. Ciclo de vida de la producción energética teniendo en cuenta la degradación del rendimiento de los componentes FV. Puede encontrar más información acerca del cálculo completo de la producción FV en:

<http://solargis.com/products/pv-yield-assessment-study/>.

## 12. Responsabilidad e información legal

Dada la naturaleza fluctuante del clima, los cambios inter-anales del mismo, y la incertidumbre en las medidas y los procedimientos de cálculo aplicados, Solargis s.r.o. no puede garantizar totalmente la exactitud de sus datos. No obstante, se ha puesto el máximo empeño en el cálculo preciso de las condiciones climáticas basándose en los mejores datos, software y conocimiento disponibles. Solargis s.r.o. no se responsabiliza de ningún daño ocasionado directa o indirectamente como consecuencia del uso del informe proporcionado.

Este informe es propiedad de © 2019 Solargis s.r.o., todos los derechos reservados.  
Solargis® es una marca registrada de Solargis s.r.o.

## 13. Información de contacto

Este informe ha sido generado por Daniel Marín Ciriano.

Este documento está firmado electrónicamente por Solargis s.r.o..

## 1.2. Producción energética anual esperada

SOLARGIS estima que la producción anual de energía será de 1670 kWh/kWp de modo que la producción total de la planta (3942,84kWp) durante el primer año de operación será de 6584,543 MWh.

Para un cálculo más preciso hay que tener en cuenta la degradación de los paneles fotovoltaicos según lo estimado por el fabricante:

- a) *Durante el primer año, TALESUN garantiza que la potencia nominal del producto no será inferior al 97,5% de la potencia etiquetada (330W/módulo).*
- b) *Desde el año 2 hasta el año 24, la disminución de potencia nominal no será más del 0,7% en cada año; para fines del año 25, la potencia nominal no será inferior al 80,7% de la potencia eléctrica etiquetada.*

Se toman como datos de referencia los indicados en la Tabla nº 2:

Tabla nº 2. Base de cálculos de potencia anual

| <b>Base de cálculos de potencia</b> |            |
|-------------------------------------|------------|
| <b>Potencia 1 módulo</b>            | 330W       |
| <b>Potencia Pico</b>                | 3942,84kWp |

La energía anual producida mínima será la siguiente:

Tabla nº 3. Producción de energía anual esperada

| <b>Año</b> | <b>Rendimiento</b> | <b>Potencia Total (kWp)</b> | <b>Energía incidente (kWh/kWp)</b> | <b>Energía Producida (MWh)</b> |
|------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------------|--------------------------------|
| 1          | 97.5%              | 3844.27                     | 1670                               | 6419.93                        |
| 2          | 96.8%              | 3817.36                     | 1670                               | 6374.99                        |
| 3          | 96.1%              | 3790.64                     | 1670                               | 6330.36                        |
| 4          | 95.5%              | 3764.10                     | 1670                               | 6286.05                        |
| 5          | 94.8%              | 3737.75                     | 1670                               | 6242.05                        |
| 6          | 94.1%              | 3711.59                     | 1670                               | 6198.36                        |
| 7          | 93.5%              | 3685.61                     | 1670                               | 6154.97                        |
| 8          | 92.8%              | 3659.81                     | 1670                               | 6111.88                        |
| 9          | 92.2%              | 3634.19                     | 1670                               | 6069.10                        |
| 10         | 91.5%              | 3608.75                     | 1670                               | 6026.62                        |
| 11         | 90.9%              | 3583.49                     | 1670                               | 5984.43                        |
| 12         | 90.2%              | 3558.41                     | 1670                               | 5942.54                        |
| 13         | 89.6%              | 3533.50                     | 1670                               | 5900.94                        |
| 14         | 89.0%              | 3508.76                     | 1670                               | 5859.63                        |
| 15         | 88.4%              | 3484.20                     | 1670                               | 5818.62                        |
| 16         | 87.7%              | 3459.81                     | 1670                               | 5777.89                        |
| 17         | 87.1%              | 3435.59                     | 1670                               | 5737.44                        |
| 18         | 86.5%              | 3411.54                     | 1670                               | 5697.28                        |
| 19         | 85.9%              | 3387.66                     | 1670                               | 5657.40                        |
| 20         | 85.3%              | 3363.95                     | 1670                               | 5617.80                        |
| 21         | 84.7%              | 3340.40                     | 1670                               | 5578.47                        |
| 22         | 84.1%              | 3317.02                     | 1670                               | 5539.42                        |
| 23         | 83.5%              | 3293.80                     | 1670                               | 5500.65                        |
| 24         | 83.0%              | 3270.74                     | 1670                               | 5462.14                        |
| 25         | 82.4%              | 3247.85                     | 1670                               | 5423.91                        |
| 26         | 81.8%              | 3225.11                     | 1670                               | 5385.94                        |
| 27         | 81.2%              | 3202.54                     | 1670                               | 5348.24                        |
| 28         | 80.7%              | 3180.12                     | 1670                               | 5310.80                        |
| 29         | 80.1%              | 3157.86                     | 1670                               | 5273.62                        |
| 30         | 79.5%              | 3135.75                     | 1670                               | 5236.71                        |

## 2. Cálculo de la rentabilidad de la inversión

### 2.1. Costes de la energía

Para realizar el cálculo de la rentabilidad de la PSF “Alconaba Solar” es necesario conocer sus flujos de caja.

Los gastos que se van a producir debidos a la instalación son el desembolso inicial (4.957.971,95€) y el mantenimiento anual (20,046.63 €) siendo los ingresos únicamente los producidos por la venta de la energía a la compañía distribuidora. Por ello, es interesante conocer los precios a los que se venderá la energía.

Actualmente las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red están reguladas por el Real Decreto 413/2014, por el que se regula el régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía procedente de energías renovables. De acuerdo a este marco regulatorio, las instalaciones podrán percibir durante su vida útil una retribución específica adicional la retribución por la venta de energía valorada a precio de mercado.

En dicho Real Decreto se establecen los precios futuros inferiores de venta de energía en el mercado eléctrico de modo que:

- Año 2017: 42,13 €/MWh
- Año 2018: 41,65 €/MWh
- Año 2019: 41,82 €/MWh

Por otro lado, se puede observar que los precios medios de venta de energía durante los años 2017 y 2018 fueron superiores a estas cifras:

Tabla nº 4. Precio medio del mercado diario  
Fuente: OMIE

| Mes | Precio medio mensual (€/MWh) |              |
|-----|------------------------------|--------------|
|     | 2018                         | 2017         |
| ene | 49,98                        | 71,49        |
| feb | 54,88                        | 51,74        |
| mar | 40,18                        | 43,19        |
| abr | 42,67                        | 43,69        |
| may | 54,92                        | 47,11        |
| jun | 58,46                        | 50,22        |
| jul | 61,88                        | 48,63        |
| ago | 64,33                        | 47,46        |
| sep | 71,27                        | 49,15        |
| oct | 65,08                        | 56,77        |
| nov | 61,97                        | 59,19        |
| dic | 61,81                        | 57,94        |
| año | <b>57,29</b>                 | <b>52,24</b> |

## 2.2. Flujos de caja

Por ellos, para el cálculo de la rentabilidad se han estimado 3 escenarios distintos.

1. El precio de la energía será de 41,65 €/MWh.
2. El precio de la energía será de 52,24 €/MWh.
3. El precio de la energía será de 61,81 €/MWh.

Se presentan los siguientes flujos de caja:

Tabla nº 5. Flujos de caja en función del coste de la energía

| Año | Flujos de caja para coste de la energía<br>(€/MWh) |             |             |
|-----|----------------------------------------------------|-------------|-------------|
|     | 41.65                                              | 52.24       | 61.81       |
| 0   | -4957971.95                                        | -4957971.95 | -4957971.95 |
| 1   | 247,343.42                                         | 315,330.47  | 376,769.20  |
| 2   | 245,471.69                                         | 312,982.83  | 373,991.48  |
| 3   | 243,613.06                                         | 310,651.63  | 371,233.22  |
| 4   | 241,767.45                                         | 308,336.74  | 368,494.26  |
| 5   | 239,934.75                                         | 306,038.06  | 365,774.47  |
| 6   | 238,114.88                                         | 303,755.46  | 363,073.73  |
| 7   | 236,307.75                                         | 301,488.85  | 360,391.88  |
| 8   | 234,513.27                                         | 299,238.10  | 357,728.81  |
| 9   | 232,731.35                                         | 297,003.11  | 355,084.39  |
| 10  | 230,961.90                                         | 294,783.76  | 352,458.47  |
| 11  | 229,204.84                                         | 292,579.95  | 349,850.93  |
| 12  | 227,460.08                                         | 290,391.56  | 347,261.65  |
| 13  | 225,727.53                                         | 288,218.49  | 344,690.49  |
| 14  | 224,007.12                                         | 286,060.64  | 342,137.33  |
| 15  | 222,298.74                                         | 283,917.89  | 339,602.04  |
| 16  | 220,602.32                                         | 281,790.13  | 337,084.50  |
| 17  | 218,917.78                                         | 279,677.28  | 334,584.59  |
| 18  | 217,245.03                                         | 277,579.21  | 332,102.17  |
| 19  | 215,583.99                                         | 275,495.83  | 329,637.13  |
| 20  | 213,934.57                                         | 273,427.03  | 327,189.34  |
| 21  | 212,296.70                                         | 271,372.72  | 324,758.69  |
| 22  | 210,670.30                                         | 269,332.78  | 322,345.05  |
| 23  | 209,055.28                                         | 267,307.12  | 319,948.31  |
| 24  | 207,451.57                                         | 265,295.65  | 317,568.34  |
| 25  | 205,859.08                                         | 263,298.25  | 315,205.04  |
| 26  | 204,277.74                                         | 261,314.84  | 312,858.28  |
| 27  | 202,707.47                                         | 259,345.31  | 310,527.94  |
| 28  | 201,148.19                                         | 257,389.56  | 308,213.92  |
| 29  | 199,599.83                                         | 255,447.51  | 305,916.10  |
| 30  | 198,062.30                                         | 253,519.05  | 303,634.36  |

### 2.3. VAN

El VAN indica la rentabilidad neta generada por el proyecto. Se puede describir como la diferencia entre la cuantía invertida y la cuantía generada por el proyecto, valorando los flujos de caja en el momento actual. Un VAN positivo para el interés elegido supondría una inversión realizable.

Se ha considerado una tasa para la inversión del 4%. Al realizar el cálculo del VAN en función de dicha tasa:

| VAN (tasa=4%) |             |              |
|---------------|-------------|--------------|
| 41,65         | 52,24       | 61,81        |
| -996.386,34 € | 47.156,79 € | 990.188,68 € |

Para un coste de la energía de 41,65 €/MWh, la inversión no se considera realizable. En los escenarios 2 y 3, los VAN sería positivos, definiendo así la inversión como realizable.

### 2.4. TIR

La Tasa Interna de Recuperación de un proyecto representa la tasa a la que el VAN se hace 0. Si la TIR es superior a las tasas impuestas por el mercado, se considera la inversión como realizable.

Tabla nº 6. TIR del proyecto en función de los precios de la energía.

| TIR   |       |       |
|-------|-------|-------|
| 41,65 | 52,24 | 61,81 |
| 2,1%  | 4,1%  | 5,7%  |

# **ANEJO V: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**



## Contenido

|       |                                                                         |    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | Introducción .....                                                      | 3  |
| 2     | Características de la obra .....                                        | 3  |
| 2.1   | Descripción de la obra proyectada .....                                 | 3  |
| 2.2   | Emplazamiento .....                                                     | 3  |
| 2.3   | Climatología .....                                                      | 4  |
| 2.4   | Accesos y vallado .....                                                 | 5  |
| 2.5   | Interferencias y servicios afectados .....                              | 5  |
| 2.6   | Procedimiento para la formación e información de los trabajadores ..... | 5  |
| 2.7   | Coordinación de actividades empresariales .....                         | 6  |
| 3     | Análisis de riesgos y su prevención .....                               | 7  |
| 3.1   | Seguridad aplicada a las fases de la obra .....                         | 8  |
| 3.1.1 | Movimiento de tierras y apertura de zanjas .....                        | 9  |
| 3.1.2 | Ejecución del vallado perimetral .....                                  | 12 |
| 3.1.3 | Extendido y compactación de capas granulares .....                      | 14 |
| 3.1.4 | Montaje de estructuras .....                                            | 15 |
| 3.1.5 | Montaje de módulos .....                                                | 17 |
| 3.1.6 | Ejecución de soleras .....                                              | 18 |
| 3.1.7 | Descarga y colocación del inversor y el transformador .....             | 19 |
| 3.1.8 | Instalaciones .....                                                     | 27 |
| 3.2   | Medidas preventivas en la utilización de máquinas y herramientas .....  | 35 |
| 3.2.1 | Condiciones generales .....                                             | 35 |
| 3.2.2 | Maquinaria .....                                                        | 36 |
| 3.2.3 | Instalaciones provisionales .....                                       | 46 |
| 3.2.4 | Herramientas eléctricas y herramientas manuales .....                   | 47 |
| 3.3   | Señalización .....                                                      | 48 |
| 3.4   | Asistencia a accidentados .....                                         | 50 |
| 3.4.1 | Botiquín de primeros auxilios .....                                     | 50 |
| 3.5   | Prevención de incendios .....                                           | 51 |
| 4     | Presupuesto de seguridad y salud .....                                  | 52 |



# 1 Introducción

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Su autor es Daniel Marín Ciriano, y su elaboración ha sido encargada por el promotor del proyecto. De acuerdo con el artículo 3 del R.D. 1627/1997, si en la obra interviene más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos, o más de un trabajador autónomo, el Promotor deberá designar un Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Esta designación deberá ser objeto de un contrato expreso.

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

## 2 Características de la obra

### 2.1 Descripción de la obra proyectada

Los trabajos a realizar consisten en la construcción de una planta solar fotovoltaica de 3,345 MW nominales (3,943 MW pico) para la generación de energía eléctrica. Los principales componentes de la planta consisten en:

- Estructura metálica fija en la que se colocarán los módulos fotovoltaicos
- Módulos fotovoltaicos
- Cajas de conexiones de primer nivel
- Inversores encargados de transformar la energía generada por los módulos fotovoltaicos en forma de corriente continua a corriente alterna.
- Centro de transformación asociado que eleva la energía eléctrica de baja tensión (645 V) a energía eléctrica de alta tensión (13,2 KV)
- Red de media tensión subterránea que evacúa la energía generada.
- Centro de protección y medida en el que se lleva a cabo la medida de la energía generada.

### 2.2 Emplazamiento

El proyecto se desarrollará en el término municipal de Alconaba, perteneciente a la provincia de Soria, Comunidad Autónoma de Castilla y León. La obra se realizará en las parcelas con la siguiente designación:

Tabla nº 1. Parcelas donde se ubicará la PSF “Alconaba Solar”

| # | Provincia     | Municipio        | Agregado | Zona | Polígono | Parcela | Referencia catastral |
|---|---------------|------------------|----------|------|----------|---------|----------------------|
| 1 | 42 -<br>SORIA | 12 -<br>ALCONABA | 0        | 1    | 10       | 41      | 42012B010000410000FZ |
| 2 | 42 -<br>SORIA | 12 -<br>ALCONABA | 0        | 1    | 10       | 42      | 42012B010000420000FU |
| 3 | 42 -<br>SORIA | 12 -<br>ALCONABA | 0        | 1    | 10       | 43      | 42012B010000430000FH |

El acceso al emplazamiento se realizará desde la carretera SO-P-3003.

## 2.3 Climatología

Los riesgos que deberemos tener en cuenta respecto a la climatología serán los siguientes: Niebla, viento, frío, calor, lluvia, etc.

Niebla: cuando el factor niebla sea muy intenso, se evitará realizar trabajos que precisen buena visibilidad, o si es necesario, serán suspendidos. Una de las medidas que podemos adoptar para mitigar este factor, será la utilización de focos y luces, así como la utilización de ropa reflectante. Los trabajadores deberán saber cuándo deben detener los trabajos por causa de niebla intensa.

Viento: cuando el fenómeno viento sea muy intenso, se pondrán a resguardo aquellos materiales, máquinas o herramientas que puedan ser levantados o arrastrados. Los trabajadores se protegerán los ojos convenientemente con gafas protectoras de las partículas que pueda arrastrar el viento. Se suspenderán los trabajos en el exterior cuando los vientos sean superiores a 50 km/h y se evitará el izado de materiales con la grúa.

Temperatura: en los lugares o locales de trabajo se evitará el exceso de calor o frío y la temperatura durante el tiempo de trabajo será adecuada al organismo humano. Los trabajadores que estén expuestos a altas o bajas temperaturas deberán evitar cambios bruscos de temperatura. Los trabajadores se protegerán adecuadamente contra la irradiación directa y excesiva de calor y se protegerán convenientemente con ropas de abrigo contra las bajas temperaturas. Cuando las condiciones de trabajo lo requieran porque éste deba realizarse en lugares extremadamente fríos o calurosos, se limitará la permanencia de los trabajadores, se establecerán turnos o se interrumpirán las actividades si fuese preciso.

Los trabajadores se hidratarán convenientemente mediante la ingestión de bebidas líquidas (agua) en condiciones de trabajo muy calurosas. En general en aquellos trabajos a realizar al aire libre, el lugar de trabajo deberá estar acondicionado en la medida de lo posible, de forma que los trabajadores estén protegidos de las inclemencias del tiempo.

Lluvia: Se suspenderán los trabajos a realizar en el exterior si el factor lluvia impidiese el normal desarrollo de estos. En aquellos casos en que el factor lluvia no fuese muy intenso se utilizarán luces, ropas reflectantes e impermeables y botas de caña alta.

Cuando el factor lluvia cese, se drenarán los caminos y vías de circulación afectados por el exceso de agua a fin de evitar resbalones y caídas

## **2.4 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.

## **2.5 Interferencias y servicios afectados**

### **Circulaciones peatonales:**

Se prevén escasas interferencias del tráfico peatonal, debido a que es una zona poco transitada peatonalmente y además todos los acopios de material se van a realizar en la propia parcela. Se extremará la vigilancia de forma que la obra se permanecerá cerrada (excepto días de recepción de material previsto), controlando la vigilancia del acceso a la misma.

### **Líneas eléctricas aéreas:**

Existe una línea aérea de tensión 13.2 kV que cruza la parcela diagonalmente.

### **Líneas eléctricas enterradas:**

No se prevé la aparición de líneas eléctricas enterradas.

### **Transformadores eléctricos de superficie o enterrados:**

No se prevé la aparición de transformadores eléctricos.

### **Conductos de gas:**

No se prevé la aparición de conductos de gas.

### **Conductos de agua:**

No se prevé la aparición de conductos de agua.

### **Alcantarillado:**

No se prevé la aparición de alcantarillado.

## **2.6 Procedimiento para la formación e información de los trabajadores**

En cuanto un trabajador entre en la empresa se procederá a darle información de los riesgos presentes en su puesto de trabajo y formación en materia de prevención de riesgos laborales.

Además, la empresa impartirá las charlas periódicas formativas e informativas a los trabajadores, no sólo para dar a conocer los riesgos laborales a los que se encuentran expuestos con motivo de su actividad y que afectan tanto a la empresa en su conjunto como a su propio puesto de trabajo, sino para que una vez conocidos éstos sepan adoptar las medidas preventivas adecuadas ante cada situación de riesgo que se puede presentar a lo largo de sus tareas, de una hora de duración.

La plantilla recibirá una formación teórica y práctica de forma periódica desde el momento de su contratación, y en especial cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñe o se introduzca nuevas tecnología o cambios en los equipos de trabajo.

Los Recursos Preventivos recibirán una formación más amplia en materia de prevención de riesgos laborales a través del Curso de capacitación para el desempeño de funciones de nivel básico en prevención de riesgos laborales que se impartirá por el propio servicio de prevención contratado u otra entidad acreditada cuyos contenidos se adecuarán a las tareas que realizan en la empresa y al citado Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción en vigor, teniendo una duración de 60 horas.

El responsable de seguridad vigilará diariamente el cumplimiento y mantenimiento de las normas, medidas y dispositivos de seguridad, e informará inmediatamente por escrito a la Empresa de cualquier cambio o anomalía en estas condiciones.

Los técnicos del Servicio de Prevención podrán realizar inspecciones de verificación de las condiciones de seguridad y salud y corregirán o evaluarán, en su caso, la aparición de nuevos riesgos. En caso de que se detecten situaciones de riesgo concretas que puedan conllevar la materialización de accidentes, los técnicos de prevención podrán mandar un “comunicado de riesgo” a la empresa.

## **2.7 Coordinación de actividades empresariales**

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

Para realizar la evaluación de los riesgos profesionales se ha utilizado el método basado en la identificación del riesgo, la estimación del riesgo en función de la probabilidad de que ocurra el daño, las consecuencias de este y la valoración de este.

Probabilidad:

- Probable: Cuando el daño ocurrirá siempre o casi siempre.
- Posible: El daño ocurrirá en algunas ocasiones.
- Improbable: El daño ocurrirá raras veces.

Consecuencias:

- Menores: Daños superficiales como cortes, pequeñas magulladuras, irritación de los ojos por polvo, dolor de cabeza...
- Moderadas: Quemaduras, conmociones, torceduras importantes, fracturas menores, sordera, dermatitis, asma, trastornos musculoesqueléticos...
- Mayores: Amputaciones, fracturas mayores, intoxicaciones, lesiones múltiples y lesiones fatales. Cáncer y otras enfermedades crónicas que acorten severamente la vida.

Valoración:

| Tabla de valoración de riesgos |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                |                  |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|------------------|
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Consecuencias (C) |                |                  |
|                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Menor (ME)        | Moderado (MO)  | Mayor (MA)       |
| Probabilidad (PR)              | Improbable (I)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Leve (L)          | Aceptable (A)  | Moderado (M)     |
|                                | Posible (P)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Aceptable (A)     | Moderado (M)   | Importante (I)   |
|                                | Probable (PR)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Moderado (M)      | Importante (I) | Intolerable (IN) |
| Valoración                     | Acción y temporización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |                |                  |
| LEVE                           | No se requiere acción específica                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                   |                |                  |
| ACEPTABLE                      | No se necesita mejorar la acción preventiva. Sin embargo, se deben considerar soluciones más rentables o mejoras que no supongan una carga económica importante. Se requieren comprobaciones periódicas para asegurar que se mantiene la eficacia de las medidas de control.                                                                                                                                                           |                   |                |                  |
| MODERATE                       | Se deben hacer esfuerzos para reducir el riesgo, determinando las inversiones precisas. Las medidas para reducir el riesgo deben implantarse en un periodo determinado.<br>Cuando el riesgo moderado está asociado con consecuencias extremadamente dañinas, se precisará una acción posterior para establecer, con más precisión, la probabilidad de daño como base para determinar la necesidad de mejora de las medidas de control. |                   |                |                  |
| IMPORTANTE                     | No debe comenzarse el trabajo hasta que se haya reducido el riesgo. Puede que se precisen recursos, considerables para controlar el riesgo. Cuando el riesgo corresponda a un trabajo que se está realizando, debe remediarse el problema en un tiempo inferior al de los riesgos moderados.                                                                                                                                           |                   |                |                  |
| INTOLERABLE                    | No debe comenzar ni continuar el trabajo hasta que se reduzca el riesgo. Si no es posible reducir el riesgo, incluso con recursos ilimitados, debe prohibirse el trabajo.                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |                |                  |

### 3.1 Seguridad aplicada a las fases de la obra

En relación con las condiciones de seguridad y salud laboral que han de producirse a lo largo de la ejecución de la obra proyectada, las actividades constructivas que en la misma se consideran de forma diferenciada son las siguientes:

- Excavación y movimientos de tierras
  - Demoliciones y desbroces
  - Desbroce y excavación de tierra vegetal
  - Desmonte de terrazas
  - Compactación de terrenos
  - Excavaciones por medios mecánicos
  - Zanjas
- Cimentaciones, estructuras, vallados y obra civil
  - Cimentaciones superficiales
  - Ejecución de soleras para edificios prefabricados
  - Montaje de estructuras prefabricadas y módulos fotovoltaicos
  - Vallado provisional en zona de acopios
  - Vallado cinegético definitivo en el perímetro de la instalación
- Edificios prefabricados
  - Centros de transformación, inversores y CEE. Instalación de edificios prefabricados de hormigón
  - Instalación de edificios prefabricados metálicos
- Canalizaciones
  - Canalizaciones eléctricas para Media Tensión
  - Canalizaciones eléctricas para Baja Tensión
  - Canalizaciones eléctricas para comunicaciones, seguridad y TV
- Instalaciones
  - Tendido de conductores para Media Tensión
  - Tendido de conductores para Baja Tensión
  - Tendido de conductores para comunicaciones, seguridad y TV
  - Montaje y conexión de conductores, aparataje y equipos para Media Tensión
  - Montaje y conexión de conductores, aparataje y equipos para Baja Tensión
  - Montaje y conexión de conductores, aparataje y equipos comunicaciones, seguridad y TV
- Actividades diversas
  - Replanteo de estructuras
  - Replanteo de canalizaciones

- Señalización balizamiento y defensa
- Actuaciones en la obra de los servicios técnicos

### 3.1.1 Movimiento de tierras y apertura de zanjas

En este apartado se incluyen:

- Acondicionamiento del terreno mediante la nivelación de las diferentes terrazas existentes en la parcela
- Apertura de zanjas para conducciones de baja y media tensión
- Excavación para cimentación de diferentes módulos prefabricados.
- Excavación de zanjas para postes de alumbrado y vallado: La profundidad máxima de dichas zanjas será de 50cm. Las zanjas se señalizarán mediante mallazo naranja en todo su perímetro.
- Movimiento de tierras para caminos internos.

La maquinaria utilizada para esta fase de obra será retroexcavadora mixta y camión para el transporte de tierra.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                                | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|----------------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                                    | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas a distinto nivel                         |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |
| 2. Caídas al mismo nivel                           | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 3. Golpes por caída de materiales en la excavación | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Derrumbamientos                                 | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 5. Atropellos                                      | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 6. Ambiente pulvígeno                              | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 7. Sobreesfuerzos                                  | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Antes del comienzo de los trabajos se colocará una valla en la parcela y se procederá a la señalización de la obra, así como a la habilitación de las casetas e instalaciones provisionales. A partir de este momento se prohibirá el paso a toda persona ajena a la obra.
- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno con el fin de anticiparse a posibles desplomes o movimientos. Cualquier anomalía se comunicará al jefe de obra.
- Se eliminarán todos los bolos o viseras de los frentes de la excavación que por su situación ofrezcan el riesgo de desprendimiento.
- Para evitar las caídas a distinto nivel se acotará la zona reservada al movimiento de tierras mediante valla metálica de una altura no inferior a 2 metros de altura.
- Para evitar las caídas al mismo nivel se mantendrá el orden y limpieza de la zona de trabajo, eliminando los objetos que puedan provocar tropiezos. Cuando se realizan trabajos nocturnos, se dispondrá de iluminación auxiliar.

- Se eliminarán los pequeños escalones y desniveles del terreno.
- Para evitar los golpes por caída de materiales al interior de la excavación y evitar sobrecargas, el acopio de los productos de la excavación se hará a una distancia mínima de 2 metros del borde. Quedará prohibido trabajar simultáneamente en distintos niveles de un mismo vertical.
- Para evitar derrumbamientos, el acopio de los productos de la excavación se hará a una distancia mínima de 2 metros del borde, de forma que no puedan dar lugar a una sobrecarga que provoque el derrumbamiento. La valla metálica que delimita la obra estará como mínimo a 2 metros desde el borde de la excavación para evitar que la circulación de vehículos pueda dar lugar a derrumbamiento.
- Durante la excavación se dejará el talud indicado en el proyecto, utilizándose redes tensas o mallazo electrosoldado situados sobre los taludes, con un solape mínimo de 2 metros.
- El acceso y salida de los pozos y zanjas se efectuará mediante una escalera sólida, anclada en la parte superior del pozo, que estará provista de zapatas antideslizantes. Cuando la profundidad del pozo sea igual o superior a 1,5 metros, se entibará el perímetro en prevención de derrumbamientos.
- Se efectuará el achique inmediato de las aguas que caen en el interior de las zanjas, para evitar que se altere la estabilidad de los taludes.
- En presencia de líneas eléctricas en servicio se tendrán en cuenta las siguientes condiciones:
  - Se procederá a solicitar de la compañía propietaria de la línea eléctrica el corte de fluido y puesta a tierra de los cables, antes de realizar los trabajos.
  - La distancia de seguridad con respecto a las líneas eléctricas que cruzan la obra queda fijada en 5 metros, en zonas accesibles durante la construcción.
  - Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica
- Para evitar atropellos las máquinas llevarán señales acústicas y ópticas. En trabajos con escasas condiciones de visibilidad los trabajadores llevarán chalecos reflectantes.
- Durante los trabajos se prohibirá la existencia de personas en el radio de acción de las máquinas, en ningún momento se transportarán personas en las cucharas de las máquinas.
- Los asientos de las máquinas serán fijos y estarán provistos de dispositivos para reducir las vibraciones.

### **Relleno de tierras**

- Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos.
- Se regarán periódicamente los tajos, las cargas y cajas de camión, para evitar las polvaredas. Especialmente si se debe conducir por vías públicas, calles y carreteras.
- Al borde de los terraplenes de vertido se instalarán sólidos topes de limitación de recorrido para el vertido de retroceso.
- Se prohíbe la presencia de personas en un radio inferior a los 5 metros en torno a las compactadoras y apisonadoras en funcionamiento. Los vehículos de

compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad de protección en caso de vuelco.

### **Medidas de prevención en apertura de zanjas**

- Se acotará la zona de excavación de zanjas de vallas o siempre que sea previsible el paso de peatones o de vehículos.
- Han de extremarse las precauciones caso de solicitaciones de edificios colindantes, de vías de circulación próximas y focos de vibraciones mediante la colocación de apeos, apuntalamientos y por testigos con el fin de asegurarse de la evolución de posibles grietas o desperfectos.
- Se dispondrá de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales y tableros como equipo indispensable que se proporcionará a los trabajadores.
- Se emplearán los sistemas de entibación más adecuados a las características de las zanjas, pozos o galerías.
- Los productos procedentes de la excavación se acopiarán a uno de los lados y a una distancia razonable de la coronación de los taludes en función de la profundidad de la zanja, en evitación de desprendimientos de tierras.
- Se acotarán las distancias de seguridad entre operarios cuando se trabaje manualmente.
- Cuando la excavación de la zanja se efectúe por medios mecánicos, habrá una perfecta sincronización entre los movimientos de las máquinas y los trabajos de entibado.
- Las zanjas (mayores 1.5 m) estarán provistas de escaleras metálicas que rebasen 1 metro sobre el nivel superior del corte. Habrá una disponible por cada 30 metros o fracción.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles del mismo vertical.
- Cuando sea necesario atravesar una zanja se instalará una pasarela no inferior a 60 centímetros de ancha.
- Si en las proximidades de la excavación o zanja hay circulación de personas y de vehículos:
  - Se instalarán barandillas resistentes de 90 centímetros de altura mínima que evite la caída del personal.
  - dispondrán de topes o barreras para evitar la caída de vehículos.
  - Por la noche habrá una señalización de peligro con luces rojas cada 10 metros.
  - En los períodos que no se trabaje las zanjas deben ser cubiertas con paneles o bastidores.
- Se comprobará diariamente que el cauce de la zanja está libre de agua sobre todo si ha llovido o si ha habido interrupciones en los trabajos.
- En su caso, el agua será evacuada procediendo a construir las pertinentes ataguías.
- Las bocas de los pozos y arquetas deben ser convenientemente protegidas para que impidan la caída de personas y materiales.

- Un trabajador o varios trabajadores permanecerán fuera de la zanja, pozo o galerías de retén para ayudar en caso de emergencia y evacuación a quienes están en su interior.
- En el interior de los pozos, galerías y, en su caso, zanjas no se puede trabajar con maquinaria activada por combustión o explosión, a no ser que se utilicen sistemas de evacuación de humos.
- Cuando sea necesario el empleo de iluminación portátil, ésta será de material antideflagrante y se utilizarán transformadores de separación de circuitos cuando la tensión sea superior a 24 voltios.

## PROTECCIONES COLECTIVAS

- Señalización y balizamiento delimitando zonas de trabajo.
- Protección propia de vehículos (señales ópticas y acústicas...) y maquinaria (resguardos, carcasas...).
- Barandillas.
- Pasarelas.
- Entibaciones teniendo en cuenta las condiciones del terreno.
- Organización del tráfico y señalización.

## EPIs A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada. (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Guantes para protección contra agresiones mecánicas (EN 388)..
- Chalecos reflectantes cuando se trabaje de noche (EN 471)
- Mascarilla antipolvo FFP1 (EN 140).
- Protectores auditivos (orejeras) (EN 352-1)..
- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Ropa de trabajo (EN 340)

### 3.1.2 Ejecución del vallado perimetral

Esta fase de obra comprende los trabajos de ejecución del vallado perimetral:

## EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado        | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|----------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                            | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas al mismo nivel   |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |
| 2. Caídas a distinto nivel | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 3. Cortes                  |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |
| 4. Golpes con objetos      | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |

|                                     |   |   |  |  |   |  |  |   |  |  |
|-------------------------------------|---|---|--|--|---|--|--|---|--|--|
| 5. Vuelco de maquinaria o vehículos | X |   |  |  | X |  |  | X |  |  |
| 6. Atrapamiento por o entre objetos |   | X |  |  | X |  |  | X |  |  |
| 7. Pisadas sobre objetos punzantes  |   | X |  |  | X |  |  | X |  |  |
| 8. Sobreesfuerzos                   |   | X |  |  | X |  |  | X |  |  |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Durante las tareas de colocación de postes de la valla, se tendrá especial cuidado a la hora de efectuar el golpeo para el hincado de los mismos. Los trabajadores se situarán fuera del radio de acción del operario que efectúa el golpeo mientras que el trabajador que sujeta el poste lo hará durante los primeros golpes, y una vez que el poste permanezca vertical abandonará el lugar retirándose del radio de acción de la zona en que se efectúa la operación.
- Para evitar las caídas al mismo nivel se mantendrá el orden y limpieza de la zona de trabajo, eliminando los objetos que puedan provocar tropiezos. Cuando se realizan trabajos nocturnos, se dispondrá de iluminación auxiliar.
- Las zonas de tránsito han de mantenerse limpias y ordenadas para evitar resbalones.
- Para evitar contactos eléctricos indirectos por el uso de herramientas eléctricas, todas las herramientas eléctricas tendrán doble aislamiento, así como clavijas adecuadas y cable de alimentación en buen estado. El circuito al que se conectan tiene un interruptor diferencial de 0,03 A. Si se usan cables de extensión, las conexiones se harán comenzando por la máquina y siguiendo hacia la toma de corriente. Las tomas de corriente de todas las máquinas o herramientas serán adecuadas a los enchufes de los cuadros auxiliares, quedando prohibido eliminar la conexión a tierra.
- En el uso de las herramientas manuales se estará a lo establecido en este Plan de Seguridad respecto a los riesgos de este.
- Formación en manipulación manual de cargas.
- Cuando se esté descargando el vallado a través del camión pluma, ningún operario se colocará debajo de la misma.
- Si se emplea sierra de disco, pistola clavadora, taladro, éstas dispondrán de todas su protecciones mecánicas y eléctricas. Se retirarán o doblarán las puntas de la madera que no vayan a utilizarse de inmediato (Ver riesgos específicos de esta máquina)
- El transporte a mano de postes u otros elementos de longitud superior a 2m se realizará teniendo en cuenta que la punta quede siempre a una altura superior a la de una persona para evitar el golpe a otros operarios.
- Para manipular los postes de metálicos utilizar obligatoriamente guantes protectores contra riesgos mecánicos (EN 388), protección mínima 2222.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Guantes para protección contra agresiones mecánicas (EN 388).
- Chalecos reflectantes (EN 471).

- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Mascarilla antipolvo FFP1 (EN 140).

### 3.1.3 Extendido y compactación de capas granulares

Esta fase de obra comprende los trabajos de ejecución de caminos internos de la instalación mediante el aporte, extendido y compactación de elementos granulares (zahorras y similares).

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                            | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|------------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                                | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 9. Caídas al mismo nivel                       | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 10. Caídas a distinto nivel                    | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 11. Choques con objetos móviles / inmóviles    |              | X |    | X             |    |    |                       | X |   |   |    |
| 12. Atrapamientos con órganos móviles          | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 13. Vuelco de maquinaria o vehículos           | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 14. Golpes / cortes con objetos o herramientas |              | X |    | X             |    |    |                       | X |   |   |    |
| 15. Exposición a ruido                         | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 16. Exposición a ambientes pulvígenos          |              | X |    | X             |    |    |                       | X |   |   |    |
| 17. Proyecciones de fragmentos o partículas    | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 18. Exposición a vibraciones                   | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 19. Atropellos                                 | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

- La conducción de máquinas se realizará exclusivamente por personal experimentado o que haya realizado un aprendizaje completo.
- Toda máquina o vehículo cargados que realice la maniobra de marcha atrás será dirigido por una persona situada fuera de la cabina con señales previamente establecidas, por el lado del conductor y alejado, como mínimo, a 15 m del vehículo.
- Cuando se efectúe la descarga en taludes donde puedan rodar piedras, no se permitirá el tránsito de personas ni vehículos a los pies del talud.
- Se establecerá un orden interior de circulación para las operaciones de carga y descarga en los respectivos tajos, marcando distintos itinerarios para personas y máquinas.
- Antes de iniciarse la marcha de vehículos que transporten materiales se comprobará que no hay carga de piedras sueltas o terrones que pudieran desprenderse.
- Cuando el transporte se realice por carretera o zona urbana los camiones llevarán las trampillas y lona colocadas para evitar pérdidas de carga durante el mismo.

- No se permitirá que las máquinas de compactado marchen a rueda libre (punto muerto) por una pendiente.
- El conductor del compactador usará protección anti-ruido si no tiene cabina insonorizada.
- Se examinará el estado de los taludes y elementos de contención.
- Antes de iniciarse las operaciones de extendido y compactado se deben vallar y señalizar todos los huecos perimetralmente.
- Nadie permanecerá en el radio de acción de las máquinas trabajando, para evitar el riesgo de atropello.
- Si la aglomeración de vehículos fuese grande, con desorden y riesgo de colisiones en las maniobras, se colocarán señalistas para la ordenación de las maniobras.
- Nadie, cualquiera que sea la razón, se subirá sobre el compactador en marcha.
- Cuando esto no sea posible se cerrará el camino al tráfico hasta que sean notorias las condiciones de seguridad para la circulación.
- Los caminos por donde circulen los vehículos de la obra se mantendrán siempre despejados y en buenas condiciones de circulación.

#### **EPI's A UTILIZAR**

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Guantes para protección contra agresiones mecánicas (EN 388).
- Chalecos reflectantes (EN 471).
- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Mascarilla antipolvo FFP1 (EN 140).

#### **3.1.4 Montaje de estructuras**

Instalación de estructuras metálicas de soporte de los módulos fotovoltaicos según lo especificado en proyecto. Se realizará con medios mecánicos y manuales dependiendo de cada unidad de obra.

Las fases de la instalación de la estructura son las siguientes:

- Descarga de material.
- Montaje de postes de estructura.
- Montaje de vigas principales.
- Montaje de correas longitudinales.
- Montaje de soporte de módulos.

#### **EVALUACIÓN DEL RIESGO**

| Riesgo identificado | Probabilidad | Consecuencias | Estimación del riesgo |
|---------------------|--------------|---------------|-----------------------|
|---------------------|--------------|---------------|-----------------------|

|                                               | I | P | PR | ME | MO | MA | L | A | M | I | IN |
|-----------------------------------------------|---|---|----|----|----|----|---|---|---|---|----|
| 1. Caídas al mismo nivel                      | X |   |    | X  |    |    | X |   |   |   |    |
| 2. Atrapamientos por o entre objetos          | X |   |    |    | X  |    |   | X |   |   |    |
| 3. Golpes / cortes por objetos o herramientas | X |   |    |    | X  |    |   | X |   |   |    |
| 4. Caídas de objetos en manipulación          | X |   |    |    | X  |    |   | X |   |   |    |
| 5. Exposición a ruido                         | X |   |    |    | X  |    |   | X |   |   |    |
| 6. Sobreesfuerzos                             | X |   |    |    | X  |    |   | X |   |   |    |

## MEDIDAS PREVENTIVAS

### Unión de los elementos de la estructura

- Se realizará un análisis previo del Plan de Seguridad y Salud de la Obra (protecciones colectivas, EPI's, señalización y balizamiento), así como del Plan de Montaje (documentación técnica, planos, fases de montaje, necesidades de maquinaria, herramientas, aparejos de elevación, etc)
- Durante el montaje de los distintos perfiles, no deben soltarse las piezas hasta que no estén perfectamente aseguradas.

### Coordinación entre trabajadores

- Comprobar el estado inicial de la superficie de instalación, nivelación y compactación, capacidad resistente, así como la presencia de zanjas y pozos.
- Es necesaria la perfecta coordinación visual entre los trabajadores que intervienen en la maniobra de montaje.

### Maquinaria y herramientas.

- Durante el uso de la hincadora de postes se tendrán en cuenta los riesgos y medidas recogidos para este equipo en el correspondiente apartado del Plan de Seguridad y Salud.
- Es importante que las llaves para los tornillos y demás elementos se revisen frecuentemente para que se encuentren siempre en perfecto estado, a fin de evitar pérdidas de equilibrio y caídas de las personas que las utilicen.
- Antes de realizar cualquier tarea se deberá comprobar el buen estado de los equipos de trabajo, las conexiones, fijación de mangos.
- Si se emplean amoladoras radiales, éstas dispondrán de todas su protecciones mecánicas y eléctricas.
- Se evitará en la medida de lo posible el uso de escaleras de mano. En caso de ser necesario su uso se tendrán en cuenta los riesgos específicos de este medio auxiliar.
- Se asegurará la unión de los elementos estructurales antes de su unión mediante fijaciones (mordazas o atado) para evitar caídas o desprendimientos. Se procederá a su liberación una vez concluida la tarea.
- En operaciones de atornillado se utilizarán llaves dinamométricas para comprobar el par de apriete, cuando éste se realice de forma manual. Cuando se utilicen atornilladoras de alta resistencia, se comprobará el estado de cables y conexiones.

- Una vez acabada la tarea, se comprobará que todos los tornillos han quedado apretados y se revisará que no se dejan olvidados materiales o herramientas sobre la estructura.

### Almacenamiento de perfiles

- Se definirán las áreas de almacenamiento, acopio y gestión de residuos.
- Hay que almacenar los perfiles ordenados, de acuerdo con sus dimensiones y orden de utilización, en capas horizontales y sobre durmientes de madera. Se procurará que su almacenamiento sea lo más próximo posible a su lugar de montaje, con el fin de reducir al mínimo el movimiento de materiales.
- Los elementos metálicos se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas, estableciendo capas hasta una altura no superior a 1,50 metros.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388)..
- Protección auditiva (EN 352)

### 3.1.5 Montaje de módulos

Instalación módulos estructuras metálicas de soporte de los módulos fotovoltaicos según lo especificado en proyecto.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                           | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                               | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas al mismo nivel                      | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 2. Golpes / cortes por objetos o herramientas | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 3. Caídas de objetos en manipulación          | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Sobre esfuerzos                            | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Las zonas de trabajo se mantendrán en perfecto estado de orden y limpieza.
- Se tendrán en cuenta las instrucciones relacionadas con la Manipulación Manual de Cargas recogidas en este Seguridad y Salud, especialmente si la colocación de módulos se realiza en días con viento. Se instalarán plataformas para la recepción de materiales que estarán protegidas de aquellas zonas con riesgo de caída de materiales.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).

- Casco de protección (EN 397).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).

### 3.1.6 Ejecución de soleras

Ejecución de soleras de hormigón armado para la colocación de equipos.

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                                 | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                                     | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas al mismo nivel                            | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 2. Atropellos                                       | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 3. Caídas de objetos en manipulación                | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 5. Pisadas sobre objetos                            |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Para evitar las caídas al mismo nivel se mantendrá el orden y limpieza de la zona de trabajo.
- Para evitar los atropellos, estará prohibida la permanencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas. Además, las maniobras complicadas se dirigirán desde un lugar seguro retirado de los vehículos y por el lado del conductor. Se usará indumentaria reflectante cuando se realice este trabajo por la noche. Las máquinas llevarán señales acústicas y ópticas.
- Se instalarán fuertes topes final de recorrido de los camiones hormigonera, para evitar vuelos. Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigoneras a menos de 2 metros del borde la excavación, así como, queda prohibido cargar el cubo por encima de la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta. Se procurará no golpear con el cubo los encofrados, ni las entibaciones.
- Para vibrar el hormigón desde posiciones sobre la cimentación que se hormigona, se establecerán plataformas de trabajo móviles formadas por un mínimo de tres tablones, que dispondrán perpendicularmente el eje de la zanja o zapata.
- Para evitar las afecciones en la piel todos los operarios que vayan o puedan estar en contacto con el hormigón llevarán guantes de goma y botas de goma. Hay que tener especial cuidado con aquellos trabajadores que sean sensibles a algún componente del hormigón, para que no realicen ninguna tarea en la que estén en contacto con el hormigón.
- Para evitar pisadas sobre objetos punzantes, se debe mantener la limpieza dentro de la obra, prestando especial atención a la eliminación de clavos y objetos punzantes. Extraeremos todas las puntas salientes de las tablas, para evitar que puedan ser pisadas.

#### PROTECCIONES COLECTIVAS

- Topes de seguridad para vehículos.

- Protección propia de la maquinaria (resguardos, carcasas...) y vehículos (señales ópticas y acústicas...).
- Se comprobará de forma periódica el dispositivo de bloqueo de la cuba, así como el estado de los cables, palancas y accesorios.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Guantes de goma o nitrilo (EN 347).
- Botas de goma (UNE-EN-ISO-20345).

### 3.1.7 Descarga y colocación del inversor y el transformador

Descarga y colocación del inversor y el transformador.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                           | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                               | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas de objetos en manipulación          | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 2. Golpes / cortes con objetos y herramientas | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 3. Atrapamientos por o entre objetos          | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Sobreesfuerzos                             |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

### Cuerdas

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad, y se lavaran las manchas. Después de bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de este mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60°.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabo en los anillos de las eslingas.
- La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

## **Cables**

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo

largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.

- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.
- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de estos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, se hará rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujetacables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
  - Rotura de un cordón.
  - Reducción anormal y localizada del diámetro.
  - Existencia de nudos.
  - Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.

- Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
- Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

### **Cadenas**

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil. Por ello conviene retirar las cadenas:
  - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
  - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
  - Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta de este.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.
- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga instaladas en los equipos de elevación deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

### **Ganchos**

- Serán de acero o hierro forjado.
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.

- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que éste debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
  - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
  - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.
  - Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

### **Argollas y Anillos**

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscara a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de este.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendara es el anillo en forma de pera, al ser este el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

### **Grilletes**

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.

- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajaran sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

## **Eslingas**

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
  - El propio desgaste por el trabajo.
  - Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
  - Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del orden de un 15 a un 20%.
  - Los sujetacables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujetacables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.
- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
  - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
  - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descansa en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
  - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
  - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
  - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
  - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujetacables).
  - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.

- Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
- Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
- Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante:

$$F \text{ (en Kg)} = 8 \times d^2 \text{ (diámetro del cable en mm)}$$

- Las eslingas sinfín, de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujetacables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
- Las cadenas de las eslingas no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula:

$$F \text{ (en Kg)} = 6 \times d^2 \text{ (diámetro del cable en mm)}$$

- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.
- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir este hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.

- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

### **Trácteles**

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
  - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
  - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
  - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
  - No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
  - No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
  - Se deberá utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.
  - Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
  - Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
  - Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

### **Poleas**

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia ha disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquellas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.

### **EPI's A UTILIZAR**

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).

- Gafas antiproyecciones (EN 166).

### 3.1.8 Instalaciones

Las tareas recogidas en esta unidad comprenden los siguientes trabajos:

Conexión de módulos, cajas de conexión, inversores, cuadros o armarios y protecciones eléctricas, transformadores celdas de MT, instalación de cableado en MT centros de transformación y seccionamiento, centralitas y cuadros de alarmas.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                           | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                               | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas al mismo nivel                      | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 2. Atropellos                                 | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 3. Caídas de objetos en manipulación          | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Contactos eléctricos directos / indirectos | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 5. Sobreesfuerzos                             |              | X |    | X             |    |    |                       | X |   |   |    |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Se mantendrán ordenados y protegidos los materiales, cables y mangueras para evitar el riesgo de golpes o caídas al mismo nivel por esta causa.
- Los restos de material generados en el trabajo, como trozos de cable o bobinas vacías, se retirarán periódicamente para mantener limpia la zona de trabajo.
- Los productos tóxicos y peligrosos se manipularán atendiendo a las fichas de seguridad de cada producto.
- Antes del inicio de los trabajos se tendrá en cuenta la información de la situación de todas las instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo o en su proximidad que puedan ser afectadas por los mismos.
- Antes de realizar trabajos en Baja Tensión, se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo.
- Toda instalación eléctrica será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
- Como norma general los trabajos se realizarán en ausencia de tensión.

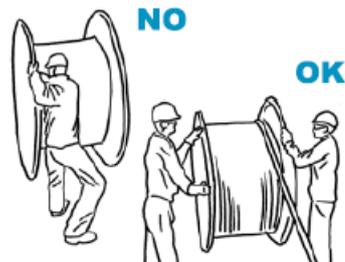
#### Tendido de conductores

- Colocación de cinta o malla de balizamiento para evitar caídas a las zanjas.
- A las zonas de trabajo se accederá por lugares de tránsito fácil y seguro.

#### Instalación de cables en el interior de zanjas

- El Responsable de Seguridad vigilará el buen estado de mantenimiento de la señalización vial.
- Las bobinas de cable se dispondrán a lo largo de las zanjas de manera que se realice el menor movimiento posible de las mismas.

- Se revisará periódicamente el estado de las bobinas, gatos y barras portabobinas, así como la estabilidad del terreno en el que se asienten.
- Se colocarán adecuadamente los topes de la barra y se comprobará que los gatos permanezcan estables durante el tendido.
- Se evitarán posturas forzadas en los esfuerzos de tracción.
- El desbobinado se realizará con un mínimo de dos trabajadores y se tirará siempre de frente a la bobina, sin giros de columna ni de las extremidades inferiores.



- Se distribuirá el esfuerzo entre ambos lados del cuerpo, en cada ciclo de tirada los trabajadores se ubicarán a un lado diferente del cable, de forma alterna.



- Se reducirá el esfuerzo rotando los puestos en cada ciclo de tirada.



### Tensado y engrapado

- Se mantendrá en todo momento la obra limpia y ordenada.
- Las herramientas estarán en buen estado.
- Se usarán gafas antiproyecciones para evitar daños por la proyección de pequeños objetos o partículas que puedan provocar heridas en los ojos

### Trabajos eléctricos en tensión y sin tensión

- Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación eléctrica, antes de iniciar el “trabajo sin tensión”, y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán **trabajadores autorizados**, para ello se seguirán las indicaciones del Anexo II del R.D. 614/2001 que se indican a continuación:

#### SUPRESIÓN DE LA TENSIÓN

Antes de comenzar la aplicación del procedimiento para suprimir la tensión es necesario un paso previo: la identificación de la zona y de los elementos de la

instalación donde se va a realizar el trabajo. Esta identificación forma parte de la planificación del trabajo.

En instalaciones complejas, para evitar confusiones debidas a la multitud de equipos y redes existentes, se recomienda diseñar procedimientos por escrito, para llevar a cabo las operaciones destinadas a suprimir la tensión.

A continuación, se desarrollará el proceso en cinco etapas mediante el cual se suprime la tensión de la instalación donde se van a realizar los «trabajos sin tensión», conocido habitualmente como «las cinco reglas de oro»



### 1ª Desconectar.

- Deben ser abiertos todos los interruptores o interruptores automáticos, seccionadores, extraer fusibles y/o abrir los puentes, mediante los cuales dicha instalación se pueda conectar a las fuentes de alimentación conocidas.
- La desconexión debe incluir el conductor neutro cuando exista. En este caso, si es posible, la desconexión del conductor neutro debe ser la última en realizarse (y cuando se efectúe la conexión la primera en ser efectuada).

### 2ª Prevenir cualquier posible realimentación.

- Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra.

### 3ª Verificar la ausencia de tensión.

- La verificación de la ausencia de tensión se debe realizar inmediatamente antes de efectuar la puesta a tierra y en cortocircuito de la instalación, en el lugar donde se vayan a efectuar estas operaciones.
- Es obligatorio comprobar el correcto funcionamiento del equipo verificador de ausencia de tensión inmediatamente antes y después de realizar la citada verificación.
- La verificación de la ausencia de tensión debe hacerse en cada una de las fases y en el conductor neutro, en caso de existir. También se recomienda verificar la ausencia de tensión en todas las masas accesibles susceptibles de quedar eventualmente en tensión.

#### **4ª Poner a tierra y en cortocircuito.**

- Deben ponerse a tierra y en cortocircuito antes de comenzar los trabajos cuando exista el riesgo de que puedan ponerse accidentalmente en tensión durante el desarrollo de los trabajos. Por ejemplo: en los trabajos realizados en líneas aéreas de baja tensión, sobre todo las construidas con conductores desnudos.
- En las instalaciones de baja tensión que no puedan ponerse accidentalmente en tensión no es necesario colocar la puesta a tierra y el cortocircuito en la zona de trabajo.
- La puesta a tierra y en cortocircuito debe realizarse con garantías de seguridad: empleando equipos especialmente fabricados para tal fin y conformes con las normas técnicas que le sean de aplicación.
- Las pinzas han de ser colocadas siempre mediante pértigas o guantes aislantes, nunca directamente con las manos.
- Se elegirá en cada caso el equipo dimensionado para soportar las corrientes de cortocircuito previsibles en la instalación considerada.

#### **Secuencia de operaciones para colocar una puesta a tierra y en cortocircuito en baja tensión**

- Conectar la pinza de puesta a tierra en el conductor de protección o en la toma de tierra del cuadro de baja tensión.
- Conectar las pinzas del equipo al neutro y a cada una de las tres fases mediante las pértigas adecuadas para baja tensión, si se trata de líneas aéreas, o bien, mediante los terminales adecuados si se trata de cuadros de baja tensión, empezando, en su caso, por el conductor más próximo al operario.

#### **5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión y delimitar la zona de trabajo.**

- Si hay elementos de una instalación, próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, se procederá a la colocación de elementos protectores, tales como pantallas, aislamientos u obstáculos que permitan considerar el área de trabajo fuera de toda zona de peligro o proximidad.
- Se señalarán los límites de la zona de trabajo, cuando sea necesario realizar una separación entre la zona segura donde se realizan los trabajos sin tensión y la zona de proximidad, en la cual no se debe entrar salvo que se tomen las medidas correspondientes a los trabajos en proximidad.
- También se delimitará la zona a la cual sólo pueden acceder las personas con permiso para realizar los trabajos.
- La señalización y delimitación se efectuarán utilizando vallas, cintas o cadenas aislantes diseñadas al efecto, así como señales de peligro, prohibición u

obligación, que cumplan lo establecido en el *Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo*.

## **REPOSICIÓN DE LA TENSIÓN**

En general, para restablecer la tensión se seguirá el proceso inverso al empleado para suprimir la tensión:

**1º Retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.**

**2º Retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito, empezando por retirar las pinzas de los elementos más próximos y al final la pinza de la puesta a tierra.**

**3º Desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte.**

**4º Cierre de los circuitos para reponer la tensión.**

Es preciso extremar las precauciones antes de comenzar dichas etapas. En el transcurso de las citadas operaciones debe prestarse especial atención a los siguientes aspectos:

- Notificación previa a todos los trabajadores involucrados de que va a comenzar la reposición de la tensión.
  - Comprobación de que todos los trabajadores han abandonado la zona, salvo los que deban actuar en la reposición de la tensión.
  - Asegurarse de que han sido retiradas la totalidad de las puestas a tierra y en cortocircuito.
  - Informar, en su caso, al responsable de la instalación de que se va a realizar la conexión.
  - Accionar los aparatos de maniobra correspondientes.
- En el caso de que fuese necesario realizar operaciones en tensión se atenderá a lo especificado en el Anexo III del Real Decreto 604/2001:

## **TRABAJO EN TENSIÓN**

1. Los trabajos en tensión deberán ser realizados por **trabajadores cualificados**, siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, y que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

2. Principales precauciones que deberán ser adoptadas:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.

- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.
- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.). Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
  - a) Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
  - b) Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
  - c) Las pértigas aislantes.
  - d) Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
  - e) Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.).

3. Los equipos y materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán teniendo en cuenta:

- las características del trabajo y de los trabajadores
- las tensiones de servicio,
- y se utilizarán, mantendrán y revisarán siguiendo las instrucciones de su fabricante.

4. Los trabajadores dispondrán de un apoyo sólido y estable, que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas. Los trabajadores no llevarán objetos conductores, tales como pulseras, relojes, cadenas o cierres de cremallera metálicos que puedan contactar accidentalmente con elementos en tensión.

5. La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión, o puedan interferir en los trabajos, provocar distracciones, sobresaltos, etc.

6. En la realización de trabajos al aire libre se deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento. Los trabajos se prohibirán o suspenderán en caso de tormenta, lluvia o viento fuertes, nevadas, o cualquier otra condición ambiental desfavorable que dificulte la visibilidad, o la manipulación de las herramientas. Los trabajos en instalaciones interiores directamente conectadas a líneas aéreas eléctricas se interrumpirán en caso de tormenta.

7. La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión:

- no será necesario que la efectúe un trabajador cualificado, pudiendo realizarla un trabajador autorizado, cuando la maniobra del dispositivo portafusible conlleve la desconexión del fusible y el material de aquel ofrezca una protección completa contra los contactos directos y los efectos de un posible arco eléctrico,
- se realizará mediante el uso del útil normalizado adecuado a cada tipo de fusible, queda prohibido expresamente el uso de alicates para tal cometido,
- se procurará, en la medida de lo posible, realizar “sin carga” o con la menor carga posible, para evitar la producción de arcos eléctricos.

8. Se recomienda, durante los trabajos en tensión, no hablar por teléfono, ni portar móviles que pudieran “sorprender”, al activarse, al trabajador durante la realización de estos.

9. De los EPI's necesarios durante los trabajos en tensión en baja tensión, destacan, los guantes dieléctricos, que deben cumplir una serie de requisitos:

a) Marcas obligatorias:

- Símbolo (doble triángulo)
- Nombre, marca registrada o identificación del fabricante
- Categoría, si procede
- Talla
- Clase
- Mes y año de fabricación
- Marca

b) Cada guante deberá llevar alguno de los siguientes sistemas:

- Una banda rectangular, o
- Una banda sobre la que puedan perforarse agujeros, o bien, otra marca cualquiera apropiada que permita conocer las fechas de puesta en servicio, verificaciones y controles periódicos.

c) Recomendaciones para la utilización de los guantes:

Para la correcta utilización de los guantes se tendrán presentes las indicaciones del fabricante. A título orientativo se pueden señalar las siguientes:

#### **Almacenamiento**

- Los guantes se deben almacenar en su embalaje.
- Se tendrá cuidado de que los guantes no se aplasten, ni doblen, ni se coloquen en las proximidades de radiadores u otras fuentes de calor artificial o se expongan directamente a los rayos del sol, a la luz artificial o a fuentes de ozono.

#### **Examen antes de utilizarlos**

- Antes de cada uso los guantes se deben inflar y se debe realizar una inspección visual para comprobar si hay escapes de aire.

- Si alguno de los guantes de un par se creyera que no está en condiciones, hay que desechar el par completo y devolverlo para ensayo.

#### **Precauciones de uso**

- Los guantes no deberán exponerse innecesariamente al calor o a la luz, ni ponerse en contacto con aceite, grasa, trementina, alcohol o ácidos fuertes.
- Si se utilizan otros guantes protectores al mismo tiempo que los guantes aislantes para usos eléctricos, dichos guantes se colocarán por encima de los guantes de goma. Si los guantes aislantes se humedecen, o se manchan de aceite o grasa, hay que quitárselos.
- Si los guantes se ensucian, hay que lavarlos con agua y jabón, a una temperatura que no supere la recomendada por el fabricante, secarlos a fondo y espolvorearlos con talco.

#### **Inspección periódica y revisión eléctrica**

- Las verificaciones consisten en hincharlos de aire para comprobar si hay algún escape, seguido de una inspección visual mientras se mantienen inflados, y después un ensayo eléctrico individual.
- Para los guantes de las Clases 00 y 0, es suficiente con la verificación de escapes de aire y la inspección visual.

#### **PROTECCIONES COLECTIVAS**

- Vallado o balizado de zanjas.
- Protección propia de la maquinaria (resguardos, carcasas...) y vehículos (señales ópticas y acústicas...).

#### **EPI's A UTILIZAR**

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Guantes de protección frente a riesgos eléctricos adecuados a la tensión de trabajo (UNE-EN 60903:2003).
- Casco de dieléctrico (UNE-EN 50365:2003).
- Pantalla facial de protección contra arco eléctrico (EN 166).

## 3.2 Medidas preventivas en la utilización de máquinas y herramientas

### 3.2.1 Condiciones generales

- La maquinaria que utilizar en obra deberá cumplir con las disposiciones vigentes sobre la materia con el fin de establecer los requisitos necesarios para obtener un nivel de seguridad suficiente, de acuerdo con la práctica tecnológica del momento y a fin de preservar a las personas y los bienes de los riesgos de la instalación, funcionamiento, mantenimiento y reparación de las máquinas.
- Toda máquina de nueva adquisición deberá cumplir en origen las condiciones adecuadas a su trabajo, tanto de tipo operativo como de seguridad y se exigirá a su fabricante la justificación de su cumplimiento.
- Toda máquina o equipo debe ir acompañado de un manual de instrucciones extendido por su fabricante o, en su caso, por el importador. En dicho manual, figurarán las características técnicas y las condiciones de instalación, uso y mantenimiento, normas de seguridad y aquellas otras gráficas que sean complementarias para su mayor conocimiento. De este manual se exigirá una copia cuyo texto literal figure en el idioma castellano.
- Toda máquina llevará una placa de características en la cual figurará, al menos, lo siguiente:
  - Nombre del fabricante.
  - Año de fabricación y/o suministro.
  - Tipo y número de fabricación.
  - Potencia.
  - Contraseña de homologación, si procede.
- Esta placa será de material duradero y estará fijada sólidamente a la máquina y situada en zona de fácil acceso para su lectura una vez instalada.
- Antes del empleo de máquinas que impliquen riesgos a personas distintas a sus usuarios habituales, habrán de estar dispuestas las correspondientes protecciones y señalizaciones.
- Si como resultado de revisiones e inspecciones de cualquier tipo, se observara un peligro manifiesto o un excesivo riesgo potencial, de inmediato se paralizará la máquina en cuestión y se adoptarán las medidas necesarias para eliminar o reducir el peligro o riesgo. Una vez corregida, deberá someterse a nueva revisión para su sanción.
- La sustitución de elementos o de piezas por reparación de la máquina se hará por otras de igual origen o, en su caso, de demostrada y garantizada compatibilidad.
- Los órganos móviles o elementos de transmisión en las máquinas estarán dispuestos o, en su caso, protegidos de modo que eliminen el riesgo de contacto accidental con ellos.
- La estructura metálica de la máquina fija estará conectada al circuito de puesta a tierra y su cuadro eléctrico dispondrá de un interruptor magnetotérmico y un diferencial, en el caso de que este cuadro sea independiente del general.
- Las máquinas eléctricas deberán disponer de los sistemas de seguridad adecuados para eliminar el riesgo de contacto eléctrico o minimizar sus

consecuencias en caso de accidente. Estos sistemas siempre se mantendrán en correcto estado de funcionamiento.

- Las máquinas dispondrán de dispositivos o de las protecciones adecuadas para evitar el riesgo de atrapamiento en el punto de operación, tales como: resguardos fijos, apartacuerpos, barras de paro, autoalimentación, etc.
- Para el transporte exterior de las máquinas se darán las instrucciones precisas, se arbitrarán los medios adecuados y se cumplirán las normativas que los órganos oficiales intervinientes tengan dictadas y afecten al transporte en cuestión.
- El montaje de las máquinas se hará siempre por personal especializado y dotado de los medios operativos y de seguridad necesarios.
- En la obra existirá un libro de registro en el que se anotarán, por la persona responsable, todas las incidencias que implique el montaje de las máquinas, uso, mantenimiento y reparaciones, con especial incidencia en los riesgos que sean detectados y en los medios de prevención y protección adoptados para eliminar o minimizar sus consecuencias.
- No se podrán emplear las máquinas en trabajos distintos para los que han sido diseñadas y fabricadas.
- El personal de manipulación, mantenimiento, conductores en su caso y personal de maniobras deberán estar debidamente cualificados para la utilización de la máquina de que se trate.
- Será señalizado o acotado el espacio de influencia de las máquinas en funcionamiento que puedan ocasionar riesgos.
- El personal de mantenimiento será especializado.

### 3.2.2 Maquinaria

#### 3.2.2.1 Camión de transporte

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                                | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|----------------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                                    | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Atropellos o golpes con vehículos               | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 2. Vuelcos                                         | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 3. Caídas al mismo nivel                           | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 4. Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 5. Choques contra objetos móviles / inmóviles      | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 6. Contactos eléctricos directos                   | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Comprobar diariamente, antes de iniciar el trabajo, todos los niveles (fluidos hidráulicos, aceites...) y el correcto funcionamiento de todos los sistemas.
- Vigilar la presión de los neumáticos, trabajando con la presión recomendada por el fabricante.
- El puesto de conducción estará limpio, sin aceite, grasa, nieve, hielo o barro. Así mismo, el motor deberá estar libre de objetos extraños (trapos, herramientas...).

- Comprobar la existencia de un extintor portátil en sitios de fácil acceso, el cual deberá estar timbrado y con las revisiones al día. Además, contará con un botiquín de primeros auxilios. El conductor debe estar debidamente adiestrado en su uso.
- Seguir las instrucciones del manual del conductor, y especialmente:
  - Colocar todos los mandos en punto muerto.
  - Sentarse antes de poner en marcha el motor.
  - Quedarse sentado al conducir.
  - No subir ni bajar nunca en marcha.
  - Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
- Se respetará en todo momento la señalización de la obra.
- En un lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad y maniobrar con las palancas. Probar las diferentes marchas.
- Se establecerán unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos en las cuales se señalarán las zonas peligrosas. La velocidad estará limitada a 20 Km/h.
- El vehículo estará dotado de luces y bocina de retroceso. En caso de no ser así, siempre que se realicen maniobras marcha atrás, se hará sonar el claxon.
- La máquina deberá estacionarse siempre en los lugares destinados a ello.
- Si se descarga material en las proximidades de una zanja o pozo de cimentación, se aproximará a una distancia máxima de 1,0 m, garantizando ésta mediante topes. Todo ello previa autorización del responsable de la obra.
- Si el camión dispone de visera, el conductor permanecerá en la cabina mientras se procede a la carga; si no tiene visera, abandonará la cabina antes de que comience la carga. Antes de moverse de la zona de descarga, la caja del camión estará bajada totalmente. No se accionará el elevador de la caja del camión en la zona de vertido hasta la total parada de éste.
- Siempre que haya que transitar por taludes, éstos quedarán debidamente señalizados a una distancia no inferior a los 2 m del borde.
- Siempre tendrán preferencia de paso los vehículos cargados.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga antes de emprender la marcha.
- Estará prohibida la permanencia de personas en la caja.
- Se procurará que las operaciones con máquinas no afecten a líneas eléctricas aéreas o subterráneas, conducciones, etc. En el caso de un contacto accidental con una línea eléctrica, el conductor permanecerá en la cabina hasta que la red sea desconectada o se deshaga el contacto. Si fuera imprescindible bajar de la máquina, lo hará dando un salto largo.
- Como norma general, nadie se acercará a una máquina que trabaje, a una distancia menor de 5 m. desde el punto más alejado al que la máquina tiene alcance.
- En operaciones que exijan el acceso a la caja se utilizarán las empuñaduras y escalones existentes, y siempre mirando a la máquina.

- La máquina deberá estacionarse siempre en los lugares destinados a ello, cuyo suelo será firme y sólido; en invierno no estacionar la máquina en el barro o en charcos de agua, ya que se puede helar.
- Para parar la máquina, seguir los pasos indicados en el manual del fabricante.
- Colocar todos los mandos en punto muerto.
- Colocar el freno de parada y desconectar la batería.
- Quitar la llave de contacto, guardarla y cerrar la puerta de la cabina.
- Comprobar la existencia de todas las protecciones y su correcto estado de conservación.
- Limpiar el limpiaparabrisas, los espejos y los retrovisores. Quitar aquello que pueda dificultar la visibilidad.
- Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
- Realizar una inspección previa del lugar de trabajo.
- Las maniobras, dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de la obra. Nadie permanecerá en las proximidades del camión en el momento de realizar las maniobras.
- El estacionamiento del vehículo se realizará con el motor parado y el freno de mano accionado. En el caso de existir pendientes, inevitablemente se calzarán las ruedas. Siempre se retirará la llave de contacto para evitar que personas no autorizadas puedan ponerlo en marcha.
- No se deberá estacionar ni circular a distancias menores de 3 m de cortes de terreno, bordes de excavación, laderas, barrancos..., para evitar el vuelco.
- Para reducir los efectos del ruido, se procurará mantener en buen estado el motor y el tubo de escape. Así mismo, se procurará reducir la concentración de maquinaria pesada en la zona.
- Cuando se llene el depósito no fumar y tener el motor parado.
- Colocarse a favor del viento para no ser salpicado por el carburante.
- Cerrar bien el tapón del depósito.
- Bajar de la cabina utilizando las empuñaduras y escalones existentes, y siempre mirando a la máquina.

#### **Trabajos Auxiliares en las Máquinas:**

- Conservar los frenos siempre en buen estado, teniendo como norma revisarlos después del paso sobre barrizales.
- Las reparaciones improvisadas estarán prohibidas, debiendo ser realizadas por personal autorizado.
- La revisión general del vehículo y su mantenimiento se realizarán según las instrucciones del fabricante, y nunca con el motor en marcha.
- Es aconsejable la existencia de un manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.

#### **Averías en las zonas de trabajo:**

- Parar el motor y colocar el freno.
- Señalizar la zona.
- Si se para el motor, detener inmediatamente la máquina, ya que se corre el riesgo de quedarse sin frenos ni dirección.
- Revisar el manual del constructor, y seguirlo estrictamente.
- No hacerse remolcar nunca para poner en marcha en motor.
- No usar la pala para levantar la máquina.
- Para cambiar un neumático usar una base firme para colocar la máquina.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345) al bajar de la cabina.
- Casco de protección (EN 397) al bajar de la cabina.
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388) en tareas de mantenimiento.
- Guantes de goma o nitrilo (EN 347).
- Chaleco de alta visibilidad (EN 471) al bajar de la cabina.

#### 3.2.2.2 Retroexcavadora mixta

Equipo de trabajo destinado a la excavación de terrenos y a la carga de material a través de cucharas y palas articuladas.

### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                                | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|----------------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                                    | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 2. Caída de objetos en manipulación                | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 3. Atropellos o golpes con vehículos               |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |
| 4. Choques contra objetos móviles / inmóviles      | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 5. Caídas de personas a distinto nivel             | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 6. Contactos eléctricos directos / indirectos      | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 7. Atropellos o golpes con vehículos               | X            |   |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Deben utilizarse retroexcavadoras cargadoras que prioritariamente dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.

- Se recomienda que la retroexcavadora cargadora esté dotada de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.
- Ha de estar dotada de señal acústica de marcha atrás.
- Cuando esta máquina circule únicamente por la obra, es necesario comprobar que la persona que la conduce tiene la autorización, dispone de la formación y de la información específicas de PRL que fija el RD 1215/97, de 18 de julio, artículo 5 o el Convenio Colectivo General del sector de la Construcción, artículo 156, y ha leído el manual de instrucciones correspondiente. Si la máquina circula por una vía pública, el conductor debe tener, además, el carné de conducir B.
- Verificar que se mantiene al día la ITV (Inspección Técnica de Vehículos).
- Antes de iniciar los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la retroexcavadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, neumáticos, etc.
- Para utilizar el teléfono móvil durante la conducción hay que disponer de un sistema de manos libres.
- Ajustar el asiento y los mandos a la posición adecuada.
- Asegurar la máxima visibilidad de la retroexcavadora mediante la limpieza de los retrovisores, parabrisas y espejos.
- Verificar que la cabina esté limpia, sin restos de aceite, grasa o barro y sin objetos descontrolados en la zona de los mandos.
- El conductor tiene que limpiarse el calzado antes de utilizar la escalera de acceso a la cabina.
- Subir y bajar de la retroexcavadora únicamente por la escalera prevista por el fabricante.
- Para subir y bajar por la escalera, hay que utilizar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la retroexcavadora.
- Comprobar que todos los rótulos de información de los riesgos estén en buen estado y situados en lugares visibles.
- Verificar la existencia de un extintor en la retroexcavadora.
- Mantener limpios los accesos, asideros y escaleras.

### **Normas de uso y mantenimiento**

- Antes de empezar los trabajos hay que localizar y reducir al mínimo los riesgos derivados de cables subterráneos, aéreos u otros sistemas de distribución.
- Controlar la máquina únicamente desde el asiento del conductor.
- Prohibir la presencia de trabajadores o terceros en el radio de acción de la máquina.
- La retroexcavadora cargadora no se utilizará como medio para transportar personas, excepto que la máquina disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.
- Prohibir el transporte de personas en la pala.
- No subir ni bajar con la retroexcavadora en movimiento.
- Durante la conducción, utilizar siempre un sistema de retención (cabina, cinturón de seguridad o similar).

- Fuera de la obra, hay que utilizar el cinturón de seguridad obligatoriamente.
- En trabajos en zonas de servicios afectados, cuando no se disponga de una buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, será necesaria la colaboración de un señalista.
- Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.
- En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos, es necesario comprobar la tensión de estos cables para poder identificar la distancia mínima de seguridad. Estas distancias de seguridad dependen de la tensión nominal de la instalación y serán de 3, 5 o 7 m dependiendo de ésta.
- Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, hay que aparcar la máquina en un lugar seguro y esperar.
- No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
- La tierra extraída de las excavaciones se ha de acopiar como mínimo a 2 m del borde de coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.
- Realizar las entradas o salidas del solar con precaución y, si fuese necesario, con el apoyo de un señalista.
- Cuando las operaciones comporten maniobras complejas o peligrosas, el maquinista tiene que disponer de un señalista experto que lo guíe.
- Mantener el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en movimiento y los trabajadores del puesto de trabajo.
- Con el fin de evitar choques (colisiones), deben definirse y señalizarse los recorridos de la obra.
- Evitar desplazamientos de la pala en zonas a menos de 2 m del borde de coronación de taludes.
- Si la máquina empieza a inclinarse hacia adelante, bajar la cuchara rápidamente para volverla a equilibrar.
- En operaciones de carga de camiones, verificar que el conductor se encuentra fuera de la zona de trabajo de la máquina. Durante esta operación, hay que asegurarse de que el material queda uniformemente distribuido en el camión, que la carga no es excesiva y que se deja sobre el camión con precaución.
- No utilizar cucharas y accesorios más grandes de lo que permite el fabricante.
- Extraer siempre el material de cara a la pendiente.
- Mover la máquina siempre con la cuchara recogida.
- No derribar elementos que estén situados por encima de la altura de la pala.
- Circular con la cuchara a unos 40 cm del suelo.
- Dejar la cuchara en el suelo una vez hayan finalizado los trabajos, aplicando una ligera presión hacia abajo.
- No utilizar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo.
- Trabajar, siempre que sea posible, con viento posterior para que el polvo no impida la visibilidad del operario.

- Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.
- Trabajar a una velocidad adecuada y sin realizar giros pronunciados cuando se trabaje en pendientes.
- Hay que evitar que la cuchara o la pala se sitúe sobre las personas.
- Si la zona de trabajo tiene demasiado polvo, hay que regarla para mejorar la visibilidad.
- Para trabajar con la retroexcavadora, hay que colocar, en terreno compacto, los estabilizadores.
- En operaciones de mantenimiento, no utilizar ropa holgada, ni joyas, y utilizar los equipos de protección adecuados.
- En operaciones de mantenimiento, la máquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de transmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.
- Efectuar las tareas de reparación de la retroexcavadora con el motor parado y la máquina estacionada.
- Los residuos generados como consecuencia de una avería o de su resolución hay que segregarlos en contenedores.
- En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la retroexcavadora y, una vez situada, hay que retirar la llave del contacto
- Estacionar la retroexcavadora en zonas adecuadas, de terreno llano y firme, sin riesgos de desplomes, desprendimientos o inundaciones (como mínimo a 2 m de los bordes de coronación). Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería, cerrar la cabina, el compartimento del motor y apoyar la pala en el suelo.
- Deben adoptarse las medidas preventivas adecuadas para evitar que la retroexcavadora cargadora caiga en las excavaciones o en el agua.
- Está prohibido abandonar la retroexcavadora cargadora con el motor en marcha

### **EPI's A UTILIZAR**

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345) al bajar de la cabina.
- Casco de protección (EN 397) al bajar de la cabina.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Chaleco reflectante (EN 471) al bajar de la cabina.

### **3.2.2.3 Grúa móvil**

Denominamos grúa móvil a todo conjunto formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios sobre cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma.

## EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                               | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|---------------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                                   | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas de personas al mismo nivel              | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 2. Caídas de personas a distinto nivel            | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 3. Caída de objetos por desplome                  | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Caída de objetos desprendidos                  | X            |   |    |               | X  |    | X                     |   |   |   |    |
| 5. Golpes / cortes por objetos o herramientas     | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 6. Atrapamientos por o entre objetos              | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 7. Atrapamientos por vuelco de máquinas o equipos | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 8. Contactos eléctricos directos / indirectos     | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 9. Atropellos o golpes con vehículos              | x            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |

## MEDIDAS PREVENTIVAS

- 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 tablones, 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 en la vertical de la carga en todo su recorrido.
    - Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

### **EPI's A UTILIZAR**

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada. (UNE-EN-ISO-20345) al bajar de la cabina.
- Casco de protección (EN 397) al bajar de la cabina.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Chaleco reflectante (EN 471) al bajar de la cabina.

#### **3.2.2.4 Hincadora de postes**

Es la máquina que se utiliza para la hincada en el terreno de los postes de la estructura y del vallado perimetral.

Los postes hincados en el terreno se hincarán mediante máquinas especiales que no destrocen las cabezas del poste ni hagan saltar el galvanizado.

### **EVALUACIÓN DEL RIESGO**

| Riesgo identificado                           | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                               | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Caídas al mismo nivel                      | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 2. Atrapamientos por vuelco de máquinas       | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 3. Proyección de fragmentos o partículas      |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |
| 4. Atrapamientos por o entre objetos          | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 5. Contactos eléctricos directos / indirectos | X            |   |    | X             |    |    | X                     |   |   |   |    |
| 6. Ruido                                      | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 7. Atropellos o golpes con vehículos          | x            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |

### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica.
- Evitar realizar maniobras bruscas de giro, para evitar vuelcos de la máquina. Se señalarán los obstáculos fijos existentes en las zonas de circulación de éstas.
- Prohibir totalmente transportar personas sobre la máquina.
- Los órganos mecánicos móviles de la máquina deberán estar reglamentariamente protegidos.
- Las reparaciones e inspecciones de la máquina se realizarán con motor parado, siempre que sea posible.
- El operario utilizará protectores auriculares antirruído y ropa reflectante para aumentar la visibilidad con respecto al tráfico de vehículos, además de los equipos de protección individual propios de estos trabajos que se indican al final del apartado.
- Llenar los depósitos de combustible, al aire libre o en zonas bien ventiladas. Prohibir fumar.
- Vigilar que no existan cables eléctricos aéreos en las proximidades de trabajo de la máquina
- Antes de ponerse en marcha, reconocer el terreno. Detectar si existen rocas sueltas (lisos), árboles desenraizados.
- Todo ello comporta riesgo intolerable que hay que resolver de forma segura antes de comenzar a trabajar.
- No situarse bajo cargas suspendidas y dentro del radio de acción de estas; situarse siempre en lugares visibles para quien maneja dichas cargas.
- Utilizar la máquina siguiendo fielmente las instrucciones. No desmontar, quitar o modificar los dispositivos de seguridad.
- Actuar según las normas de comportamiento adecuadas a la actividad que se está realizando (procedimiento de trabajo). Ante una duda a la hora de realizar las correspondientes maniobras consultar a los mandos.
- Durante el trabajo, procurar no acercarse en demasía al borde de taludes.
- No se permitirá la presencia de personas en las cercanías donde se realice el trabajo o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.

- La máquina deberá ir provista de extintor, encargándose al maquinista de su buen funcionamiento.
- Para el buen funcionamiento de la máquina, y en especial por razones de seguridad, deberá efectuar escrupulosamente las revisiones prescritas por el Servicio de Maquinaria.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345) al bajar de la cabina.
- Casco de protección (EN 397).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Ropa de trabajo (EN 340).
- Chaleco reflectante (EN 471).
- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Protectores auditivos (EN 352).

### 3.2.3 Instalaciones provisionales

#### 3.2.3.1 Grupo electrógeno portátil

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                         | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|---------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                             | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Contactos eléctricos directos            | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 2. Contactos eléctricos indirectos          | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 3. Exposición a sustancia nocivas o tóxicas | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 4. Ruido                                    | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 5. Golpes                                   | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 6. Caída de objetos en manipulación         | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |
| 7. Sobreesfuerzos                           | X            |   |    |               | x  |    |                       | X |   |   |    |

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

- Ha de instalarse de forma que resulte inaccesible para personas no especializadas y autorizadas para su manejo.
- El lugar de ubicación ha de estar perfectamente ventilado con el fin de evitar la formación de atmósferas tóxicas o explosivas.
- Todos los instrumentos de control deberán conservarse en perfecto estado de uso.
- Todas las operaciones de mantenimiento, reparación, etc., deberán hacerse a máquina parada y únicamente por personal especializado.

### EPI's A UTILIZAR

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Protectores auditivos (EN 352).

### 3.2.4 Herramientas eléctricas y herramientas manuales

#### EVALUACIÓN DEL RIESGO

| Riesgo identificado                           | Probabilidad |   |    | Consecuencias |    |    | Estimación del riesgo |   |   |   |    |
|-----------------------------------------------|--------------|---|----|---------------|----|----|-----------------------|---|---|---|----|
|                                               | I            | P | PR | ME            | MO | MA | L                     | A | M | I | IN |
| 1. Contactos eléctricos directos              | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 2. Proyección de partículas                   |              | X |    |               | X  |    |                       |   | X |   |    |
| 3. Golpes / cortes con objetos o herramientas | X            |   |    |               |    | X  |                       |   | X |   |    |
| 4. Atrapamientos por o entre objetos          | X            |   |    |               | X  |    |                       | X |   |   |    |

#### Las principales causas genéricas que originan los riesgos indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas de forma incorrecta.
- Herramientas abandonadas en lugares peligrosos.
- Herramientas transportadas de forma peligrosa.
- Herramientas mal conservadas.

#### MEDIDAS PREVENTIVAS

- El circuito al cual se conecten debe estar protegido por un interruptor diferencial, de 0.03 amperios de sensibilidad.
- Todas las máquinas y herramientas eléctricas que no posean doble aislamiento deberán estar conectadas a tierra.
- Los cables eléctricos, conexiones, etc., deberán estar en perfecto estado, siendo conveniente revisarlos con frecuencia.
- Cuando se cambien útiles, se hagan ajustes o se efectúen reparaciones se deben desconectar del circuito eléctrico para que no haya posibilidad de ponerlas en marcha involuntariamente.
- Si se necesita usar cables de extensión se deben hacer las conexiones empezando en la herramienta y siguiendo hacia la toma de corriente.
- Cuando se usen herramientas eléctricas en zonas mojadas se deben utilizar con el grado de protección adecuado (IP 55).
- Deben ser utilizadas por profesionales adiestrados.
- Nunca se conectarán a las bases de enchufe con “cables desnudos” y cuñas de madera, sino mediante clavija.

- Cuando se utilicen mangueras alargaderas para el conexionado eléctrico se hará, en primer lugar, la conexión de la clavija del cable de la herramienta al enchufe hembra de la alargadera y, posteriormente, la clavija de la alargadera a la base de enchufe en el cuadro de alimentación. Nunca deberá hacerse a la inversa.
- Nunca se desconectarán de un tirón.
- La tensión de utilización no podrá superar los 250 V.
- No se utilizarán prendas holgadas a fin de evitar los atrapamientos.
- Cuando se utilice una taladradora, se debe utilizar la sección de taladro adecuado al tipo de agujero que se trate realizar. Nunca se tratará de hacer un agujero de mayor diámetro inclinando el taladro.
- Cada herramienta se utilizará sólo para su proyectada finalidad. Los trabajos se realizarán en posición estable.
- Toda herramienta mecánica manual de accionamiento eléctrico dispondrá como protección al contacto eléctrico indirecto del sistema de doble aislamiento, cuyo nivel de protección se comprobará siempre después de cualquier anomalía conocida en su mantenimiento y después de cualquier reparación que haya podido afectarle.
- Bajo ningún concepto las protecciones de origen de las herramientas mecánicas o manuales deberán ser quitadas o eliminando sus efectos de protección en el trabajo.
- La misma consideración se hace extensible para aquéllas que hayan sido dispuestas con posterioridad por norma legal o por mejora de las condiciones de seguridad.
- Mantenimiento y conservación: Las propias de las máquinas eléctricas que recomiende el fabricante.
- Todas las herramientas mecánicas manuales serán revisadas periódicamente, al menos una vez al año. A las eléctricas se les prestará mayor atención en cuanto a su aislamiento, cableado y aparamenta.

### **EPI's A UTILIZAR**

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada (UNE-EN-ISO-20345).
- Casco de protección (EN 397).
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388).
- Protectores auditivos (EN 352).
- Gafas antiproyecciones (EN 166).
- Ropa de trabajo (EN 340).

### **3.3 Señalización**

Para que una señalización sea correcta y cumpla con su objetivo de prevenir accidentes, debe cumplir como mínimo los siguientes requisitos básicos:

- Debe ser una señalización lo suficientemente llamativa para captar la atención del trabajador y provocar una reacción inmediata.

- Debe lanzar la señal de aviso sobre el riesgo existente con el suficiente tiempo de antelación.
- Debe ser clara y comprensible.
- Debe permitir cumplir lo indicado.
- Debe informar acerca de la actuación adecuada para cada caso concreto.

La señalización adoptará las exigencias reglamentarias para cada caso, según la legislación vigente, el material del que estén realizados las señales será capaz de resistir las inclemencias del tiempo y las condiciones adversas de la obra.

- Se informará a todos los trabajadores del sistema de señalización establecido.
- La señalización podrá ser realizada mediante señales luminosas, gestuales, acústicas y visuales.

#### **Utilización y mantenimiento.**

- La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga estable en todo momento.
- Los trabajadores serán instruidos en el sistema de señales establecido en la obra.
- Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión, por los cuales puedan circular personas o vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar las señales adecuadas, de manera que se puedan evitar daños a los demás.
- Se utilizarán a modo informativo las siguientes:
  - Advertencia del riesgo eléctrico.
  - Advertencia de incendio, material inflamable.
  - Banda de advertencia de peligro.
  - Prohibido paso a peatones.
  - Protección obligatoria de cabeza.
  - Señal de dirección de socorro.
  - Localización de primeros auxilios

#### **Cinta de señalización**

En caso de señalar obstáculos, zonas de caída de objetos, etc. se delimitará con cintas de tela o materiales plásticos con franjas alternadas oblicuas en color amarillo y negro, inclinándose 60 ° con la horizontal.

#### **Cinta de delimitación de zona de trabajo**

La intrusión en el tajo de personas ajenas a la actividad representa un riesgo que al no poderse eliminar se debe señalar mediante cintas en color rojo o con bandas alternadas verticales en colores rojo y blanco que delimiten la zona de trabajo.

#### **Señalización de circulación**

El tráfico de vehículos se hace necesario e inevitable en las obras (camiones, furgonetas, grúas, etc.) para compatibilizar este tráfico con el de personas es necesario definir accesos diferentes para ambos, así como zonas de paso diferenciadas, limitación de velocidad, preferencias de paso y paradas obligatorias, al no estar contempladas estas en la señalización seguridad se deben utilizar señales de circulación normalizadas por la **Norma de Carreteras 8.3-I.C.** en cuanto a formas, colores, logos y dimensiones.

### **Vallas de limitación de seguridad**

Valla de señalización de zona de riesgo. Balizamiento de la zona de trabajo y de influencia de las operaciones del trabajo.

### **Señales óptico-acústicas de vehículos de obra**

Deben indicar en todo momento su posición y movimientos. Las máquinas autoportantes utilizadas en los trabajos de movimiento de tierras deberán disponer de:

- Una bocina o claxon de señalización acústica.
- Señales sonoras o luminosas (preferiblemente ambas a la vez) para indicación de la maniobra de marcha atrás.
- En la parte más alta de la cabina dispondrán de un señalizador rotativo luminoso destelleante de color ámbar para alertar de su presencia en circulación viaria.
- Dos focos de posición y cruce en la parte delantera y dos pilotos luminosos de color rojo detrás.
- Dispositivos de balizamiento de posición y preseñalización (conos, cintas, mallas...)



## **3.4 Asistencia a accidentados**

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

### **3.4.1 Botiquín de primeros auxilios**

Se dispondrá de tres botiquines en la obra y en todos los vehículos, dentro de una bolsa estanca para garantizar su higiene.

Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; “mercurcromo” o “cristalmina”; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; Termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardíacos 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.

### **3.5 Prevención de incendios**

Todas las obras de construcción están sujetas al riesgo de incendio, por lo que se establecen las siguientes normas de obligado cumplimiento como medidas preventivas:

- Queda prohibido la realización de hogueras, la utilización de mecheros, realización de soldaduras y asimilables en presencia de materiales inflamables, si antes no se dispone del extintor idóneo para la extinción del posible incendio.
- Se instalarán extintores de incendio en los siguientes puntos de la obra:
  - Instalación de obra.
- Los extintores en la obra serán nuevos, de 6 kg. de peso, de polvo ABC. Serán revisados y retimbrados según el mantenimiento exigido legalmente mediante concierto con una empresa autorizada.

#### **Normas de seguridad para la instalación y uso de los extintores de incendios:**

- Se instalarán sobre patillas de cuelgue o sobre carro.
- En cualquier caso, sobre la vertical del lugar donde se ubique el extintor en tamaño grande, se instalará una señal normalizada con el oportuno pictograma y la palabra EXTINTOR.

#### **NORMAS PARA EL USO DEL EXTINTOR:**

- En caso de incendio, descuelgue el extintor.
- Retire el pasador de la cabeza que inmoviliza el mando de accionamiento.
- Póngase a sotavento; evite que las llamas o el humo vayan hacia usted.
- Accione el extintor dirigiendo el chorro a la base de las llamas, hasta apagarlo o agotar el contenido.
- Si observa que no puede dominar el incendio, pida que alguien avise al Servicio Municipal de Bomberos lo más rápidamente posible.



## **IV Mediciones**

SEGURIDAD Y SALUD PSF ALCONABA SOLAR



## 1 Seguridad y Salud

| Nº   | Ud | Descripción                                                | Medición                  |
|------|----|------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 1.1  | Ms | Alquiler caseta prefabricada Oficina + aseo                |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ms : 2,000</b>   |
| 1.2  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para vestuarios               |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ms : 4,000</b>   |
| 1.3  | Ms | Alquiler caseta para aseo 4,00x2,25 m                      |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ms : 4,000</b>   |
| 1.4  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para almacén                  |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ms : 2,000</b>   |
| 1.5  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para comedor                  |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ms : 2,000</b>   |
| 1.6  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para seguridad                |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ms : 2,000</b>   |
| 1.7  | Ud | Transporte de caseta prefabricada                          |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 8,000</b>   |
| 1.8  | Ud | Acometida provisional eléctrica para caseta                |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 8,000</b>   |
| 1.9  | Ud | Botiquín de obra                                           |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 3,000</b>   |
| 1.10 | Ud | Cartel de señalización combinado 100X70 cm.                |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 3,000</b>   |
| 1.11 | Ud | Cartel de uso obligatorio de casco contra choque eléctrico |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 1,000</b>   |
| 1.12 | Ud | Cartel de uso obligatorio de casco                         |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 1,000</b>   |
| 1.13 | Ud | Cartel de prohibido el paso                                |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 3,000</b>   |
| 1.14 | MI | Valla metálica móvil                                       |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total MI : 10,000</b>  |
| 1.15 | MI | Cinta de balizamiento                                      |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total MI : 100,000</b> |
| 1.16 | Ud | Casco de seguridad                                         |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 4,000</b>   |
| 1.17 | Ud | Casco de seguridad contra choque eléctrico                 |                           |
|      |    |                                                            | <b>Total Ud : 25,000</b>  |

## 1 Seguridad y Salud

| <b>Nº</b> | <b>Ud</b> | <b>Descripción</b>                                    | <b>Medición</b>          |
|-----------|-----------|-------------------------------------------------------|--------------------------|
| 1.18      | Ud        | Gafas contra impactos                                 |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.19      | Ud        | Gafas antipolvo                                       |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.20      | Ud        | Protectores auditivos                                 |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.21      | Ud        | Cinturón antilumbago                                  |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.22      | Ud        | Mono de trabajo                                       |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.23      | Ud        | Impermeable                                           |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.24      | Ud        | Par de guantes de neopreno 100%                       |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.25      | Ud        | Par de guantes aislantes                              |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 4,000</b>  |
| 1.26      | Ud        | Par de botas aislantes                                |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 4,000</b>  |
| 1.27      | Ud        | Par de botas de seguridad                             |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.28      | Ud        | Tapa provisional para pozo                            |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 2,000</b>  |
| 1.29      | Ud        | Cuadro secundario con disparador diferencial de 30 mA |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 8,000</b>  |
| 1.30      | Ud        | Reconocimiento médico obligatorio                     |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total Ud : 25,000</b> |
| 1.31      | H.        | Comité en seguridad e higiene                         |                          |
|           |           |                                                       | <b>Total h. : 6,000</b>  |

**Proyecto:** SEGURIDAD Y SALUD PSF ALCONABA SOLAR  
**Promotor:**  
**Situación:**



## **V - Presupuesto**

SEGURIDAD Y SALUD PSF ALCONABA SOLAR



## Capítulo N° 1 Seguridad y Salud

| N°   | Ud | Descripción                                                | Medición | Precio | Importe         |
|------|----|------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------------|
| 1.1  | Ms | Alquiler caseta prefabricada Oficina + aseo                |          |        |                 |
|      |    | Total Ms :                                                 | 2,000    | 153,60 | <b>307,20</b>   |
| 1.2  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para vestuarios               |          |        |                 |
|      |    | Total Ms :                                                 | 4,000    | 122,92 | <b>491,68</b>   |
| 1.3  | Ms | Alquiler caseta para aseo 4,00x2,25 m                      |          |        |                 |
|      |    | Total Ms :                                                 | 4,000    | 131,74 | <b>526,96</b>   |
| 1.4  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para almacén                  |          |        |                 |
|      |    | Total Ms :                                                 | 2,000    | 112,68 | <b>225,36</b>   |
| 1.5  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para comedor                  |          |        |                 |
|      |    | Total Ms :                                                 | 2,000    | 112,68 | <b>225,36</b>   |
| 1.6  | Ms | Alquiler caseta prefabricada para seguridad                |          |        |                 |
|      |    | Total Ms :                                                 | 2,000    | 131,80 | <b>263,60</b>   |
| 1.7  | Ud | Transporte de caseta prefabricada                          |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 8,000    | 224,90 | <b>1.799,20</b> |
| 1.8  | Ud | Acometida provisional eléctrica para caseta                |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 8,000    | 104,49 | <b>835,92</b>   |
| 1.9  | Ud | Botiquín de obra                                           |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 3,000    | 22,51  | <b>67,53</b>    |
| 1.10 | Ud | Cartel de señalización combinado 100X70 cm.                |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 3,000    | 29,77  | <b>89,31</b>    |
| 1.11 | Ud | Cartel de uso obligatorio de casco contra choque eléctrico |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 1,000    | 7,53   | <b>7,53</b>     |
| 1.12 | Ud | Cartel de uso obligatorio de casco                         |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 1,000    | 7,53   | <b>7,53</b>     |
| 1.13 | Ud | Cartel de prohibido el paso                                |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 3,000    | 7,53   | <b>22,59</b>    |
| 1.14 | MI | Valla metálica móvil                                       |          |        |                 |
|      |    | Total MI :                                                 | 10,000   | 7,99   | <b>79,90</b>    |
| 1.15 | MI | Cinta de balizamiento                                      |          |        |                 |
|      |    | Total MI :                                                 | 100,000  | 1,90   | <b>190,00</b>   |
| 1.16 | Ud | Casco de seguridad                                         |          |        |                 |
|      |    | Total Ud :                                                 | 4,000    | 5,73   | <b>22,92</b>    |
| 1.17 | Ud | Casco de seguridad contra choque eléctrico                 |          |        |                 |

## Capítulo N° 1 Seguridad y Salud

| N°                                      | Ud | Descripción                                           | Medición   | Precio | Importe |                  |
|-----------------------------------------|----|-------------------------------------------------------|------------|--------|---------|------------------|
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 7,77    | <b>194,25</b>    |
| 1.18                                    | Ud | Gafas contra impactos                                 |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 11,93   | <b>298,25</b>    |
| 1.19                                    | Ud | Gafas antipolvo                                       |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 2,65    | <b>66,25</b>     |
| 1.20                                    | Ud | Protectores auditivos                                 |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 8,29    | <b>207,25</b>    |
| 1.21                                    | Ud | Cinturón antilumbago                                  |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 18,34   | <b>458,50</b>    |
| 1.22                                    | Ud | Mono de trabajo                                       |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 14,54   | <b>363,50</b>    |
| 1.23                                    | Ud | Impermeable                                           |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 5,28    | <b>132,00</b>    |
| 1.24                                    | Ud | Par de guantes de neopreno 100%                       |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 3,25    | <b>81,25</b>     |
| 1.25                                    | Ud | Par de guantes aislantes                              |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 4,000  | 29,84   | <b>119,36</b>    |
| 1.26                                    | Ud | Par de botas aislantes                                |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 4,000  | 27,52   | <b>110,08</b>    |
| 1.27                                    | Ud | Par de botas de seguridad                             |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 25,43   | <b>635,75</b>    |
| 1.28                                    | Ud | Tapa provisional para pozo                            |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 2,000  | 13,95   | <b>27,90</b>     |
| 1.29                                    | Ud | Cuadro secundario con disparador diferencial de 30 mA |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 8,000  | 217,20  | <b>1.737,60</b>  |
| 1.30                                    | Ud | Reconocimiento médico obligatorio                     |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total Ud : | 25,000 | 48,82   | <b>1.220,50</b>  |
| 1.31                                    | H. | Comité en seguridad e higiene                         |            |        |         |                  |
|                                         |    |                                                       | Total h. : | 6,000  | 59,44   | <b>356,64</b>    |
| <b>Parcial N° 1 Seguridad y Salud :</b> |    |                                                       |            |        |         | <b>11.171,67</b> |

**Proyecto:** SEGURIDAD Y SALUD PSF ALCONABA SOLAR  
**Promotor:**  
**Situación:**

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciriano

**V Presupuesto**

## **Presupuesto de ejecución material**

|                            |                  |
|----------------------------|------------------|
| <b>1 Seguridad y Salud</b> | <b>11.171,67</b> |
| <b>Total .....</b>         | <b>11.171,67</b> |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de ONCE MIL CIENTO SETENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS.

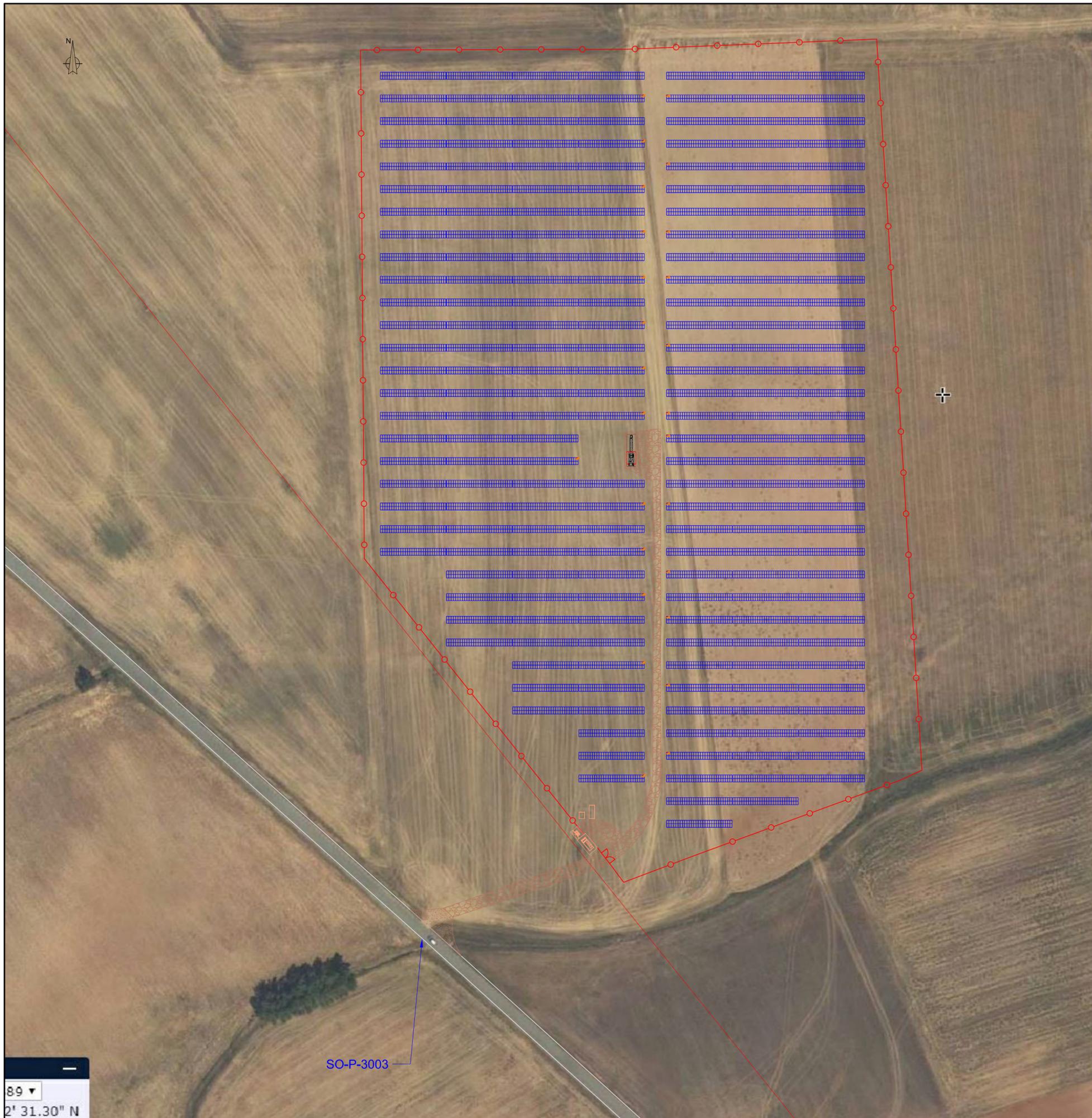
En Soria, a 18 de julio de 2019  
Ingeniería Agraria y Energética

Daniel Marín Ciriano



# **DOCUMENTO N°2: PLANOS**





|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |

89 ▾  
2' 31.30" N

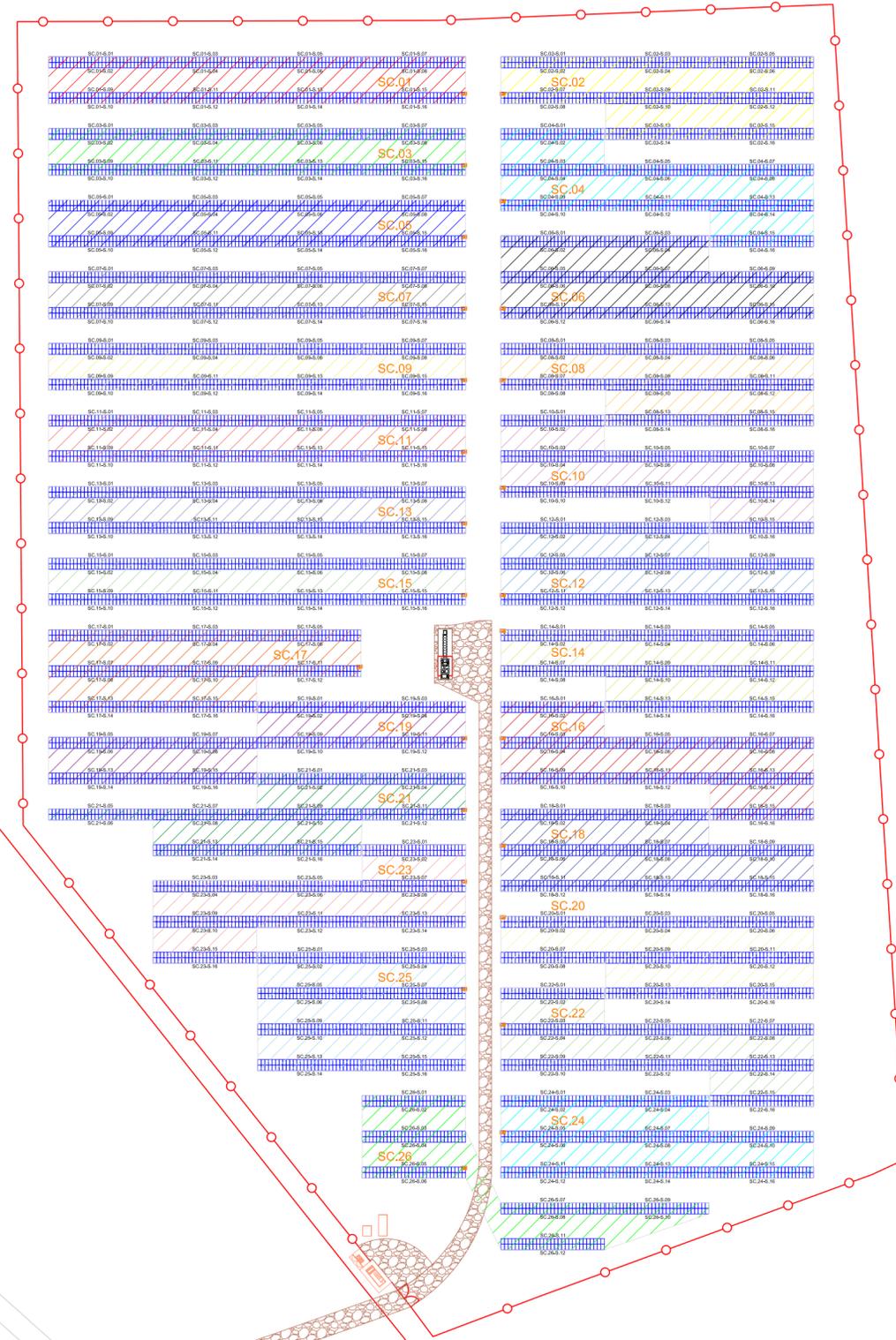
SO-P-3003

|                                                                                                                                                                                                     |                                                                    |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                                                    |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                     |                                                                    |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                     |                                                                    |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1:1250                                           |                                                                                       |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                         | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Layout general con vista aérea del terreno | <b>PLANO Nº:</b><br>1                                                                 |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                        |                                                                    |                                                                                       |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |

|                                                                                                                                                                                                     |                                        |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                        |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                     |                                        |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                     |                                        |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                            |                                        | <b>ESCALA:</b><br>1:1250                                                              |
| <b>FECHA:</b> 18/07/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                           | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Layout general | <b>PLANO Nº:</b><br>2                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                 |                                        |                                                                                       |



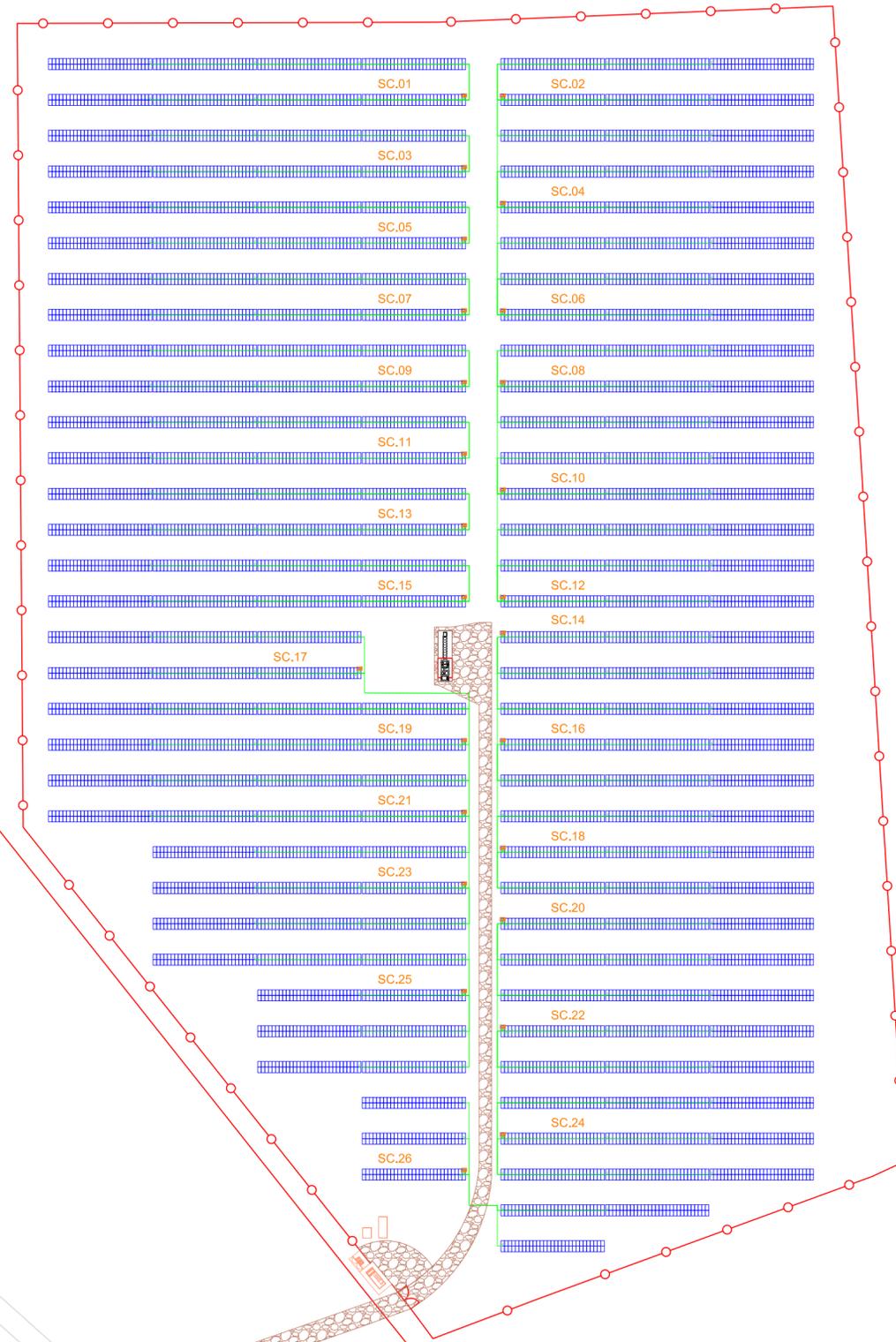
|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |

|                                                                                                                                                                                                        |                                                                   |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONENERGÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                                                   |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                        |                                                                   |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                        |                                                                   |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                               |                                                                   | <b>ESCALA:</b><br>1:1250                                                              |
| <b>FECHA:</b> 18/07/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                              | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Asociación de mesas por cajas de conexión | <b>PLANO Nº:</b><br>3                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                    |                                                                   |                                                                                       |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Zanjas:                          |  |
| - Tubo corrugado mesa            |  |
| - String y comunicaciones        |  |
| - DC                             |  |
| - Media tensión                  |  |
| - CCTV                           |  |

|                                                                                                                                                                                                     |                                                   |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                                   |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                     |                                                   |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                     |                                                   |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1:1250                          |                                                                                       |
| <b>FECHA:</b> 18/07/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                           | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Layout general con zanjas | <b>PLANO Nº:</b><br>4                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                 |                                                   |                                                                                       |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Cableado string                  |  |

|                                                                                                                                                                                                     |                                                            |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                                            |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                     |                                                            |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                     |                                                            |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                            |                                                            | <b>ESCALA:</b><br>1:1250                                                              |
| <b>FECHA:</b> 18/07/2019<br><b>FIRMA:</b>                                                                                                                                                           | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Layout general con cableado string | <b>PLANO Nº:</b><br>5                                                                 |
| <b>ALUMNO:</b> Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                 |                                                            |                                                                                       |



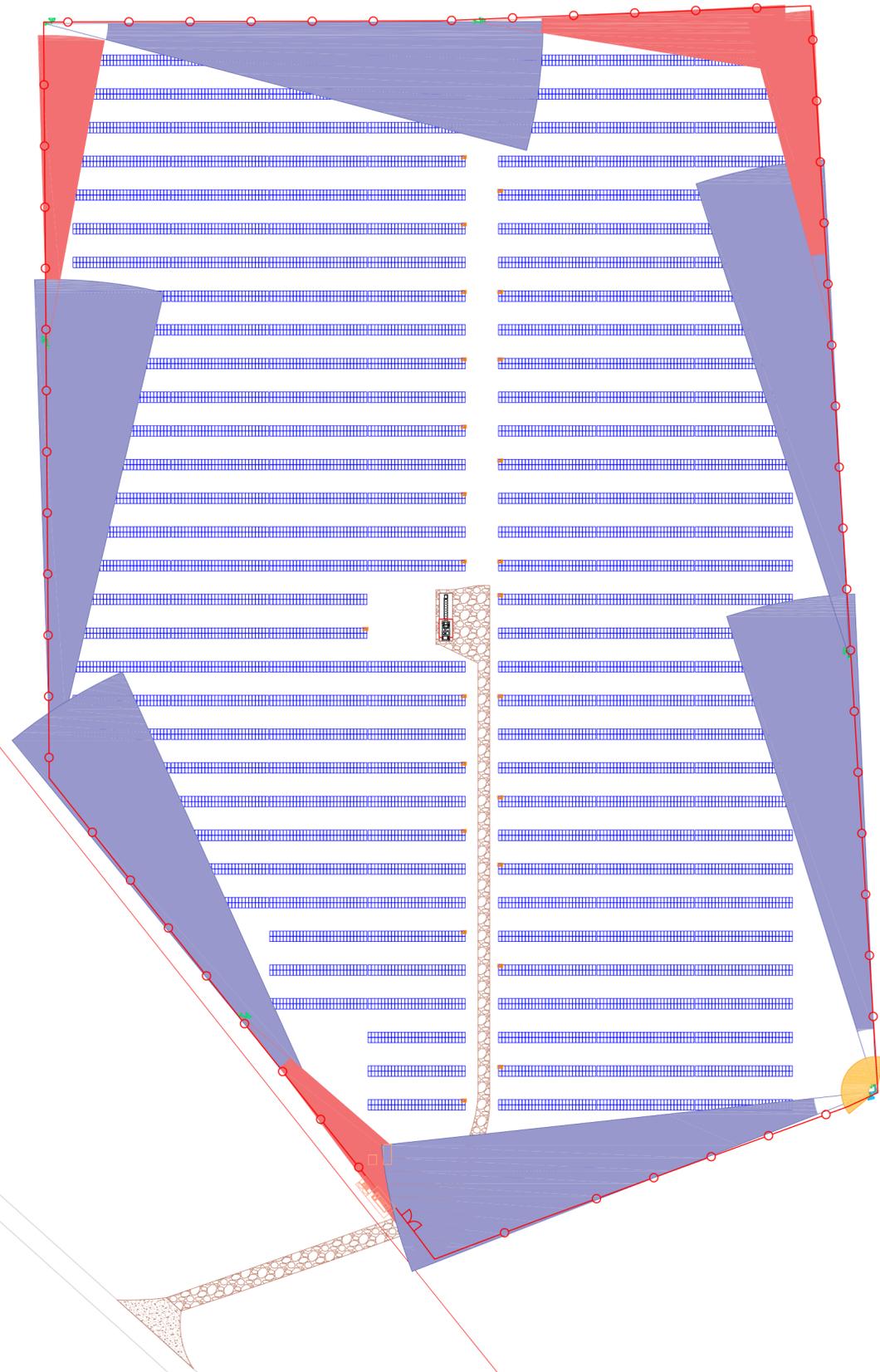
|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Cableado DC                      |  |

|                                                                                                                                                                                                     |                                                 |                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                                 |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                     |                                                 |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                            |                                                 |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                                   | ESCALA:<br>1:1250                               |                                                                                       |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                         | DENOMINACIÓN:<br>Layout general con cableado DC | PLANO Nº:<br>6                                                                        |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                        |                                                 |                                                                                       |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Cableado MT                      |  |
| Poste eléctrico                  |  |

|                                                                                                                          |                                                                                                               |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                          | <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                          |                                                                                                               |                |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria) |                                                                                                               |                |
| LOCALIZACIÓN:<br>Alconaba (Soria)                                                                                        | ESCALA:<br>1:1250                                                                                             |                |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                              | DENOMINACIÓN:<br>Layout general con cableado de media tensión                                                 | PLANO Nº:<br>7 |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                             |                                                                                                               |                |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| CCTV:                            |  |
| - Cámara de corto alcance        |  |
| - Cámara de medio alcance        |  |
| - Cámara de largo alcance        |  |

|                                                                                                                                                                                       |                                                      |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA<br>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA |                                                      |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                       |                                                      |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                              |                                                      |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                     | ESCALA:<br>1:1250                                    |                                                                                       |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                           | DENOMINACIÓN:<br>Layout general con instalación CCTV | PLANO Nº:<br>8                                                                        |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                          |                                                      |                                                                                       |



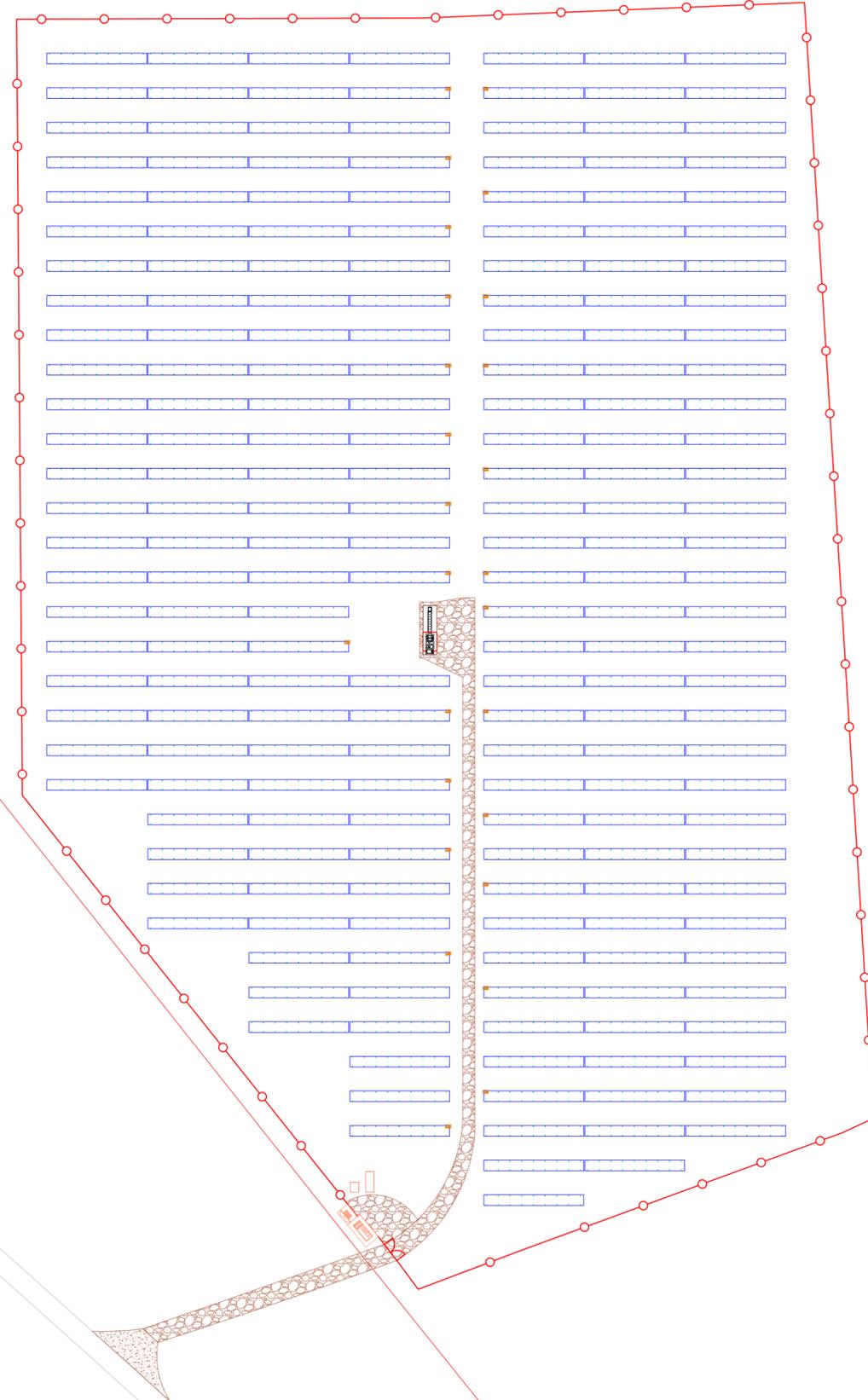
|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Pica de tierra                   |  |
| Cableado de tierra               |  |
| Pararrayos                       |  |

|                                                                                                                          |                                                                                                               |                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                          | <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                          |                                                                                                               |                |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria) |                                                                                                               |                |
| LOCALIZACIÓN:<br>Alconaba (Soria)                                                                                        | ESCALA:<br>1:1250                                                                                             |                |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                              | DENOMINACIÓN:<br>Layout general con instalación de tierra                                                     | PLANO Nº:<br>9 |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                             |                                                                                                               |                |



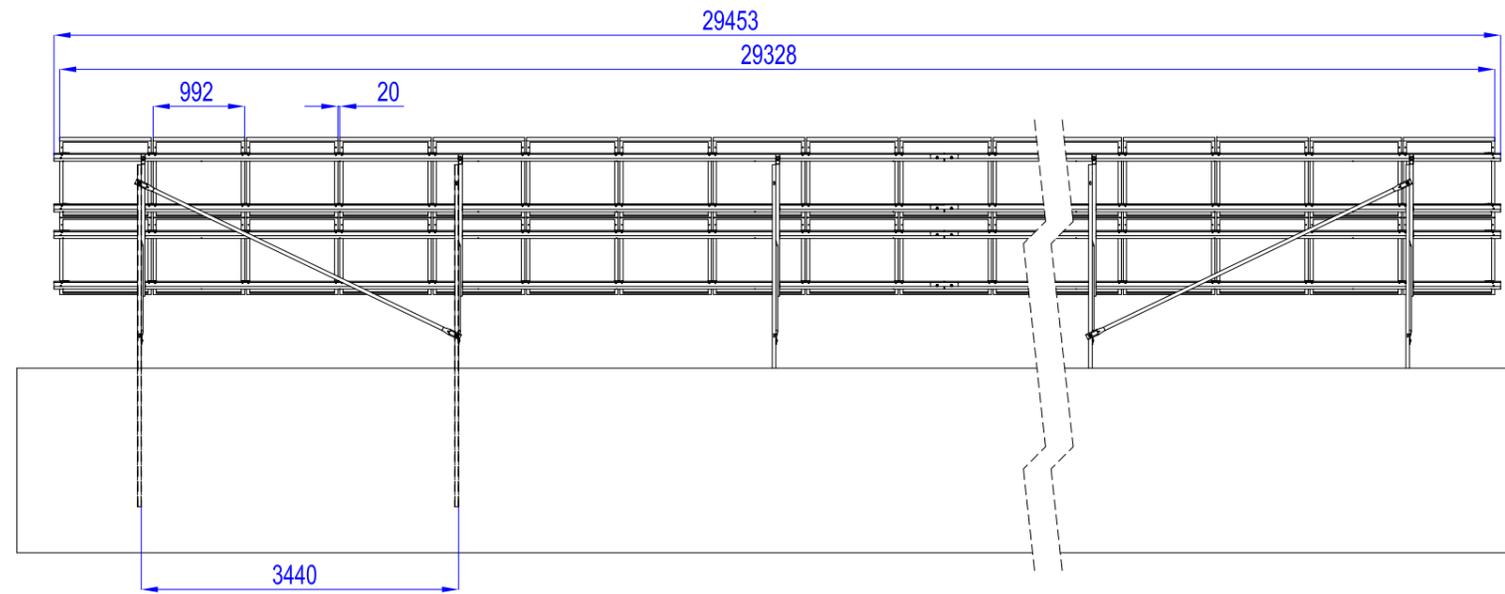
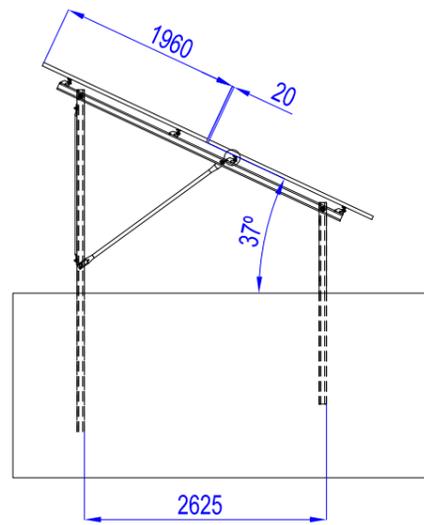
|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Cable RS485                      |  |
| Fibra Óptica                     |  |
| Cable multiconductor             |  |
| Veleta y anemómetro              |  |
| Piranómetro                      |  |
| Sensor de temperatura            |  |
| Caja de monitorización           |  |

|                                                                                                                          |                                                                                                               |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|                                                                                                                          | <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                 |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                          |                                                                                                               |                 |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria) |                                                                                                               |                 |
| LOCALIZACIÓN:<br>Alconaba (Soria)                                                                                        | ESCALA:<br>1:1250                                                                                             |                 |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                              | DENOMINACIÓN:<br>Layout general con sistema de monitorización                                                 | PLANO Nº:<br>10 |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                             |                                                                                                               |                 |



|                                  |  |
|----------------------------------|--|
| Vallado perimetral               |  |
| Puerta de acceso                 |  |
| Camino interno                   |  |
| Mesa módulos 2Vx29               |  |
| Caja de conexiones               |  |
| Unidad de conversión             |  |
| Centro de corte y seccionamiento |  |
| Centro de control                |  |
| Almacén                          |  |
| Línea 13,2 kV                    |  |
| Poste de mesa 2Vx29              |  |

|                                                                                                                          |                                                                                                               |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                     | <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONERÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                          |                                                                                                               |                                                                                       |
| TÍTULO:<br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria) |                                                                                                               |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>Alconaba (Soria)                                                                                        | ESCALA:<br>1:1250                                                                                             |                                                                                       |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                              | DENOMINACIÓN:<br>Layout general con localización postes mesa                                                  | PLANO Nº:<br>11                                                                       |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                             |                                                                                                               |                                                                                       |



U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Energías del Sol S.L.

TÍTULO:  
Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW  
para la conexión a la red en Alconaba (Soria)

LOCALIZACIÓN:  
Alconaba (Soria)

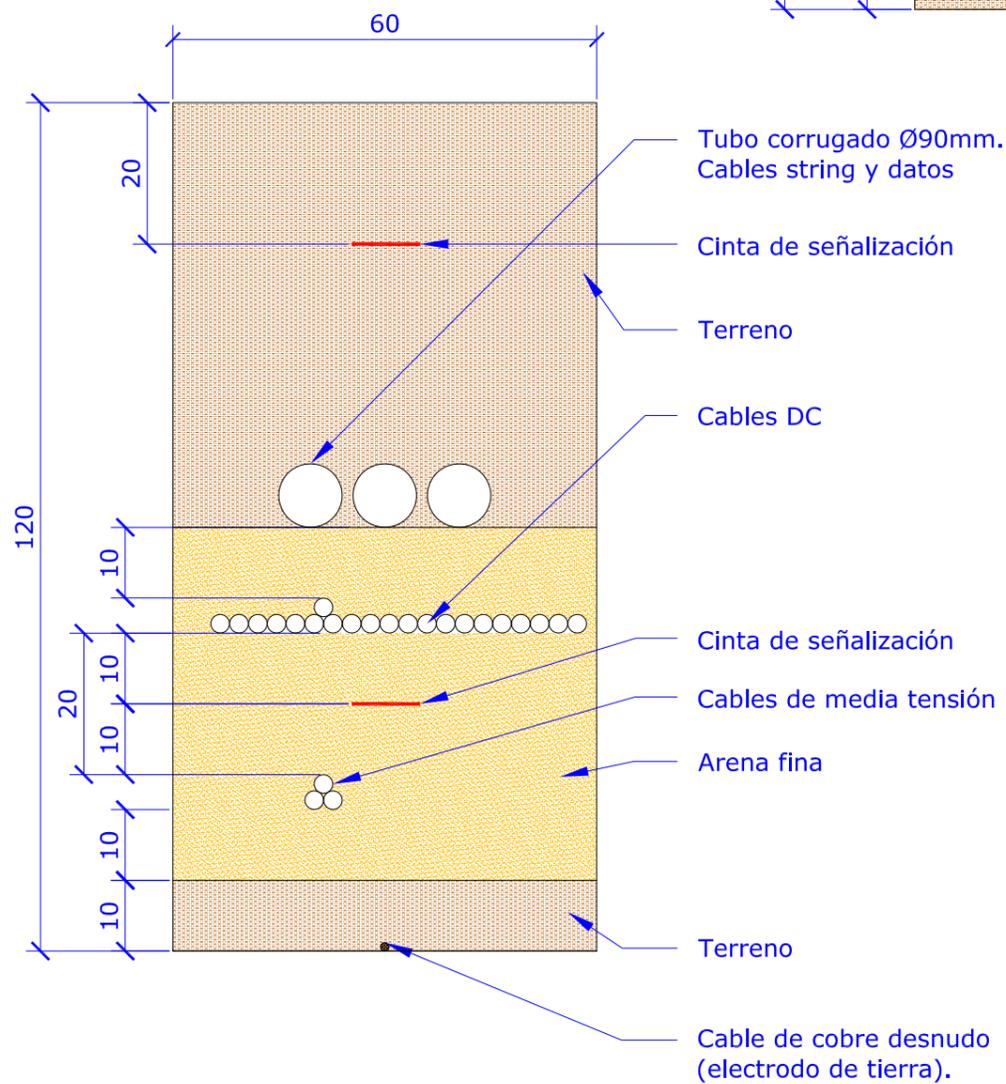
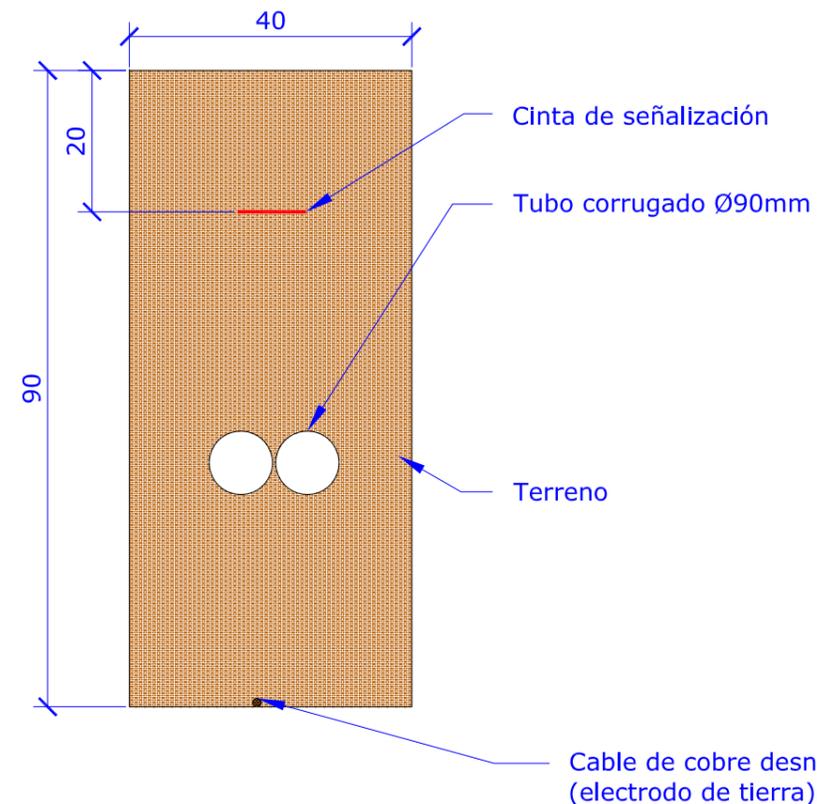
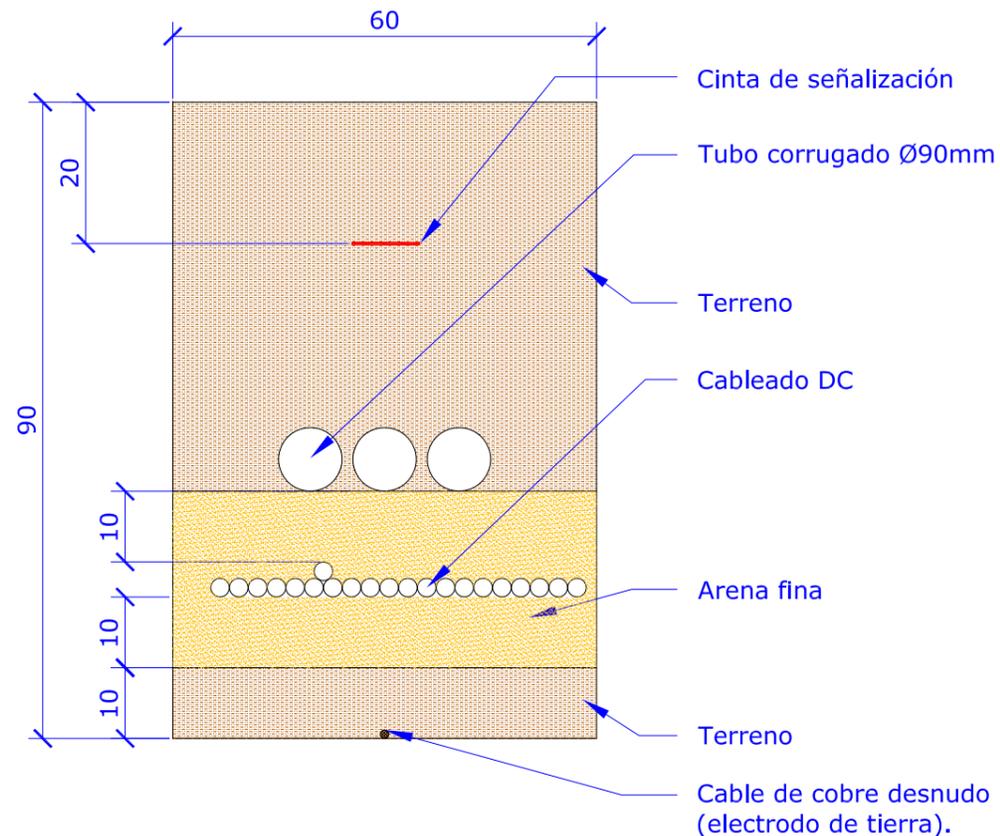
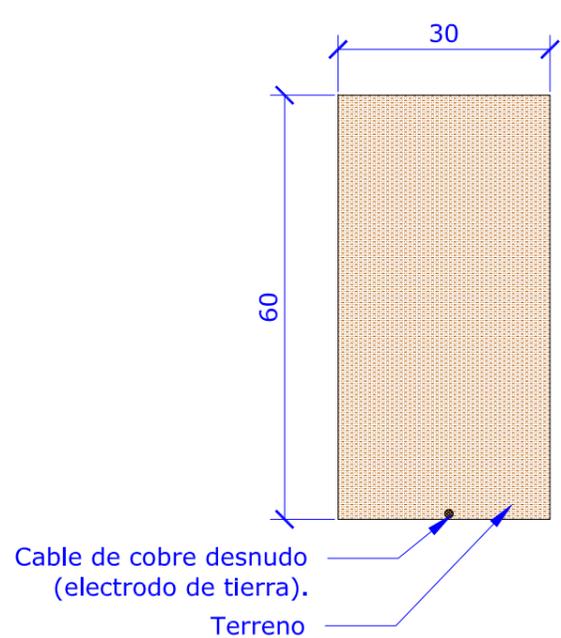
ESCALA:  
N/A

FECHA: 18/07/2019  
FIRMA:

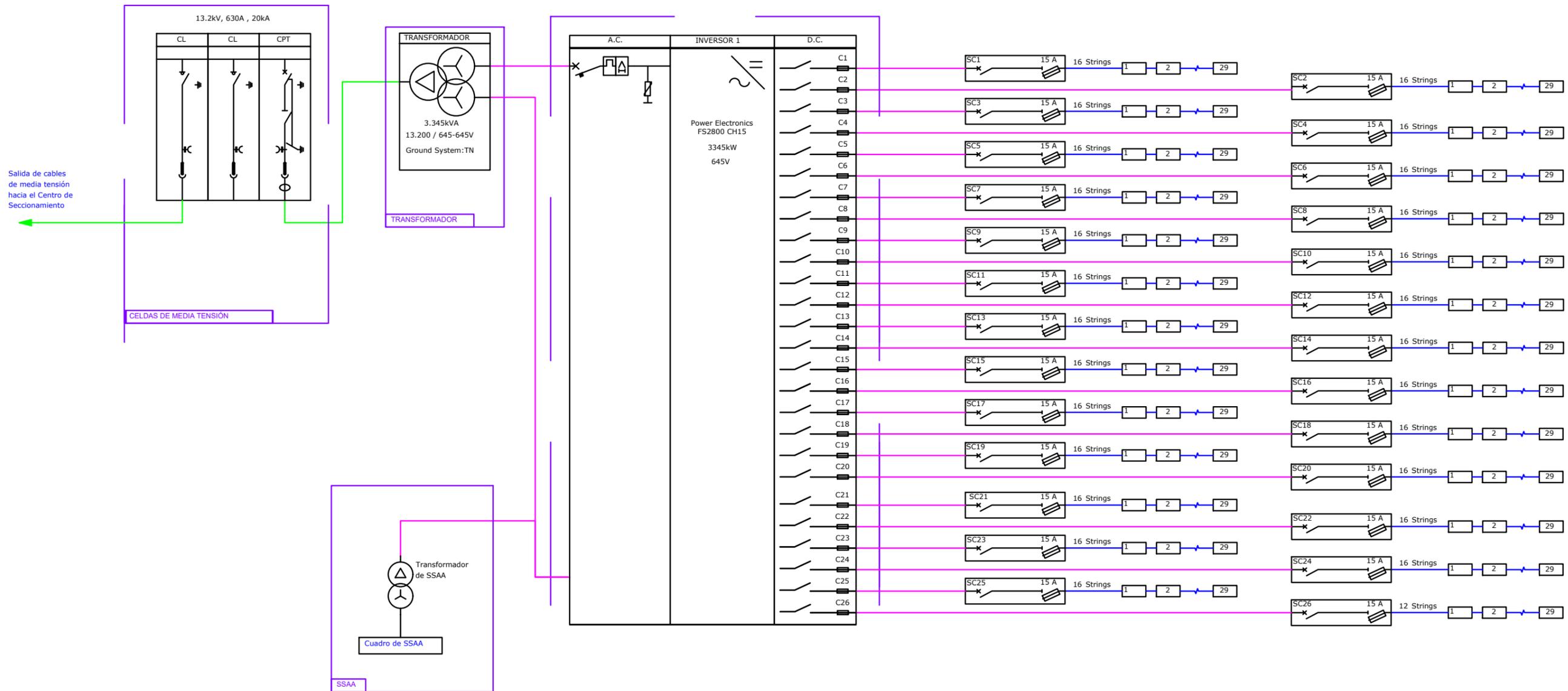
DENOMINACIÓN:  
Detalle estructura 2Vx29

PLANO N°:  
12

ALUMNO: Daniel Marín Ciriano



|                                                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONENERGÍA</b><br><b>GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA</b> |                                           |  |
| PROMOTOR: Energías del Sol S.L.                                                                                                                                                                        |                                           |                                                                                       |
| <b>TÍTULO:</b><br>Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)                                                                        |                                           |                                                                                       |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>Alconaba (Soria)                                                                                                                                                               | <b>ESCALA:</b><br>1:10                    |                                                                                       |
| FECHA: 18/07/2019<br>FIRMA:                                                                                                                                                                            | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>Detalle de zanjas | <b>PLANO Nº:</b><br>13                                                                |
| ALUMNO: Daniel Marín Ciriano                                                                                                                                                                           |                                           |                                                                                       |



U.V.A - E. I. FORESTAL, AGRONÓMICA Y DE LA BIONENERGÍA  
GRADO EN INGENIERÍA AGRARIA Y ENERGÉTICA



PROMOTOR: Energías del Sol S.L.

TÍTULO:  
Diseño e instalación de una planta solar fotovoltaica de 3.98MW para la conexión a la red en Alconaba (Soria)

LOCALIZACIÓN:  
Alconaba (Soria)

ESCALA:  
N/A

FECHA: 18/07/2019  
FIRMA:

DENOMINACIÓN:  
Diagrama unifilar

PLANO N°:  
14

ALUMNO: Daniel Marín Ciriano



# **DOCUMENTO N°3: PLIEGO DE CONDICIONES**



# Contenido

|      |                                                |    |
|------|------------------------------------------------|----|
| 1    | Pliego de condiciones generales .....          | 3  |
| 1.1  | Reglamentos y normas .....                     | 3  |
| 1.2  | Materiales .....                               | 3  |
| 1.3  | Ejecución de las obras.....                    | 3  |
| 1.4  | Interpretación y desarrollo del proyecto.....  | 4  |
| 1.5  | Obras complementarias.....                     | 4  |
| 1.6  | Modificaciones .....                           | 5  |
| 1.7  | Obra defectuosa .....                          | 5  |
| 1.8  | Medios auxiliares .....                        | 5  |
| 1.9  | Conservación de las obras .....                | 5  |
| 1.10 | Recepción de las obras .....                   | 5  |
| 1.11 | Contratación de empresas.....                  | 6  |
| 1.12 | Fianza .....                                   | 6  |
| 2    | Pliego de condiciones económicas.....          | 7  |
| 2.1  | Abono de la obra .....                         | 7  |
| 2.2  | Precios.....                                   | 7  |
| 2.3  | Revisión de precios .....                      | 7  |
| 2.4  | Penalizaciones.....                            | 7  |
| 2.5  | Contrato .....                                 | 7  |
| 2.6  | Responsabilidades .....                        | 8  |
| 2.7  | Rescisión del contrato .....                   | 8  |
| 3    | Pliego de condiciones facultativas .....       | 9  |
| 3.1  | Normativa a seguir.....                        | 9  |
| 3.2  | Personal.....                                  | 9  |
| 4    | Pliego de condiciones técnicas generales ..... | 10 |
| 4.1  | Obra civil.....                                | 10 |
| 4.2  | Equipos eléctricos.....                        | 10 |
| 4.3  | Ensayos .....                                  | 11 |
| 4.4  | Centro de control y mando .....                | 11 |



# **1 Pliego de condiciones generales**

El objeto del presente Pliego de Condiciones es definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.

El trabajo consistirá en la instalación eléctrica, mecánica y civil completa según lo descrito en la Memoria.

El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, listados de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

## **1.1 Reglamentos y normas**

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto nacionales, autonómicas como municipales, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.

## **1.2 Materiales**

La totalidad de los materiales utilizados serán de primera calidad y deberán cumplir las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales para este tipo de materiales.

Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.

En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista estará en obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, que será quien decida sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.

Una vez adjudicada la obra y antes de iniciarse esta, el Contratista presentará al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. En ningún caso podrán utilizarse materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Técnico Director.

## **1.3 Ejecución de las obras**

COMIENZO:

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con el Promotor, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

## **PLAZO DE EJECUCIÓN:**

La obra se efectuará en el plazo que sea estipulado en el contrato suscrito con el Promotor.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con el Promotor, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

## **LIBRO DE ÓRDENES:**

El Contratista dispondrá de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las órdenes que el Técnico Director estime dar a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

## **1.4 Interpretación y desarrollo del proyecto**

El Técnico Director se encargará de la interpretación técnica de los documentos del Proyecto. El Contratista está obligado a dirigirse a éste ante cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista será responsable de cualquier error de la ejecución causado por la omisión de ésta obligación y consecuentemente deberá volver a ejecutar a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.

El contratista notificará por escrito o personalmente al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará sobre la base de los datos o criterios de medición aportados por éste.

## **1.5 Obras complementarias**

El contratista está en la obligación de ejecutar todas las obras complementarias que sean indispensables para completar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque no figuren explícitamente

mencionadas dichas obras complementarias. Esto deberá realizarse sin producirse una variación del importe contratado.

## **1.6 Modificaciones**

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen como resultado de modificaciones producidas en el proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación, siempre y cuando el importe de las mismas no altere en más o menos de un 20% del valor contratado.

La valoración de las mismas se hará de acuerdo a los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

## **1.7 Obra defectuosa**

Cuando el Contratista halle una o varias unidades de obra que no se ajusten a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarla o rechazarla. En el primer caso, el Técnico Director fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando el Contratista obligado a aceptar dicha valoración. En el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

## **1.8 Medios auxiliares**

Todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra serán a cuenta del Contratista. Además, estará obligado a hacer cumplir a sus operarios todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigentes y a utilizar los medios de protección.

## **1.9 Conservación de las obras**

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, corriendo a su cargo los gastos derivados de ello.

## **1.10 Recepción de las obras**

RECEPCIÓN PROVISIONAL:

La recepción provisional tendrá lugar una vez finalizadas las obras y para ello se realizará en presencia del Contratista un detenido reconocimiento por parte del Técnico Director y el Promotor, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitidas.

De no ser admitidas se hará constar en el acta y se darán al Contratista las instrucciones necesarias para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

#### **PLAZO DE GARANTÍA:**

El plazo de garantía será como mínimo de un año o bien el que se establezca en el contrato, contado desde la fecha de la recepción provisional. Durante este período la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción queda a cargo del Contratista.

#### **RECEPCIÓN DEFINITIVA:**

Tendrá lugar una vez transcurrido el plazo de garantía. A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

### **1.11 Contratación de empresas**

Modo de contratación: El conjunto de las instalaciones las realizará la empresa escogida por selección del mejor presupuesto y medios técnicos.

Selección: Será anunciada la empresa escogida la semana siguiente a la conclusión del plazo de entrega. Dicha empresa será elegida de mutuo acuerdo entre el Promotor y el director de la obra, sin posible reclamación por parte de las otras empresas concursantes.

### **1.12 Fianza**

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista depositará en garantía del cumplimiento del mismo, o, se acordará una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.

De no estipularse una fianza en el contrato, se entiende la garantía será una retención del 10% sobre los pagos a cuenta citados.

En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, el Promotor podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho el Promotor si el importe de la fianza no bastase.

La fianza retenida se abonará al Contratista en un plazo máximo de treinta días una vez firmada el acta de recepción definitiva de la obra.

## **2 Pliego de condiciones económicas**

### **2.1 Abono de la obra**

Se fijará detalladamente en el contrato la forma y plazos con que se abonarán las obras. Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

### **2.2 Precios**

Al formalizarse el contrato, el contratista presentará la relación de precios de las unidades de obra que integran el proyecto que deberán de ser aceptados, tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.

Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que ejecutarse unidades de obra no previstas en el proyecto, el Técnico Director y el Contratista fijarán su precio con antelación al inicio de la obra y se presentará para aprobación al Promotor.

### **2.3 Revisión de precios**

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula aplicada para el cálculo. En defecto de esta última, el Técnico Director aplicará alguno de los criterios oficiales aceptados.

### **2.4 Penalizaciones**

Se podrán establecer en el contrato tablas de penalización donde aparezcan las cuantías a pagar por el Contratista por retraso en los plazos de entrega de las obras.

### **2.5 Contrato**

El contrato se formalizará mediante documento privado, pudiendo elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.

La totalidad de los documentos del Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato de modo que deberán ser firmados tanto el contratista como por el Promotor en testimonio de que los conocen y aceptan.

## **2.6 Responsabilidades**

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como resultado de ello estará obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su correcta reconstrucción sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.

El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras, así como de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad, a los vecinos o a terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto de los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

## **2.7 Rescisión del contrato**

Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

Primera: La muerte o incapacitación del Contratista.

Segunda: La quiebra del Contratista.

Tercera: La modificación del proyecto cuando produzca alteración en más, o menos, del 20% del valor contratado.

Cuarta: La modificación de las unidades de obra en un número superior al 40% del original.

Quinta: La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas al Promotor.

Sexta: La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de cuatro meses.

Séptima: El incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.

Octava: La terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.

Novena: La actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.

Décima: El destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y del Promotor.

## **3 Pliego de condiciones facultativas**

### **3.1 Normativa a seguir**

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

1. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Normas UNE.
3. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
4. Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
5. Normas de la Compañía Suministradora.
6. Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.
7. Plan general y ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### **3.2 Personal**

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.

El Contratista tendrá en la obra el número y clase de operarios necesarios para el volumen y naturaleza de los trabajos que se ejecuten, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. Aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones o realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe, deberá ser separado de la obra por el Contratista.

## **4 Pliego de condiciones técnicas generales**

Este pliego de Condiciones Técnicas Generales define las características que deben de cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de instalación en obra y las que deberán regir en la ejecución de cualquier tipo de instalación y de obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

### **4.1 Obra civil**

Todos los materiales básicos utilizados durante la ejecución de las obras serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.

### **4.2 Equipos eléctricos**

El Contratista será responsable del suministro de los elementos y equipos eléctricos.

La protección mínima será IP54, garantizándose una protección contra salpicaduras de agua y depósitos nocivos de polvo; garantía de protección contra derivaciones.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorretractíles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión.

No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borna o terminal.

No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor.

Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.

Cuando en una bandeja o patinillo se agrupen varios cables, cada uno irá identificado mediante un rótulo indeleble en que se exprese su código de identificación que deberá coincidir con el que aparezca en los documentos del Proyecto.

Para la identificación de los conductores se seguirá lo dispuesto en la instrucción ITCBT-19, utilizándose los siguientes colores:

- Fases: negro, marrón o gris.
- Neutro: azul claro.
- Conductor de potencia: amarillo-verde (bicolor).

Esta instalación incorpora los dispositivos necesarios para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro de seccionamiento los equipos con

características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

### **4.3 Ensayos**

El Contratista deberá de realizar los ensayos adecuados, antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, para probar que todos los equipos, aparatos, y cableados han estado instalados correctamente, a la total satisfacción del Técnico Director de obra.

El Ingeniero que representa al Técnico Director de obra presenciará todos los ensayos. Los resultados de los ensayos serán comunicados en informes indicando la fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como la categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, serán megados; se someterán a un ensayo de resistencia del aislamiento entre fases y entre fase y tierra.

Se debe comprobar la instalación de tierra de forma que se determine la continuidad de sus cables y sus conexiones. También se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

### **4.4 Centro de control y mando**

Se instalará un centro el que se ubique la aparamenta de medida y alarmas. Deberá ser posible la conexión de forma remota a estos equipos de cara a poder monitorear y operar la planta a distancia.



# **DOCUMENTO N°4: PRESUPUESTO**



## IV Mediciones

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

## 1 Preparación del terreno y replanteo

| Nº  | Ud | Descripción                     | Medición              |
|-----|----|---------------------------------|-----------------------|
| 1.1 | M2 | Desbroce de terreno desarbolado |                       |
|     |    |                                 | Total M2 : 78.650,410 |
| 1.2 | Ud | Replanteo                       |                       |
|     |    |                                 | Total Ud : 2,000      |
| 1.3 | M2 | Allanado del terreno            |                       |
|     |    |                                 | Total M2 : 78.650,410 |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

## 2 Cerramiento

| Nº  | Ud | Descripción                   | Medición             |
|-----|----|-------------------------------|----------------------|
| 2.1 | MI | Valla electrosoldada 200x55x5 |                      |
|     |    |                               | Total MI : 1.098,023 |
| 2.2 | Ud | Puerta metálica               |                      |
|     |    |                               | Total Ud : 1,000     |

### 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos

| Nº  | Ud | Descripción                                    | Medición              |
|-----|----|------------------------------------------------|-----------------------|
| 3.1 | Ud | Hincado de postes                              |                       |
|     |    |                                                | Total Ud : 7.416,000  |
| 3.2 | Ud | Montaje de la estructura                       |                       |
|     |    |                                                | Total Ud : 412,000    |
| 3.3 | MI | RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 GRAPEADA          |                       |
|     |    |                                                | Total MI : 14.866,200 |
| 3.4 | Ud | Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO TALESUN TP672P(H) |                       |
|     |    |                                                | Total Ud : 23.896,000 |
| 3.5 | Ud | Conexionado de los módulos                     |                       |
|     |    |                                                | Total Ud : 23.896,000 |

#### 4 Construcción del camino y explanadas

| Nº  | Ud | Descripción                                            | Medición             |
|-----|----|--------------------------------------------------------|----------------------|
| 4.1 | M3 | Excavación mecánica de caminos                         |                      |
|     |    |                                                        | Total M3 : 319,700   |
| 4.2 | M2 | Compactado de tierra sin aporte nº1                    |                      |
|     |    |                                                        | Total M2 : 1.598,549 |
| 4.3 | M2 | Colocación de membrana geotextil                       |                      |
|     |    |                                                        | Total M2 : 1.598,549 |
| 4.4 | M3 | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1 |                      |
|     |    |                                                        | Total M3 : 319,700   |
| 4.5 | M2 | Compactado de tierra sin aporte nº2                    |                      |
|     |    |                                                        | Total M2 : 1.598,549 |
| 4.6 | M3 | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2 |                      |
|     |    |                                                        | Total M3 : 159,850   |
| 4.7 | M2 | Compactado final                                       |                      |
|     |    |                                                        | Total M2 : 1.598,549 |

## 5 Instalación de los edificios

| Nº  | Ud | Descripción          | Medición         |
|-----|----|----------------------|------------------|
| 5.1 | Ud | Centro de inversión  |                  |
|     |    |                      | Total Ud : 1,000 |
| 5.2 | Ud | Centro de control    |                  |
|     |    |                      | Total Ud : 1,000 |
| 5.3 | Ud | Centros de corte     |                  |
|     |    |                      | Total Ud : 1,000 |
| 5.4 | Ud | Almacén de repuestos |                  |
|     |    |                      | Total Ud : 1,000 |

## 6 Puesta a tierra de edificios

| Nº  | Ud | Descripción                                                                      | Medición           |
|-----|----|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 6.1 | M3 | Excavación mecánica de zanjas para instalación de tierra                         |                    |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 32,016  |
| 6.2 | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |                    |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 108,720 |
| 6.3 | Ud | Instalación de electrodo de tierra, pica de 2 m                                  |                    |
|     |    |                                                                                  | Total Ud : 3,000   |
| 6.4 | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |                    |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 6,932   |

## 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral

| Nº  | Ud | Descripción                                                                      | Medición              |
|-----|----|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 7.1 | M3 | Excavación mecánica de zanja para cableado string y comunicaciones               |                       |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 751,482    |
| 7.2 | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |                       |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 1.252,470  |
| 7.3 | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                   |                       |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 1.252,470  |
| 7.4 | MI | Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm <sup>2</sup> , D 32          |                       |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 42.971,000 |
| 7.5 | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |                       |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 70,308     |
| 7.6 | MI | Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica                        |                       |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 3.895,500  |

## 8 Zanjas de caja a inversor

| Nº  | Ud | Descripción                                                                      | Medición             |
|-----|----|----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| 8.1 | M3 | Excavación mecánica de zanja                                                     |                      |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 438,963   |
| 8.2 | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |                      |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 812,895   |
| 8.3 | MI | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm <sup>2</sup>        |                      |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 2.270,310 |
| 8.4 | MI | Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm <sup>2</sup>            |                      |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 1.879,000 |
| 8.5 | MI | Colocación del cableado RS-485 de monitorización                                 |                      |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 2.890,000 |
| 8.6 | M3 | Relleno de zanjas con cama de arena fina                                         |                      |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 121,934   |
| 8.7 | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                   |                      |
|     |    |                                                                                  | Total MI : 2.438,685 |
| 8.8 | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |                      |
|     |    |                                                                                  | Total M3 : 317,029   |

## 9 Zanja para cableado de media tensión

| Nº   | Ud | Descripción                                                                      | Medición           |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| 9.1  | M3 | Excavación de zanjas de media tensión                                            |                    |
|      |    |                                                                                  | Total M3 : 206,720 |
| 9.2  | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 287,108 |
| 9.3  | MI | Colocación de cable 1x70 mm <sup>2</sup> AL 13.2 kV enterrado                    |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 900,000 |
| 9.4  | M3 | Relleno de zanjas con cama de arena fina                                         |                    |
|      |    |                                                                                  | Total M3 : 86,132  |
| 9.5  | MI | Colocación de cinta de señalización                                              |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 287,108 |
| 9.6  | MI | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm <sup>2</sup>        |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 447,400 |
| 9.7  | MI | Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm <sup>2</sup>            |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 608,760 |
| 9.8  | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                   |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 861,324 |
| 9.9  | MI | Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica                        |                    |
|      |    |                                                                                  | Total MI : 833,750 |
| 9.10 | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |                    |
|      |    |                                                                                  | Total M3 : 120,585 |

## 10 Instalación de elementos auxiliares

| Nº   | Ud | Descripción                                         | Medición          |
|------|----|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 10.1 | Ud | Instalación de las cajas de combinación CPS CB20S   |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 26,000 |
| 10.2 | Ud | Instalación del Pararrayos                          |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 1,000  |
| 10.3 | Ud | Instalación de las Cámaras de seguridad             |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 11,000 |
| 10.4 | Ud | Instalación de Veleta                               |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 1,000  |
| 10.5 | Ud | Instalación de Anemómetro                           |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 1,000  |
| 10.6 | Ud | Instalación de Piranómetros                         |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 2,000  |
| 10.7 | Ud | Instalación de Router                               |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 1,000  |
| 10.8 | Ud | Instalación de Rack                                 |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 1,000  |
| 10.9 | Ud | Instalación y conexionado de Caja de monitorización |                   |
|      |    |                                                     | Total Ud : 1,000  |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

## 11 Seguridad y Salud

| Nº   | Ud | Descripción                      | Medición      |
|------|----|----------------------------------|---------------|
| 11.1 |    | Presupuesto de Seguridad y Salud |               |
|      |    |                                  | Total : 1,000 |



## IV - V Mediciones y Presupuesto

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



## Capítulo nº 1 Preparación del terreno y replanteo

| Nº                                                        | Ud | Descripción                                                                                                                                                       | Medición          | Precio            | Importe            |                   |
|-----------------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| 1.1                                                       | M2 | Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes. |                   |                   |                    |                   |
|                                                           |    |                                                                                                                                                                   | <b>Total M2 :</b> | <b>78.650,410</b> | <b>0,10 €</b>      | <b>7.865,04 €</b> |
| 1.2                                                       | Ud | Unidad de replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación. Jornada de trabajo de 8 h de replanteo.                      |                   |                   |                    |                   |
|                                                           |    |                                                                                                                                                                   | <b>Total Ud :</b> | <b>2,000</b>      | <b>327,79 €</b>    | <b>655,58 €</b>   |
| 1.3                                                       | M2 | Allanado y explanado de la parcela con motoniveladora                                                                                                             |                   |                   |                    |                   |
|                                                           |    |                                                                                                                                                                   | <b>Total M2 :</b> | <b>78.650,410</b> | <b>0,07 €</b>      | <b>5.505,53 €</b> |
| <b>Parcial nº 1 Preparación del terreno y replanteo :</b> |    |                                                                                                                                                                   |                   |                   | <b>14.026,15 €</b> |                   |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CO...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

## Capítulo nº 2 Cerramiento

| Nº  | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                    | Medición          | Precio           | Importe        |                                               |
|-----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|------------------|----------------|-----------------------------------------------|
| 2.1 | MI | Valla de malla electrosoldada de 200x55x5 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.                       |                   |                  |                |                                               |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Total MI :</b> | <b>1.098,023</b> | <b>12,14 €</b> | <b>13.330,00 €</b>                            |
| 2.2 | Ud | Puerta metálica Corredera sobre rail, 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. |                   |                  |                |                                               |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>     | <b>57,02 €</b> | <b>57,02 €</b>                                |
|     |    |                                                                                                                                                                                                                                                |                   |                  |                | <b>Parcial nº 2 Cerramiento : 13.387,02 €</b> |

### Capítulo nº 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos

| Nº  | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Medición          | Precio          | Importe               |
|-----|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|
| 3.1 | Ud | Poste de acero de alta calidad del tipo S355. Acero galvanizado en caliente G-90. Estructura tipo NCLAVE biposte o similar. Separación entre postes de 3,440 metros. Totalmente instalados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |                 |                       |
|     |    | <b>Total Ud :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>7.416,000</b>  | <b>44,99 €</b>  | <b>333.645,84 €</b>   |
| 3.2 | Ud | Estructura 2Vx29 como soporte para dos mesas de captadores fotovoltaicos a 37° de inclinación sobre horizontal. Formado por perfiles de acero Galvanizado como protección antioxidante, accesorios y pequeño material necesario. Completamente montado.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |                 |                       |
|     |    | <b>Total Ud :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>412,000</b>    | <b>354,49 €</b> | <b>146.049,88 €</b>   |
| 3.3 | MI | Instalación cable Cu clase 5 XLPE 0,6/1 kV de sección 1x6 mm2 desde el final de las series hasta la entrada de las cajas de combinación de series. La instalación se realizará por dentro de los perfiles de la estructura. Los cables se protegerán en las zonas del perfil donde estén en contacto con tornillos y tuercas de la estructura con tubo o con guardacantos.                                                                                                                                                                     |                   |                 |                       |
|     |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>14.866,200</b> | <b>1,30 €</b>   | <b>19.326,06 €</b>    |
| 3.4 | Ud | Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca TALESUN, modelo TP672P(H), Potencia máxima 330 Wp con tolerancia de ±3%, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=1500 Vcc, Voc=45,9 Vcc, Vmpp=37,7 Vcc, Icc=9,27 A, Impp=8,76 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 3 diodos de by-pass, conexión a tresbolillo, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado sobre estructura, probado y funcionando. |                   |                 |                       |
|     |    | <b>Total Ud :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>23.896,000</b> | <b>101,99 €</b> | <b>2.437.153,04 €</b> |
| 3.5 | Ud | Conexión de los módulos fotovoltaicos a tresbolillo por medio del cable del propio panel. Completamente conectado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |                 |                       |
|     |    | <b>Total Ud :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>23.896,000</b> | <b>0,06 €</b>   | <b>1.433,76 €</b>     |

**Parcial nº 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos : 2.937.608,58 €**

## Capítulo nº 4 Construcción del camino y explanadas

| Nº                                                         | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Medición         | Precio         | Importe            |
|------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|--------------------|
| 4.1                                                        | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 20 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>319,700</b>   | <b>13,22 €</b> | <b>4.226,43 €</b>  |
| 4.2                                                        | M2 | Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                 |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M2 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1.598,549</b> | <b>6,73 €</b>  | <b>10.758,23 €</b> |
| 4.3                                                        | 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. |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M2 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1.598,549</b> | <b>1,59 €</b>  | <b>2.541,69 €</b>  |
| 4.4                                                        | 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.                                                                                                                                                                                                                   |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>319,700</b>   | <b>6,79 €</b>  | <b>2.170,76 €</b>  |
| 4.5                                                        | M2 | Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                               |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M2 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1.598,549</b> | <b>2,28 €</b>  | <b>3.644,69 €</b>  |
| 4.6                                                        | 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.                                                                                                                                                                                                               |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>159,850</b>   | <b>6,79 €</b>  | <b>1.085,38 €</b>  |
| 4.7                                                        | M2 | Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                |                  |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M2 :</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>1.598,549</b> | <b>2,16 €</b>  | <b>3.452,87 €</b>  |
| <b>Parcial nº 4 Construcción del camino y explanadas :</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |                | <b>27.880,05 €</b> |

## Capítulo nº 5 Instalación de los edificios

| Nº                                                 | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Medición     | Precio              | Importe             |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------------|---------------------|
| 5.1                                                | Ud | Módulo prefabricado tipo pfu 5 con siete inversores tipo HEC V1500 FS2800CH15, un transformador de potencia del tipo MV SKID MVS3345, transformador de SSAA, dos celdas de línea y una de protección para el transformador.<br>Descargado, colocado del módulo prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente. |              |                     |                     |
| <b>Total Ud :</b>                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>1,000</b> | <b>182.658,46 €</b> | <b>182.658,46 €</b> |
| 5.2                                                | Ud | Edificio Prefabricado de 10 pies en el que posteriormente se instalarán los equipos correspondientes.<br>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre cuatro zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.                                                                                                                   |              |                     |                     |
| <b>Total Ud :</b>                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>1,000</b> | <b>4.449,16 €</b>   | <b>4.449,16 €</b>   |
| 5.3                                                | 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.                                                                                                         |              |                     |                     |
| <b>Total Ud :</b>                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>1,000</b> | <b>51.450,76 €</b>  | <b>51.450,76 €</b>  |
| 5.4                                                | Ud | Edificio Prefabricado en el que se guardarán los repuestos empleados en la operación y mantenimiento de la planta.<br>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre cuatro zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.                                                                                                      |              |                     |                     |
| <b>Total Ud :</b>                                  |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>1,000</b> | <b>5.468,53 €</b>   | <b>5.468,53 €</b>   |
| <b>Parcial nº 5 Instalación de los edificios :</b> |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |                     | <b>244.026,91 €</b> |

## Capítulo nº 6 Puesta a tierra de edificios

| Nº                                                 | Ud | Descripción                                                                                                                                                             | Medición          | Precio         | Importe         |                 |
|----------------------------------------------------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| 6.1                                                | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalación de tierra, en terreno de consistencia dura, a 60 cm de profundidad con p.p. de costes indirectos.                 |                   |                |                 |                 |
|                                                    |    |                                                                                                                                                                         | <b>Total M3 :</b> | <b>32,016</b>  | <b>13,22 €</b>  | <b>423,25 €</b> |
| 6.2                                                | 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. |                   |                |                 |                 |
|                                                    |    |                                                                                                                                                                         | <b>Total MI :</b> | <b>108,720</b> | <b>3,33 €</b>   | <b>362,04 €</b> |
| 6.3                                                | Ud | Electrodo de tierra en forma de pica de acero revestida de cobre de 2 metros de longitud                                                                                |                   |                |                 |                 |
|                                                    |    |                                                                                                                                                                         | <b>Total Ud :</b> | <b>3,000</b>   | <b>16,16 €</b>  | <b>48,48 €</b>  |
| 6.4                                                | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                           |                   |                |                 |                 |
|                                                    |    |                                                                                                                                                                         | <b>Total M3 :</b> | <b>6,932</b>   | <b>4,95 €</b>   | <b>34,31 €</b>  |
| <b>Parcial nº 6 Puesta a tierra de edificios :</b> |    |                                                                                                                                                                         |                   |                | <b>868,08 €</b> |                 |

## Capítulo nº 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral

| Nº                                                                     | Ud | Descripción                                                                                                                                                                          | Medición          | Precio         | Importe             |
|------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------|---------------------|
| 7.1                                                                    | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 90 cm de profundidad con p.p. de costes indirectos.                                      |                   |                |                     |
|                                                                        |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                    | <b>751,482</b>    | <b>13,22 €</b> | <b>9.934,59 €</b>   |
| 7.2                                                                    | 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.              |                   |                |                     |
|                                                                        |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>1.252,470</b>  | <b>3,33 €</b>  | <b>4.170,73 €</b>   |
| 7.3                                                                    | MI | Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                            |                   |                |                     |
|                                                                        |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>1.252,470</b>  | <b>1,29 €</b>  | <b>1.615,69 €</b>   |
| 7.4                                                                    | 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.                     |                   |                |                     |
|                                                                        |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>42.971,000</b> | <b>1,67 €</b>  | <b>71.761,57 €</b>  |
| 7.5                                                                    | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                        |                   |                |                     |
|                                                                        |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                    | <b>70,308</b>     | <b>4,95 €</b>  | <b>348,02 €</b>     |
| 7.6                                                                    | MI | Metro lineal de cable de fibra óptica para la monitorización de datos compartiendo zanja con cableado de media tensión, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |                   |                |                     |
|                                                                        |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>3.895,500</b>  | <b>3,78 €</b>  | <b>14.724,99 €</b>  |
| <b>Parcial nº 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral :</b> |    |                                                                                                                                                                                      |                   |                | <b>102.555,59 €</b> |

## Capítulo nº 8 Zanjas de caja a inversor

| Nº                                              | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                           | Medición         | Precio         | Importe            |
|-------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|--------------------|
| 8.1                                             | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 90 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos. |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>438,963</b>   | <b>13,22 €</b> | <b>5.803,09 €</b>  |
| 8.2                                             | 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.                                               |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>812,895</b>   | <b>3,33 €</b>  | <b>2.706,94 €</b>  |
| 8.3                                             | MI | Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm <sup>2</sup> enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                      |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>2.270,310</b> | <b>7,98 €</b>  | <b>18.117,07 €</b> |
| 8.4                                             | 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.                                                                      |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>1.879,000</b> | <b>8,39 €</b>  | <b>15.764,81 €</b> |
| 8.5                                             | MI | Metro lineal de cable RS-485 de monitorización entubado en tubos de plástico corrugado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                  |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>2.890,000</b> | <b>0,31 €</b>  | <b>895,90 €</b>    |
| 8.6                                             | M3 | Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                                                                                                |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>121,934</b>   | <b>26,35 €</b> | <b>3.212,96 €</b>  |
| 8.7                                             | MI | Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                                                             |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>2.438,685</b> | <b>1,29 €</b>  | <b>3.145,90 €</b>  |
| 8.8                                             | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                                         |                  |                |                    |
|                                                 |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                                                     | <b>317,029</b>   | <b>4,95 €</b>  | <b>1.569,29 €</b>  |
| <b>Parcial nº 8 Zanjas de caja a inversor :</b> |    |                                                                                                                                                                                                                       |                  |                | <b>51.215,96 €</b> |

## Capítulo nº 9 Zanja para cableado de media tensión

| Nº                                                         | Ud | Descripción                                                                                                                                                                          | Medición       | Precio         | Importe            |
|------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|----------------|--------------------|
| 9.1                                                        | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de media tensión, en terreno de consistencia dura, a 120 cm de profundidad con p.p. de costes indirectos.                    |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                    | <b>206,720</b> | <b>13,22 €</b> | <b>2.732,84 €</b>  |
| 9.2                                                        | 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.              |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>287,108</b> | <b>3,33 €</b>  | <b>956,07 €</b>    |
| 9.3                                                        | MI | Metro lineal de cable 1x70 mm <sup>2</sup> AL 13.2 kV enterrado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                        |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>900,000</b> | <b>4,18 €</b>  | <b>3.762,00 €</b>  |
| 9.4                                                        | M3 | Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                                                               |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                    | <b>86,132</b>  | <b>26,35 €</b> | <b>2.269,58 €</b>  |
| 9.5                                                        | MI | Metro lineal de cinta de señalización de cables enterrados, totalmente instalado.                                                                                                    |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>287,108</b> | <b>0,21 €</b>  | <b>60,29 €</b>     |
| 9.6                                                        | MI | Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm <sup>2</sup> enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                     |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>447,400</b> | <b>7,98 €</b>  | <b>3.570,25 €</b>  |
| 9.7                                                        | 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.                                     |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>608,760</b> | <b>8,39 €</b>  | <b>5.107,50 €</b>  |
| 9.8                                                        | MI | Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                            |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>861,324</b> | <b>1,29 €</b>  | <b>1.111,11 €</b>  |
| 9.9                                                        | MI | Metro lineal de cable de fibra óptica para la monitorización de datos compartiendo zanja con cableado de media tensión, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado. |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total MI :</b>                                                                                                                                                                    | <b>833,750</b> | <b>3,78 €</b>  | <b>3.151,58 €</b>  |
| 9.10                                                       | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                        |                |                |                    |
|                                                            |    | <b>Total M3 :</b>                                                                                                                                                                    | <b>120,585</b> | <b>4,95 €</b>  | <b>596,90 €</b>    |
| <b>Parcial nº 9 Zanja para cableado de media tensión :</b> |    |                                                                                                                                                                                      |                |                | <b>23.318,12 €</b> |

## Capítulo nº 10 Instalación de elementos auxiliares

| Nº   | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Medición          | Precio        | Importe            |
|------|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|---------------|--------------------|
| 10.1 | Ud | Caja de combinación CPS CB20S de series con 16 entradas, 32 fusibles de 15A y puerta abatible precintable. Protección IP65.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>26,000</b> | <b>903,75 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>23.497,50 €</b> |
| 10.2 | 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. |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>  | <b>17.559,37 €</b> |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>17.559,37 €</b> |
| 10.3 | Ud | Circuito cerrado de televisión con 11 cámaras del tipo HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B), con nivel de protección IP67conexionado totalmente instalado. Instalada sobre mástil de 4 metros de altura instalado sobre zapata de 50x50x50 cm. Completamente instalada y conectada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>11,000</b> | <b>314,35 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>3.457,85 €</b>  |
| 10.4 | Ud | Veleta tipo WV4403 4-20 mA, 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>  | <b>422,09 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>422,09 €</b>    |
| 10.5 | Ud | Sensor de velocidad de viento que entrega una corriente eléctrica proporcional a la velocidad de viento incidente. Instalado y correctamente conectado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>  | <b>422,09 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>422,09 €</b>    |
| 10.6 | Ud | Sensor de radiación solar de primera clase con ángulo de visión de 180 °.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>2,000</b>  | <b>257,71 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>515,42 €</b>    |
| 10.7 | Ud | Sistema para controlar remotamente la instalación del tipo Linksys E900-EU, con posibilidad de utilizar DMZ, WLAN, 4 puertos Ethernet e Internet y con una tasa de enlace máxima de 300 Mbps.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>  | <b>34,75 €</b>     |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>34,75 €</b>     |
| 10.8 | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>  | <b>102,37 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>102,37 €</b>    |
| 10.9 | 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                   |               |                    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>Total Ud :</b> | <b>1,000</b>  | <b>385,92 €</b>    |
|      |    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                   |               | <b>385,92 €</b>    |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CO...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciriano

IV - V Mediciones y Presupuesto

## Capítulo nº 10 Instalación de elementos auxiliares

| Nº                                                         | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe            |
|------------------------------------------------------------|----|-------------|----------|--------|--------------------|
| <b>Parcial nº 10 Instalación de elementos auxiliares :</b> |    |             |          |        | <b>46.397,36 €</b> |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CO...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciriano

IV - V Mediciones y Presupuesto

## Capítulo nº 11 Seguridad y Salud

| Nº   | Ud | Descripción                      | Medición       | Precio       | Importe                                              |
|------|----|----------------------------------|----------------|--------------|------------------------------------------------------|
| 11.1 |    | Presupuesto de Seguridad y Salud |                |              |                                                      |
|      |    |                                  | <b>Total :</b> | <b>1,000</b> | <b>11.171,67 €</b>                                   |
|      |    |                                  |                |              | <b>11.171,67 €</b>                                   |
|      |    |                                  |                |              | <b>Parcial nº 11 Seguridad y Salud : 11.171,67 €</b> |

## Presupuesto de ejecución material

|                                                    |                       |
|----------------------------------------------------|-----------------------|
| 1 Preparación del terreno y replanteo              | 14.026,15 €           |
| 2 Cerramiento                                      | 13.387,02 €           |
| 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos  | 2.937.608,58 €        |
| 4 Construcción del camino y explanadas             | 27.880,05 €           |
| 5 Instalación de los edificios                     | 244.026,91 €          |
| 6 Puesta a tierra de edificios                     | 868,08 €              |
| 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral | 102.555,59 €          |
| 8 Zanjas de caja a inversor                        | 51.215,96 €           |
| 9 Zanja para cableado de media tensión             | 23.318,12 €           |
| 10 Instalación de elementos auxiliares             | 46.397,36 €           |
| 11 Seguridad y Salud                               | 11.171,67 €           |
| Total .....                                        | <u>3.472.455,49 €</u> |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

En Soria, 18 de julio de 2019  
Ingeniería Agraria y Energética

Daniel Marín Ciriano

## V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie...

V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                           | Código   | Ud | Descripción                                                                                                                                                       | Total           |
|----------------------------------------------|----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>1 Preparación del terreno y replanteo</b> |          |    |                                                                                                                                                                   |                 |
| 1.1                                          | E02CA... | M2 | Desbroce y limpieza superficial de terreno desarbolado por medios mecánicos hasta una profundidad de 10 cm., con carga sobre camión de los productos resultantes. |                 |
|                                              | 0,002 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                    | 10,240 €        |
|                                              | 0,002 h. |    | Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3                                                                                                                                    | 41,800 €        |
|                                              |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                         | 0,100 €         |
|                                              |          |    | <b>Precio total por M2 .....</b>                                                                                                                                  | <b>0,10 €</b>   |
| 1.2                                          | 1.2.     | Ud | Unidad de replanteo de topógrafo especializado para la ubicación de los elementos de la instalación. Jornada de trabajo de 8 h de replanteo.                      |                 |
|                                              | 8,000 h. |    | Titulado medio o de grado especialista en topografía con más de 10 años de experiencia, incluidos instrumentos de medición topográfica.                           | 30,460 €        |
|                                              | 8,000 h. |    | Ayudante                                                                                                                                                          | 9,710 €         |
|                                              |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                         | 321,360 €       |
|                                              |          |    | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                  | <b>327,79 €</b> |
| 1.3                                          | 1.1.     | M2 | Allanado y explanado de la parcela con motoniveladora                                                                                                             |                 |
|                                              | 0,001 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                    | 10,240 €        |
|                                              | 0,001 h. |    | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV                                                                                                                                  | 60,520 €        |
|                                              |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                         | 0,070 €         |
|                                              |          |    | <b>Precio total por M2 .....</b>                                                                                                                                  | <b>0,07 €</b>   |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                   | Código   | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                    | Total            |
|----------------------|----------|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>2 Cerramiento</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                |                  |
| 2.1                  | D23KJ025 | MI      | Valla de malla electrosoldada de 200x55x5 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.                       |                  |
|                      | 0,300 h. |         | Oficial 1º Cerrajero                                                                                                                                                                                                                           | 11,440 € 3,43 €  |
|                      | 0,300 h. |         | Ayudante-Cerrajero                                                                                                                                                                                                                             | 10,560 € 3,17 €  |
|                      | 2,000 MI |         | Tubo metálico cuadrada de 1,2 mm de espesor                                                                                                                                                                                                    | 2,000 € 4,00 €   |
|                      | 1,000 Ud |         | Malla electrosoldada 200/55/5                                                                                                                                                                                                                  | 1,300 € 1,30 €   |
|                      |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                              | 11,900 € 0,24 €  |
|                      |          |         | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>12,14 €</b>   |
| 2.2                  | D23AN... | Ud      | Puerta metálica Corredera sobre rail, 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. |                  |
|                      | 0,150 h. |         | Oficial 1º Cerrajero                                                                                                                                                                                                                           | 11,440 € 1,72 €  |
|                      | 0,150 h. |         | Ayudante-Cerrajero                                                                                                                                                                                                                             | 10,560 € 1,58 €  |
|                      | 1,000 Ud |         | Puerta metálica corredera de 6m de largo por 2m de alto                                                                                                                                                                                        | 52,600 € 52,60 € |
|                      |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                              | 55,900 € 1,12 €  |
|                      |          |         | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                               | <b>57,02 €</b>   |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                                       | Código | Ud        | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Total              |
|----------------------------------------------------------|--------|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| <b>3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos</b> |        |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                    |
| 3.1                                                      | 3.1.   | Ud        | Poste de acero de alta calidad del tipo S355. Acero galvanizado en caliente G-90. Estructura tipo NCLAVE biposte o similar. Separación entre postes de 3,440 metros. Totalmente instalados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                    |
|                                                          |        | 0,100 h.  | Oficial 1º Montador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10,710 € 1,07 €    |
|                                                          |        | 0,100 h.  | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 9,710 € 0,97 €     |
|                                                          |        | 0,100 h.  | Alquiler de hincapostes tipo MHG-250 o similar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 19,460 € 1,95 €    |
|                                                          |        | 1,000 Ud  | Poste de acero galvanizado en caliente G-90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40,120 € 40,12 €   |
|                                                          |        |           | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 44,110 € 0,88 €    |
|                                                          |        |           | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>44,99 €</b>     |
| 3.2                                                      | 3.2.   | Ud        | Estructura 2Vx29 como soporte para dos mesas de captadores fotovoltaicos a 37º de inclinación sobre horizontal. Formado por perfiles de acero Galvanizado como protección antioxidante, accesorios y pequeño material necesario. Completamente montado.                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                    |
|                                                          |        | 1,500 h.  | Oficial 1º Montador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 10,710 € 16,07 €   |
|                                                          |        | 1,500 h.  | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 9,710 € 14,57 €    |
|                                                          |        | 1,000 Ud  | Poste transversal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 316,700 € 316,70 € |
|                                                          |        | 0,400 Ud. | Pequeño material y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,500 € 0,20 €     |
|                                                          |        |           | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 347,540 € 6,95 €   |
|                                                          |        |           | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>354,49 €</b>    |
| 3.3                                                      | 3.4.   | MI        | Instalación cable Cu clase 5 XLPE 0,6/1 kV de sección 1x6 mm2 desde el final de las series hasta la entrada de las cajas de combinación de series. La instalación se realizará por dentro de los perfiles de la estructura. Los cables se protegerán en las zonas del perfil donde estén en contacto con tornillos y tuercas de la estructura con tubo o con guardacantos.                                                                                                                                                                    |                    |
|                                                          |        | 0,015 h.  | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12,500 € 0,19 €    |
|                                                          |        | 0,015 h.  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 11,000 € 0,17 €    |
|                                                          |        | 0,100 %   | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,500 € 0,05 €     |
|                                                          |        | 2,000 MI  | Cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,430 € 0,86 €     |
|                                                          |        |           | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1,270 € 0,03 €     |
|                                                          |        |           | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>1,30 €</b>      |
| 3.4                                                      | 3.5.   | Ud        | Módulo fotovoltaico de silicio policristalino, marca TALESUN, modelo TP672P(H), Potencia máxima 330 Wp con tolerancia de ±3%, clase de protección II, características eléctricas principales Vn=1500 Vcc, Voc=45,9 Vcc, Vmpp=37,7 Vcc, Icc=9,27 A, Imp=8,76 A, dotado de toma de tierra, grado de protección IP65 con 3 diodos de by-pass, conexión a tresbolillo, bornera atornillable, incluso accesorios y parte proporcional de pequeño material para amarre a estructura. Completamente montado sobre estructura, probado y funcionando. |                    |
|                                                          |        | 0,040 h.  | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12,500 € 0,50 €    |
|                                                          |        | 0,040 h.  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 11,000 € 0,44 €    |
|                                                          |        | 1,000 Ud  | Módulo TALESUN TP672P (H)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 94,130 € 94,13 €   |
|                                                          |        | 0,800 Ud. | Pequeño material y herramientas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 0,500 € 0,40 €     |
|                                                          |        | 4,000 Ud  | Pinzas de aluminio para colocar los módulos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1,130 € 4,52 €     |
|                                                          |        |           | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 99,990 € 2,00 €    |
|                                                          |        |           | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>101,99 €</b>    |
| 3.5                                                      | 3.6.   | Ud        | Conexión de los módulos fotovoltaicos a tresbolillo por medio del cable del propio panel. Completamente conectado, probado y funcionando.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |
|                                                          |        | 0,002 h.  | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 12,500 € 0,03 €    |
|                                                          |        | 0,002 h.  | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 11,000 € 0,02 €    |
|                                                          |        | 0,010 %   | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,500 € 0,01 €     |
|                                                          |        |           | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0,060 € 0,00 €     |
|                                                          |        |           | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | <b>0,06 €</b>      |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie...

V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                            | Código   | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Total          |
|-----------------------------------------------|----------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>4 Construcción del camino y explanadas</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.1                                           | 4.10     | M3      | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 20 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                |                |
|                                               | 0,350 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 0,150 h. |         | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 62,560 €       |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 12,960 €       |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>13,22 €</b> |
| <b>Precio total por M3 .....</b>              |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.2                                           | 4.2.     | M2      | Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                 |                |
|                                               | 0,080 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 0,120 h. |         | Apisonadora vibrante 6 Tn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 44,380 €       |
|                                               | 0,500 m3 |         | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,900 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,600 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>6,73 €</b>  |
| <b>Precio total por M2 .....</b>              |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.3                                           | 4.3.     | 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. |                |
|                                               | 0,010 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 1,000 M2 |         | Geotextil de polipropileno tipo Techno Lam Dren                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1,460 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1,560 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>1,59 €</b>  |
| <b>Precio total por M2 .....</b>              |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.4                                           | 4.4.     | 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.                                                                                                                                                                                                                   |                |
|                                               | 0,070 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 0,028 h. |         | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 54,900 €       |
|                                               | 0,012 h. |         | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 60,520 €       |
|                                               | 0,032 h. |         | Camión basculante 4x2 10 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20,900 €       |
|                                               | 1,000 m3 |         | Tierra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,000 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,660 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>6,79 €</b>  |
| <b>Precio total por M3 .....</b>              |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.5                                           | 4.5.     | M2      | Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm. y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                               |                |
|                                               | 0,036 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 0,036 h. |         | Apisonadora vibrante 6 Tn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 44,380 €       |
|                                               | 0,300 m3 |         | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,900 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,240 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>2,28 €</b>  |
| <b>Precio total por M2 .....</b>              |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.6                                           | 4.6.     | 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.                                                                                                                                                                                                               |                |
|                                               | 0,070 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 0,028 h. |         | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 54,900 €       |
|                                               | 0,012 h. |         | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 60,520 €       |
|                                               | 0,032 h. |         | Camión basculante 4x2 10 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 20,900 €       |
|                                               | 1,000 m3 |         | Tierra                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,000 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 6,660 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>6,79 €</b>  |
| <b>Precio total por M3 .....</b>              |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                |
| 4.7                                           | 4.7.     | M2      | Compactación de tierras propias, con apisonadora vibrante de 6 Tm y regado de las mismas y p.p. de costes indirectos.                                                                                                                                                                                                                                                |                |
|                                               | 0,024 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10,240 €       |
|                                               | 0,036 h. |         | Apisonadora vibrante 6 Tn                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 44,380 €       |
|                                               | 0,300 m3 |         | Agua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0,900 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>0,27 €</b>  |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº | Código | Ud | Descripción                      | Total         |
|----|--------|----|----------------------------------|---------------|
|    |        |    | 2,000 % Costes indirectos        | 2,120 €       |
|    |        |    |                                  | <u>0,04 €</u> |
|    |        |    | <b>Precio total por M2 .....</b> | <b>2,16 €</b> |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie...

V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                    | Código | Ud       | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Total                      |
|---------------------------------------|--------|----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>5 Instalación de los edificios</b> |        |          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |
| 5.1                                   | 5.1.   | Ud       | Módulo prefabricado tipo pfu 5 con siete inversores tipo HEC V1500 FS2800CH15, un transformador de potencia del tipo MV SKID MVS3345, transformador de SSAA, dos celdas de línea y una de protección para el transformador.<br>Descargado, colocado del módulo prefabricado sobre seis zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenadas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente. |                            |
|                                       |        | 0,200 h. | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,500 € 2,50 €            |
|                                       |        | 0,200 h. | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 € 2,20 €            |
|                                       |        | 1,000 Ud | Centro de inversión                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 178.635,000 € 178.635,00 € |
|                                       |        | 6,000 Ud | Excavación de zapatas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40,000 € 240,00 €          |
|                                       |        | 1,500 h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 99,680 € 149,52 €          |
|                                       |        | 1,500 M3 | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,800 € 40,20 €           |
|                                       |        | 15,000 % | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 7,50 €             |
|                                       |        | 2,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 179.076,920 € 3.581,54 €   |
|                                       |        |          | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>182.658,46 €</b>        |
| 5.2                                   | 5.2.   | Ud       | Edificio Prefabricado de 10 pies en el que posteriormente se instalarán los equipos correspondientes.<br>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre cuatro zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenadas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.                                                                                                                   |                            |
|                                       |        | 0,200 h. | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,500 € 2,50 €            |
|                                       |        | 0,200 h. | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 € 2,20 €            |
|                                       |        | 1,000 Ud | Centro de monitorización                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 4.000,000 € 4.000,00 €     |
|                                       |        | 4,000 Ud | Excavación de zapatas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40,000 € 160,00 €          |
|                                       |        | 1,500 h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 99,680 € 149,52 €          |
|                                       |        | 1,500 M3 | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,800 € 40,20 €           |
|                                       |        | 15,000 % | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 7,50 €             |
|                                       |        | 2,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4.361,920 € 87,24 €        |
|                                       |        |          | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>4.449,16 €</b>          |
| 5.3                                   | 5.3.   | 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, rellenadas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.                                                                                                      |                            |
|                                       |        | 0,200 h. | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,500 € 2,50 €            |
|                                       |        | 0,200 h. | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 € 2,20 €            |
|                                       |        | 1,000 Ud | Centro de corte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 50.000,000 € 50.000,00 €   |
|                                       |        | 6,000 Ud | Excavación de zapatas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40,000 € 240,00 €          |
|                                       |        | 1,500 h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 99,680 € 149,52 €          |
|                                       |        | 1,500 M3 | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,800 € 40,20 €           |
|                                       |        | 15,000 % | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 7,50 €             |
|                                       |        | 2,000 %  | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 50.441,920 € 1.008,84 €    |
|                                       |        |          | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>51.450,76 €</b>         |
| 5.4                                   | 5.4.   | Ud       | Edificio Prefabricado en el que se guardarán los repuestos empleados en la operación y mantenimiento de la planta.<br>Descargado, colocado del edificio prefabricado sobre cuatro zapatas de 40x40x40 cm anteriormente excavadas, rellenadas de hormigón tipo HORMISACO HA-25 o similar.<br>Asegurado del edificio por medio de su correspondiente tuerca a las varillas de acero roscadas colocadas en la zapata anteriormente.                                                                                                      |                            |
|                                       |        | 0,200 h. | Oficial 1º Montador                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10,710 € 2,14 €            |
|                                       |        | 0,200 h. | Ayudante                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 9,710 € 1,94 €             |
|                                       |        | 4,000 Ud | Excavación de zapatas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40,000 € 160,00 €          |
|                                       |        | 1,500 h. | Grúa telescópica autoprop. 30 t.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 99,680 € 149,52 €          |
|                                       |        | 1,500 M3 | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,800 € 40,20 €           |
|                                       |        | 15,000 % | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 7,50 €             |
|                                       |        | 1,000 Ud | Almacén                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5.000,000 € 5.000,00 €     |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº | Código | Ud | Descripción                      | Total             |
|----|--------|----|----------------------------------|-------------------|
|    |        |    | 2,000 % Costes indirectos        | 5.361,300 €       |
|    |        |    |                                  | 107,23 €          |
|    |        |    | <b>Precio total por Ud .....</b> | <b>5.468,53 €</b> |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie...

V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                    | Código   | Ud | Descripción                                                                                                                                                             | Total          |
|---------------------------------------|----------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>6 Puesta a tierra de edificios</b> |          |    |                                                                                                                                                                         |                |
| 6.1                                   | 6.5.     | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalación de tierra, en terreno de consistencia dura, a 60 cm de profundidad con p.p. de costes indirectos.                 |                |
|                                       | 0,350 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                          | 10,240 €       |
|                                       | 0,150 h. |    | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                         | 62,560 €       |
|                                       |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                               | 12,960 €       |
|                                       |          |    | <b>Precio total por M3 .....</b>                                                                                                                                        | <b>13,22 €</b> |
| 6.2                                   | 6.2.     | 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. |                |
|                                       | 0,002 h. |    | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                        | 12,500 €       |
|                                       | 0,002 h. |    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                          | 11,000 €       |
|                                       | 1,000 MI |    | Cable de Cobre desnudo de mm <sup>2</sup> de sección                                                                                                                    | 2,980 €        |
|                                       | 0,451 %  |    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                              | 0,500 €        |
|                                       |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                               | 3,260 €        |
|                                       |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                        | <b>3,33 €</b>  |
| 6.3                                   | 6.3.     | Ud | Electrodo de tierra en forma de pica de acero revestida de cobre de 2 metros de longitud                                                                                |                |
|                                       | 0,002 h. |    | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                        | 12,500 €       |
|                                       | 0,002 h. |    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                          | 11,000 €       |
|                                       | 1,000 ud |    | Pica toma de tierra L= 2 m.                                                                                                                                             | 15,560 €       |
|                                       | 0,451 %  |    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                              | 0,500 €        |
|                                       |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                               | 15,840 €       |
|                                       |          |    | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                        | <b>16,16 €</b> |
| 6.4                                   | 6.4.     | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                           |                |
|                                       | 0,100 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                          | 10,240 €       |
|                                       | 0,050 h. |    | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                         | 62,560 €       |
|                                       | 0,100 h. |    | Compactador manual                                                                                                                                                      | 7,000 €        |
|                                       |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                               | 4,850 €        |
|                                       |          |    | <b>Precio total por M3 .....</b>                                                                                                                                        | <b>4,95 €</b>  |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                                        | Código   | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                   | Total           |
|-----------------------------------------------------------|----------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral</b> |          |    |                                                                                                                                                                                               |                 |
| 7.1                                                       | 7.3.     | M3 | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 90 cm de profundidad con p.p. de costes indirectos.                                               |                 |
|                                                           | 0,350 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                                                | 10,240 € 3,58 € |
|                                                           | 0,150 h. |    | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                               | 62,560 € 9,38 € |
|                                                           |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 12,960 € 0,26 € |
|                                                           |          |    | <b>Precio total por M3 .....</b>                                                                                                                                                              | <b>13,22 €</b>  |
| 7.2                                                       | 6.2.     | MI | Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando.                                   |                 |
|                                                           | 0,002 h. |    | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                              | 12,500 € 0,03 € |
|                                                           | 0,002 h. |    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                | 11,000 € 0,02 € |
|                                                           | 1,000 MI |    | Cable de Cobre desnudo de mm2 de sección                                                                                                                                                      | 2,980 € 2,98 €  |
|                                                           | 0,451 %  |    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                    | 0,500 € 0,23 €  |
|                                                           |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 3,260 € 0,07 €  |
|                                                           |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                              | <b>3,33 €</b>   |
| 7.3                                                       | 8.4.     | MI | Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                                     |                 |
|                                                           | 0,006 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                                                | 10,240 € 0,06 € |
|                                                           | 1,000 m. |    | Tubo corrugado D=90 mm.                                                                                                                                                                       | 1,200 € 1,20 €  |
|                                                           |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 1,260 € 0,03 €  |
|                                                           |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                              | <b>1,29 €</b>   |
| 7.4                                                       | 7.1.     | 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.                                          |                 |
|                                                           | 0,004 h. |    | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                              | 12,500 € 0,05 € |
|                                                           | 0,004 h. |    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                | 11,000 € 0,04 € |
|                                                           | 1,000 MI |    | Cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 6 mm2                                                                                                                                                                 | 1,320 € 1,32 €  |
|                                                           | 0,451 %  |    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                    | 0,500 € 0,23 €  |
|                                                           |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 1,640 € 0,03 €  |
|                                                           |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                              | <b>1,67 €</b>   |
| 7.5                                                       | 6.4.     | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                 |                 |
|                                                           | 0,100 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                                                | 10,240 € 1,02 € |
|                                                           | 0,050 h. |    | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                               | 62,560 € 3,13 € |
|                                                           | 0,100 h. |    | Compactador manual                                                                                                                                                                            | 7,000 € 0,70 €  |
|                                                           |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 4,850 € 0,10 €  |
|                                                           |          |    | <b>Precio total por M3 .....</b>                                                                                                                                                              | <b>4,95 €</b>   |
| 7.6                                                       | 9.7.     | 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. |                 |
|                                                           | 0,250 h. |    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                | 11,000 € 2,75 € |
|                                                           | 0,451 %  |    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                    | 0,500 € 0,23 €  |
|                                                           | 1,000 MI |    | Fibra Óptica                                                                                                                                                                                  | 0,730 € 0,73 €  |
|                                                           |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 3,710 € 0,07 €  |
|                                                           |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                              | <b>3,78 €</b>   |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                 | Código   | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                                                           | Total          |
|------------------------------------|----------|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>8 Zanjas de caja a inversor</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                       |                |
| 8.1                                | 4.1.     | M3      | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones, en terreno de consistencia dura, a 90 cm de profundidad con posterior relleno y apisonado de tierra procedente de la excavación y p.p. de costes indirectos. |                |
|                                    | 0,350 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                        | 10,240 €       |
|                                    | 0,150 h. |         | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                                                       | 62,560 €       |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 12,960 €       |
|                                    |          |         | <b>Precio total por M3</b>                                                                                                                                                                                            | <b>13,22 €</b> |
| 8.2                                | 6.2.     | MI      | Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando.                                                           |                |
|                                    | 0,002 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                      | 12,500 €       |
|                                    | 0,002 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                        | 11,000 €       |
|                                    | 1,000 MI |         | Cable de Cobre desnudo de mm2 de sección                                                                                                                                                                              | 2,980 €        |
|                                    | 0,451 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                            | 0,500 €        |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 3,260 €        |
|                                    |          |         | <b>Precio total por MI</b>                                                                                                                                                                                            | <b>3,33 €</b>  |
| 8.3                                | 8.1.     | MI      | Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                                  |                |
|                                    | 0,250 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                      | 12,500 €       |
|                                    | 0,250 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                        | 11,000 €       |
|                                    | 1,000 MI |         | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 2x185Aluminio                                                                                                                                                                                  | 1,710 €        |
|                                    | 0,451 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                            | 0,500 €        |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 7,820 €        |
|                                    |          |         | <b>Precio total por MI</b>                                                                                                                                                                                            | <b>7,98 €</b>  |
| 8.4                                | 8.2.     | 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.                                                                                  |                |
|                                    | 0,250 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                      | 12,500 €       |
|                                    | 0,250 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                        | 11,000 €       |
|                                    | 1,000 MI |         | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 4x240 Aluminio                                                                                                                                                                                 | 2,120 €        |
|                                    | 0,451 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                            | 0,500 €        |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 8,230 €        |
|                                    |          |         | <b>Precio total por MI</b>                                                                                                                                                                                            | <b>8,39 €</b>  |
| 8.5                                | 7.2.     | MI      | Metro lineal de cable RS-485 de monitorización entubado en tubos de plástico corrugado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                                  |                |
|                                    | 0,004 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                        | 11,000 €       |
|                                    | 1,000 MI |         | Cable de monitorización RS-485                                                                                                                                                                                        | 0,150 €        |
|                                    | 0,216 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                            | 0,500 €        |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 0,300 €        |
|                                    |          |         | <b>Precio total por MI</b>                                                                                                                                                                                            | <b>0,31 €</b>  |
| 8.6                                | 8.3.     | M3      | Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                                                                                                |                |
|                                    | 0,300 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                        | 10,240 €       |
|                                    | 0,100 h. |         | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                                                       | 62,560 €       |
|                                    | 0,300 h. |         | Compactador manual                                                                                                                                                                                                    | 7,000 €        |
|                                    | 1,000 M3 |         | Arena fina                                                                                                                                                                                                            | 14,400 €       |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 25,830 €       |
|                                    |          |         | <b>Precio total por M3</b>                                                                                                                                                                                            | <b>26,35 €</b> |
| 8.7                                | 8.4.     | MI      | Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                                                                             |                |
|                                    | 0,006 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                                                                        | 10,240 €       |
|                                    | 1,000 m. |         | Tubo corrugado D=90 mm.                                                                                                                                                                                               | 1,200 €        |
|                                    |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                     | 1,260 €        |
|                                    |          |         | <b>Precio total por MI</b>                                                                                                                                                                                            | <b>1,29 €</b>  |
| 8.8                                | 6.4.     | M3      | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                                         |                |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº | Código   | Ud      | Descripción                      | Total         |
|----|----------|---------|----------------------------------|---------------|
|    | 0,100 h. |         | Peón ordinario                   | 10,240 €      |
|    | 0,050 h. |         | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV  | 62,560 €      |
|    | 0,100 h. |         | Compactador manual               | 7,000 €       |
|    |          | 2,000 % | Costes indirectos                | 4,850 €       |
|    |          |         | <b>Precio total por M3 .....</b> | <b>4,95 €</b> |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie...

V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                            | Código   | Ud      | Descripción                                                                                                                                                       | Total          |
|-----------------------------------------------|----------|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>9 Zanja para cableado de media tensión</b> |          |         |                                                                                                                                                                   |                |
| 9.1                                           | 9.8.     | M3      | Excavación mecánica de zanjas para alojar instalaciones de media tensión, en terreno de consistencia dura, a 120 cm de profundidad con p.p. de costes indirectos. |                |
|                                               | 0,350 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                    | 10,240 €       |
|                                               | 0,150 h. |         | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                   | 62,560 €       |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 12,960 €       |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>13,22 €</b> |
| 9.2                                           | 6.2.     | MI      | Metro lineal de cobre desnudo para toma de tierra de 50 mm2 de sección, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado, probado y funcionando.       |                |
|                                               | 0,002 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                  | 12,500 €       |
|                                               | 0,002 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                    | 11,000 €       |
|                                               | 1,000 MI |         | Cable de Cobre desnudo de mm2 de sección                                                                                                                          | 2,980 €        |
|                                               | 0,451 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                        | 0,500 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 3,260 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>3,33 €</b>  |
| 9.3                                           | 9.2.     | MI      | Metro lineal de cable 1x70 mm2 AL 13.2 kV enterrado, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                                                 |                |
|                                               | 0,003 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                  | 12,500 €       |
|                                               | 0,003 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                    | 11,000 €       |
|                                               | 1,000 MI |         | Unipolar 19/33kV 1x70 Aluminio                                                                                                                                    | 3,500 €        |
|                                               | 1,068 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                        | 0,500 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 4,100 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>4,18 €</b>  |
| 9.4                                           | 8.3.     | M3      | Relleno de zanjas con arena fina procedente de la cantera más cercana.                                                                                            |                |
|                                               | 0,300 h. |         | Peón ordinario                                                                                                                                                    | 10,240 €       |
|                                               | 0,100 h. |         | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                   | 62,560 €       |
|                                               | 0,300 h. |         | Compactador manual                                                                                                                                                | 7,000 €        |
|                                               | 1,000 M3 |         | Arena fina                                                                                                                                                        | 14,400 €       |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 25,830 €       |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>26,35 €</b> |
| 9.5                                           | 9.4.     | MI      | Metro lineal de cinta de señalización de cables enterrados, totalmente instalado.                                                                                 |                |
|                                               | 0,002 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                  | 12,500 €       |
|                                               | 1,000 m. |         | Cinta señalizadora                                                                                                                                                | 0,180 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 0,210 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>0,21 €</b>  |
| 9.6                                           | 8.1.     | MI      | Metro lineal de cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm2 enterrado en zanja, incluyendo pequeño material eléctrico, totalmente instalado.                              |                |
|                                               | 0,250 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                  | 12,500 €       |
|                                               | 0,250 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                    | 11,000 €       |
|                                               | 1,000 MI |         | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 2x185Aluminio                                                                                                                              | 1,710 €        |
|                                               | 0,451 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                        | 0,500 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 7,820 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>7,98 €</b>  |
| 9.7                                           | 8.2.     | 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.                              |                |
|                                               | 0,250 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                  | 12,500 €       |
|                                               | 0,250 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                    | 11,000 €       |
|                                               | 1,000 MI |         | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 4x240 Aluminio                                                                                                                             | 2,120 €        |
|                                               | 0,451 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                        | 0,500 €        |
|                                               |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                 | 8,230 €        |
|                                               |          |         |                                                                                                                                                                   | <b>8,39 €</b>  |
| 9.8                                           | 8.4.     | MI      | Metro lineal de tubo corrugado D = 90 mm enterrado, totalmente instalado.                                                                                         |                |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº   | Código   | Ud | Descripción                                                                                                                                                                                   |          | Total         |
|------|----------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------|
|      | 0,006 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                                                | 10,240 € | 0,06 €        |
|      | 1,000 m. |    | Tubo corrugado D=90 mm.                                                                                                                                                                       | 1,200 €  | 1,20 €        |
|      |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 1,260 €  | 0,03 €        |
|      |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                              |          | <b>1,29 €</b> |
| 9.9  | 9.7.     | 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. |          |               |
|      | 0,250 h. |    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                | 11,000 € | 2,75 €        |
|      | 0,451 %  |    | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                    | 0,500 €  | 0,23 €        |
|      | 1,000 MI |    | Fibra Óptica                                                                                                                                                                                  | 0,730 €  | 0,73 €        |
|      |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 3,710 €  | 0,07 €        |
|      |          |    | <b>Precio total por MI .....</b>                                                                                                                                                              |          | <b>3,78 €</b> |
| 9.10 | 6.4.     | M3 | Relleno de zanjas con productos procedentes de la excavación.                                                                                                                                 |          |               |
|      | 0,100 h. |    | Peón ordinario                                                                                                                                                                                | 10,240 € | 1,02 €        |
|      | 0,050 h. |    | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                                                                                                                                                               | 62,560 € | 3,13 €        |
|      | 0,100 h. |    | Compactador manual                                                                                                                                                                            | 7,000 €  | 0,70 €        |
|      |          |    | 2,000 % Costes indirectos                                                                                                                                                                     | 4,850 €  | 0,10 €        |
|      |          |    | <b>Precio total por M3 .....</b>                                                                                                                                                              |          | <b>4,95 €</b> |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie...

V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                                            | Código    | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Total                    |
|-----------------------------------------------|-----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>10 Instalación de elementos auxiliares</b> |           |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                          |
| 10.1                                          | 10.1.     | Ud      | Caja de combinación CPS CB20S de series con 16 entradas, 32 fusibles de 15A y puerta abatible precintable. Protección IP65.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                          |
|                                               | 0,500 h.  |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,500 € 6,25 €          |
|                                               | 0,500 h.  |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 € 5,50 €          |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Caja de combinación de series, con ventana precintable, 16mód, IP65                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 873,470 € 873,47 €       |
|                                               | 1,619 %   |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 0,81 €           |
|                                               |           | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 886,030 € 17,72 €        |
|                                               |           |         | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>903,75 €</b>          |
| 10.2                                          | 10.2.     | 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 mm2. Totalmente montado, instalado, conexionado y comprobado según CTE DB-SU-8 y UNE 21186. |                          |
|                                               | 17,000 h. |         | Oficial 1º Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 11,440 € 194,48 €        |
|                                               | 17,000 h. |         | Ayudante-Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 10,560 € 179,52 €        |
|                                               | 1,000 h.  |         | Perforadora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15.020,240 € 15.020,24 € |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Pararrayos INGESCO PDC o similar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 632,040 € 632,04 €       |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Pieza adaptador cabeza-mástil AT11A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 40,480 € 40,48 €         |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Mástil a galva. Ø1½" L6m AT56A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 138,720 € 138,72 €       |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Tubo protección L=2m 35x13mm                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 28,800 € 28,80 €         |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Protector via chispas mástil                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 114,080 € 114,08 €       |
|                                               | 56,500 MI |         | Electrodo. cable de 50mm2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 15,340 € 866,71 €        |
|                                               |           | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 17.215,070 € 344,30 €    |
|                                               |           |         | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>17.559,37 €</b>       |
| 10.3                                          | 10.3.     | Ud      | Circuito cerrado de televisión con 11 cámaras del tipo HIKVISION DS-2CD4A24FWD-IZ(H)(S) (B), con nivel de protección IP67conexionado totalmente instalado. Instalada sobre mástil de 4 metros de altura instalado sobre zapata de 50x50x50 cm. Completamente instalada y conectada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
|                                               | 0,500 h.  |         | Cuadrilla A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 26,230 € 13,12 €         |
|                                               | 0,064 M3  |         | Excavación manual de terreno duro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 44,500 € 2,85 €          |
|                                               | 0,064 M3  |         | Llenado de hormigón de la zapata y colocación de las varas de acero de sujeción                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 26,800 € 1,72 €          |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Cámara de videovigilancia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 180,000 € 180,00 €       |
|                                               | 1,000 %   |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 0,50 €           |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Mástil de soporte                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 110,000 € 110,00 €       |
|                                               |           | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 308,190 € 6,16 €         |
|                                               |           |         | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>314,35 €</b>          |
| 10.4                                          | 10.5.     | Ud      | Veleta tipo WV4403 4-20 mA, 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
|                                               | 1,500 h.  |         | Oficial 1º Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 11,440 € 17,16 €         |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Veleta tipo WV4403 4-20mA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 396,150 € 396,15 €       |
|                                               | 1,000 %   |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 0,50 €           |
|                                               |           | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 413,810 € 8,28 €         |
|                                               |           |         | <b>Precio total por Ud .....</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <b>422,09 €</b>          |
| 10.5                                          | 10.6.     | Ud      | Sensor de velocidad de viento que entrega una corriente eléctrica proporcional a la velocidad de viento incidente. Instalado y correctamente conectado.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
|                                               | 1,500 h.  |         | Oficial 1º Electricista                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 11,440 € 17,16 €         |
|                                               | 1,000 Ud  |         | Anemómetro tipo Windsensor-IES 101010                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 396,150 € 396,15 €       |
|                                               | 1,000 %   |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 € 0,50 €           |
|                                               |           | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 413,810 € 8,28 €         |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                               | Código   | Ud      | Descripción                                                                                                                                                                                                                                                                           | Total           |
|----------------------------------|----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| <b>Precio total por Ud .....</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>422,09 €</b> |
| 10.6                             | 10.7.    | Ud      | Sensor de radiación solar de primera clase con ángulo de visión de 180 °.                                                                                                                                                                                                             |                 |
|                                  | 1,500 h. |         | Oficial 1º Electricista                                                                                                                                                                                                                                                               | 11,440 €        |
|                                  | 1,000 Ud |         | Sensor Radiación Solar                                                                                                                                                                                                                                                                | 235,000 €       |
|                                  | 1,000 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 €         |
|                                  |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                     | 252,660 €       |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>257,71 €</b> |
| 10.7                             | 10.8.    | Ud      | Sistema para controlar remotamente la instalación del tipo Linksys E900-EU, con posibilidad de utilizar DMZ, WLAN, 4 puertos Ethernet e Internet y con una tasa de enlace máxima de 300 Mbps.                                                                                         |                 |
|                                  | 0,500 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 €        |
|                                  | 1,000 Ud |         | Router tipo Linksys E900-EU                                                                                                                                                                                                                                                           | 27,900 €        |
|                                  | 1,333 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 €         |
|                                  |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                     | 34,070 €        |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>34,75 €</b>  |
| 10.8                             | 10.9.    | 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.                                                                                                                 |                 |
|                                  | 0,100 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 €        |
|                                  | 1,000 Ud |         | Rack tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U                                                                                                                                                                                                                                         | 98,760 €        |
|                                  | 1,000 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 €         |
|                                  |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                     | 100,360 €       |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>102,37 €</b> |
| 10.9                             | 10.10.   | 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. |                 |
|                                  | 6,000 h. |         | Oficial 1º instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                      | 12,500 €        |
|                                  | 6,000 h. |         | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                                                                                                                                                                        | 11,000 €        |
|                                  | 1,000 Ud |         | Caja de monitorización                                                                                                                                                                                                                                                                | 236,680 €       |
|                                  | 1,333 %  |         | Pequeño material eléctrico                                                                                                                                                                                                                                                            | 0,500 €         |
|                                  |          | 2,000 % | Costes indirectos                                                                                                                                                                                                                                                                     | 378,350 €       |
| <b>Precio total por Ud .....</b> |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>385,92 €</b> |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA C...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Danie... V Presupuesto: Anejo de justificación de precios

| Nº                          | Código  | Ud | Descripción                              | Total              |
|-----------------------------|---------|----|------------------------------------------|--------------------|
| <b>11 Seguridad y Salud</b> |         |    |                                          |                    |
| 11.1                        | 11.110. |    | Presupuesto de Seguridad y Salud         |                    |
|                             |         |    | Sin descomposición                       | 10.952,618 €       |
|                             |         |    | 2,000 % Costes indirectos                | 219,05 €           |
|                             |         |    |                                          | 10.952,618 €       |
|                             |         |    | <b>Precio total redondeado por .....</b> | <b>11.171,67 €</b> |

## V Presupuesto: Cuadro de mano de obra

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciri...

V Presupuesto: Cuadro de mano de obra

| Nº                                                                                                   | Designación                                                                                                                             | Importe        |                       |                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|-----------------------|-------------------|
|                                                                                                      |                                                                                                                                         | Precio (Euros) | Cantidad (Horas)      | Total (Euros)     |
| 1                                                                                                    | Oficial primera                                                                                                                         | 10,710         | 5,500 h.              | 58,91             |
| 2                                                                                                    | Ayudante                                                                                                                                | 10,400         | 5,500 h.              | 57,20             |
| 3                                                                                                    | Peón ordinario                                                                                                                          | 10,240         | 1.265,381 h.          | 12.892,77         |
| 4                                                                                                    | Oficial 1ª Cerrajero                                                                                                                    | 11,440         | 329,557 h.            | 3.767,94          |
| 5                                                                                                    | Ayudante-Cerrajero                                                                                                                      | 10,560         | 329,557 h.            | 3.482,31          |
| 6                                                                                                    | Oficial 1ª Electricista                                                                                                                 | 11,440         | 23,000 h.             | 263,12            |
| 7                                                                                                    | Ayudante-Electricista                                                                                                                   | 10,560         | 17,000 h.             | 179,52            |
| 8                                                                                                    | Oficial 1ª instalador E.S.F. (A)                                                                                                        | 12,500         | 2.727,679 h.          | 34.294,67         |
| 9                                                                                                    | Ayudante instalador E.S.F. (A)                                                                                                          | 11,000         | 3.921,578 h.          | 42.972,81         |
| 10                                                                                                   | Oficial 1ª Montador                                                                                                                     | 10,710         | 1.359,800 h.          | 14.558,10         |
| 11                                                                                                   | Ayudante                                                                                                                                | 9,710          | 1.375,800 h.          | 13.353,66         |
| 12                                                                                                   | Titulado medio o de grado especialista en topografía con más de 10 años de experiencia, incluidos instrumentos de medición topográfica. | 30,460         | 16,000 h.             | 487,36            |
|                                                                                                      |                                                                                                                                         |                | <b>Importe total:</b> | <b>126.368,37</b> |
| <p>En Soria, 18 de julio de 2019<br/>Ingeniería Agraria y Energética</p> <p>Daniel Marín Ciriano</p> |                                                                                                                                         |                |                       |                   |



## V Presupuesto: Cuadro de maquinaria

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

## V Cuadro de maquinaria

|    |                                                |            |                       |                  |
|----|------------------------------------------------|------------|-----------------------|------------------|
| 1  | Grúa telescópica autoprop. 30 t.               | 99,680     | 6,000 h.              | 598,08           |
| 2  | Pala carg.cadenas 130 CV/1,8m3                 | 41,800     | 157,301 h.            | 6.292,03         |
| 3  | Camión basculante 4x2 10 t.                    | 20,900     | 15,345 h.             | 321,30           |
| 4  | Alquiler de hincapostes tipo MHG-250 o similar | 19,460     | 741,600 h.            | 14.461,20        |
| 5  | Retroexcavadora S/NEUMÁT 117 CV                | 62,560     | 308,881 h.            | 19.318,48        |
| 6  | Apisonadora vibrante 6 Tn                      | 44,380     | 306,922 h.            | 13.635,63        |
| 7  | Cargadora S/NEUMÁTICOS C=1,30 M3               | 54,900     | 13,428 h.             | 738,51           |
| 8  | Motoniveladora C/ESCARIF. 110 CV               | 60,520     | 84,404 h.             | 5.069,09         |
| 9  | Compactador manual                             | 7,000      | 113,905 h.            | 797,34           |
| 10 | Perforadora                                    | 15.020,240 | 1,000 h.              | 15.020,24        |
| 11 | Arena fina                                     | 14,400     | 208,066 ...           | 2.996,15         |
| 12 | Anemómetro tipo Windsensor-IES 101010          | 396,150    | 1,000 Ud              | 396,15           |
|    |                                                |            | <b>Importe total:</b> | <b>79.644,20</b> |

En Soria, 18 de julio de 2019  
Ingeniería Agraria y Energética

Daniel Marín Ciriano



## V Presupuesto: Cuadro de materiales

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Cir...

## V Cuadro de materiales

|    |                                                                     |             |                |              |
|----|---------------------------------------------------------------------|-------------|----------------|--------------|
| 1  | Poste de acero galvanizado en caliente G-90                         | 40,120      | 7.416,000 Ud   | 297.529,92   |
| 2  | Poste transversal                                                   | 316,700     | 412,000 Ud     | 130.480,40   |
| 3  | Pequeño material y herramientas                                     | 0,500       | 19.281,600 Ud. | 9.640,80     |
| 4  | Pinzas de aluminio para colocar los módulos                         | 1,130       | 95.584,000 Ud  | 108.009,92   |
| 5  | Pequeño material eléctrico                                          | 0,500       | 28.403,611 %   | 14.572,64    |
| 6  | Módulo TALESUN TP672P (H)                                           | 94,130      | 23.896,000 Ud  | 2.249.330,48 |
| 7  | Geotextil de polipropileno tipo Techno Lam Dren                     | 1,460       | 1.598,549 M2   | 2.333,88     |
| 8  | Cable RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2                                  | 0,430       | 29.732,400 MI  | 12.784,93    |
| 9  | Almacén                                                             | 5.000,000   | 1,000 Ud       | 5.000,00     |
| 10 | Centro de inversión                                                 | 178.635,000 | 1,000 Ud       | 178.635,00   |
| 11 | Centro de monitorización                                            | 4.000,000   | 1,000 Ud       | 4.000,00     |
| 12 | Centro de corte                                                     | 50.000,000  | 1,000 Ud       | 50.000,00    |
| 13 | Cable de Cobre desnudo de mm2 de sección                            | 2,980       | 2.461,193 MI   | 7.334,36     |
| 14 | Cable RV-k 0.6/1 kV 2 x 6 mm2                                       | 1,320       | 42.971,000 MI  | 56.721,72    |
| 15 | Cable de monitorización RS-485                                      | 0,150       | 2.890,000 MI   | 433,50       |
| 16 | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 2x185Aluminio                                | 1,710       | 2.717,710 MI   | 4.647,28     |
| 17 | Unipolar RV-k 0.6/1 kV 4x240 Aluminio                               | 2,120       | 2.487,760 MI   | 5.274,05     |
| 18 | Unipolar 19/33kV 1x70 Aluminio                                      | 3,500       | 900,000 MI     | 3.150,00     |
| 19 | Fibra Óptica                                                        | 0,730       | 4.729,250 MI   | 3.452,35     |
| 20 | Caja de combinación de series, con ventana precintable, 16mód, IP65 | 873,470     | 26,000 Ud      | 22.710,22    |
| 21 | Pararrayos INGESCO PDC o similar                                    | 632,040     | 1,000 Ud       | 632,04       |
| 22 | Pieza adaptador cabeza-mástil AT11A                                 | 40,480      | 1,000 Ud       | 40,48        |
| 23 | Mástil a galva. Ø1½" L6m AT56A                                      | 138,720     | 1,000 Ud       | 138,72       |
| 24 | Tubo protección L=2m 35x13mm                                        | 28,800      | 1,000 Ud       | 28,80        |
| 25 | Protector vía chispas mástil                                        | 114,080     | 1,000 Ud       | 114,08       |
| 26 | Electrodo. cable de 50mm2                                           | 15,340      | 56,500 MI      | 866,71       |
| 27 | Cámara de videovigilancia                                           | 180,000     | 11,000 Ud      | 1.980,00     |
| 28 | Mástil de soporte                                                   | 110,000     | 11,000 Ud      | 1.210,00     |
| 29 | Veleta tipo WV4403 4-20mA                                           | 396,150     | 1,000 Ud       | 396,15       |
| 30 | Sensor Radiación Solar                                              | 235,000     | 2,000 Ud       | 470,00       |
| 31 | Router tipo Linksys E900-EU                                         | 27,900      | 1,000 Ud       | 27,90        |
| 32 | Rack tipo Tecatel. Armario rack 19" 600x00 6U                       | 98,760      | 1,000 Ud       | 98,76        |
| 33 | Caja de monitorización                                              | 236,680     | 1,000 Ud       | 236,68       |
| 34 | Tierra                                                              | 3,000       | 479,550 m3     | 1.438,65     |
| 35 | Agua                                                                | 0,900       | 1.758,405 m3   | 1.582,57     |
| 36 | Tubo corrugado D=90 mm.                                             | 1,200       | 4.552,479 m.   | 5.462,97     |
| 37 | Cinta señalizadora                                                  | 0,180       | 287,108 m.     | 51,68        |
| 38 | Pica toma de tierra L= 2 m.                                         | 15,560      | 3,000 ud       | 46,68        |
| 39 | Puerta metálica corredera de 6m de largo por 2m de alto             | 52,600      | 1,000 Ud       | 52,60        |
| 40 | Malla electrosoldada 200/55/5                                       | 1,300       | 1.098,023 Ud   | 1.427,43     |
| 41 | Tubo metálico cuadrada de 1,2 mm de espesor                         | 2,000       | 2.196,046 MI   | 4.392,09     |
|    |                                                                     |             | Importe total: | 3.186.736,44 |

En Soria, 18 de julio de 2019  
 Ingeniería Agraria y Energética

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Cir...

V Cuadro de materiales

---

Daniel Marín Ciriano

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ci...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

| Nº  | Designación                                                  | Importe             |                                                                                                   |
|-----|--------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                              | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)                                                                               |
|     | 1 Preparación del terreno y replanteo                        |                     |                                                                                                   |
| 1.1 | M2 Desbroce de terreno desarbolado                           | 0,10 €              | DIEZ CÉNTIMOS                                                                                     |
| 1.2 | Ud Replanteo                                                 | 327,79 €            | TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS<br>CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                     |
| 1.3 | M2 Allanado del terreno                                      | 0,07 €              | SIETE CÉNTIMOS                                                                                    |
|     | 2 Cerramiento                                                |                     |                                                                                                   |
| 2.1 | MI Valla electrosoldada 200x55x5                             | 12,14 €             | DOCE EUROS CON CATORCE<br>CÉNTIMOS                                                                |
| 2.2 | Ud Puerta metálica                                           | 57,02 €             | CINCUENTA Y SIETE EUROS CON<br>DOS CÉNTIMOS                                                       |
|     | 3 Instalación estructuras y módulos<br>fotovoltaicos         |                     |                                                                                                   |
| 3.1 | Ud Hincado de postes                                         | 44,99 €             | CUARENTA Y CUATRO EUROS CON<br>NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                           |
| 3.2 | Ud Montaje de la estructura                                  | 354,49 €            | TRESCIENTOS CINCUENTA Y<br>CUATRO EUROS CON CUARENTA Y<br>NUEVE CÉNTIMOS                          |
| 3.3 | MI RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 GRAPEADA                     | 1,30 €              | UN EURO CON TREINTA CÉNTIMOS                                                                      |
| 3.4 | Ud Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO TALESUM<br>TP672P(H)         | 101,99 €            | CIENTO UN EUROS CON NOVENTA<br>Y NUEVE CÉNTIMOS                                                   |
| 3.5 | Ud Conexionado de los módulos                                | 0,06 €              | SEIS CÉNTIMOS                                                                                     |
|     | 4 Construcción del camino y explanadas                       |                     |                                                                                                   |
| 4.1 | M3 Excavación mecánica de caminos                            | 13,22 €             | TRECE EUROS CON VEINTIDOS<br>CÉNTIMOS                                                             |
| 4.2 | M2 Compactado de tierra sin aporte nº1                       | 6,73 €              | SEIS EUROS CON SETENTA Y TRES<br>CÉNTIMOS                                                         |
| 4.3 | M2 Colocación de membrana geotextil                          | 1,59 €              | UN EURO CON CINCUENTA Y<br>NUEVE CÉNTIMOS                                                         |
| 4.4 | M3 Relleno mecánico de tierras con aporte de<br>grava tipo 1 | 6,79 €              | SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE<br>CÉNTIMOS                                                        |
| 4.5 | M2 Compactado de tierra sin aporte nº2                       | 2,28 €              | DOS EUROS CON VEINTIOCHO<br>CÉNTIMOS                                                              |
| 4.6 | M3 Relleno mecánico de tierras con aporte de<br>grava tipo 2 | 6,79 €              | SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE<br>CÉNTIMOS                                                        |
| 4.7 | M2 Compactado final                                          | 2,16 €              | DOS EUROS CON DIECISEIS<br>CÉNTIMOS                                                               |
|     | 5 Instalación de los edificios                               |                     |                                                                                                   |
| 5.1 | Ud Centro de inversión                                       | 182.658,46 €        | CIENTO OCHENTA Y DOS MIL<br>SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO<br>EUROS CON CUARENTA Y SEIS<br>CÉNTIMOS |
| 5.2 | Ud Centro de control                                         | 4.449,16 €          | CUATRO MIL CUATROCIENTOS<br>CUARENTA Y NUEVE EUROS CON<br>DIECISEIS CÉNTIMOS                      |

| Nº  | Designación                                                             | Importe          |                                                                              |
|-----|-------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------|
|     |                                                                         | En cifra (Euros) | En letra (Euros)                                                             |
| 5.3 | Ud Centros de corte                                                     | 51.450,76 €      | CINCUENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS |
| 5.4 | Ud Almacén de repuestos                                                 | 5.468,53 €       | CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS   |
|     | 6 Puesta a tierra de edificios                                          |                  |                                                                              |
| 6.1 | M3 Excavación mecánica de zanjas para instalación de tierra             | 13,22 €          | TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS                                           |
| 6.2 | MI Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección | 3,33 €           | TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS                                       |
| 6.3 | Ud Instalación de electrodo de tierra, pica de 2 m                      | 16,16 €          | DIECISEIS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS                                       |
| 6.4 | M3 Relleno de zanjas con material de la excavación                      | 4,95 €           | CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                    |
|     | 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral                      |                  |                                                                              |
| 7.1 | M3 Excavación mecánica de zanja para cableado string y comunicaciones   | 13,22 €          | TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS                                           |
| 7.2 | MI Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección | 3,33 €           | TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS                                       |
| 7.3 | MI Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                       | 1,29 €           | UN EURO CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS                                             |
| 7.4 | MI Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2, D 32           | 1,67 €           | UN EURO CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS                                         |
| 7.5 | M3 Relleno de zanjas con material de la excavación                      | 4,95 €           | CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                    |
| 7.6 | MI Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica            | 3,78 €           | TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS                                       |
|     | 8 Zanjas de caja a inversor                                             |                  |                                                                              |
| 8.1 | M3 Excavación mecánica de zanja                                         | 13,22 €          | TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS                                           |
| 8.2 | MI Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección | 3,33 €           | TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS                                       |
| 8.3 | MI Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm2        | 7,98 €           | SIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS                                      |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ci...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

| Nº   | Designación                                                                                    | Importe          |                                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                | En cifra (Euros) | En letra (Euros)                                                               |
| 8.4  | MI Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2                                   | 8,39 €           | OCHO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                        |
| 8.5  | MI Colocación del cableado RS-485 de monitorización                                            | 0,31 €           | TREINTA Y UN CÉNTIMOS                                                          |
| 8.6  | M3 Relleno de zanjas con cama de arena fina                                                    | 26,35 €          | VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS                                  |
| 8.7  | MI Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                              | 1,29 €           | UN EURO CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS                                               |
| 8.8  | M3 Relleno de zanjas con material de la excavación                                             | 4,95 €           | CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                      |
| 9.1  | 9 Zanja para cableado de media tensión<br>M3 Excavación de zanjas de media tensión             | 13,22 €          | TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS                                             |
| 9.2  | MI Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección                        | 3,33 €           | TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS                                         |
| 9.3  | MI Colocación de cable 1x70 mm2 AL 13.2 kV enterrado                                           | 4,18 €           | CUATRO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS                                            |
| 9.4  | M3 Relleno de zanjas con cama de arena fina                                                    | 26,35 €          | VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS                                  |
| 9.5  | MI Colocación de cinta de señalización                                                         | 0,21 €           | VEINTIUN CÉNTIMOS                                                              |
| 9.6  | MI Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm2                               | 7,98 €           | SIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS                                        |
| 9.7  | MI Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2                                   | 8,39 €           | OCHO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS                                        |
| 9.8  | MI Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                              | 1,29 €           | UN EURO CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS                                               |
| 9.9  | MI Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica                                   | 3,78 €           | TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS                                         |
| 9.10 | M3 Relleno de zanjas con material de la excavación                                             | 4,95 €           | CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS                                      |
| 10.1 | 10 Instalación de elementos auxiliares<br>Ud Instalación de las cajas de combinación CPS CB20S | 903,75 €         | NOVECIENTOS TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS                            |
| 10.2 | Ud Instalación del Pararrayos                                                                  | 17.559,37 €      | DIECISIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS |
| 10.3 | Ud Instalación de las Cámaras de seguridad                                                     | 314,35 €         | TRESCIENTOS CATORCE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS                         |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ci...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 1

| Nº   | Designación                                                      | Importe             |                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                  | En cifra<br>(Euros) | En letra<br>(Euros)                                                   |
| 10.4 | Ud Instalación de Veleta                                         | 422,09 €            | CUATROCIENTOS VEINTIDOS EUROS<br>CON NUEVE CÉNTIMOS                   |
| 10.5 | Ud Instalación de Anemómetro                                     | 422,09 €            | CUATROCIENTOS VEINTIDOS EUROS<br>CON NUEVE CÉNTIMOS                   |
| 10.6 | Ud Instalación de Piranómetros                                   | 257,71 €            | DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE<br>EUROS CON SETENTA Y UN<br>CÉNTIMOS    |
| 10.7 | Ud Instalación de Router                                         | 34,75 €             | TREINTA Y CUATRO EUROS CON<br>SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS                |
| 10.8 | Ud Instalación de Rack                                           | 102,37 €            | CIENTO DOS EUROS CON TREINTA Y<br>SIETE CÉNTIMOS                      |
| 10.9 | Ud Instalación y conexionado de Caja de<br>monitorización        | 385,92 €            | TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO<br>EUROS CON NOVENTA Y DOS<br>CÉNTIMOS    |
| 11.1 | 11 Seguridad y Salud<br>Presupuesto de Seguridad y Salud         | 11.171,67 €         | ONCE MIL CIENTO SETENTA Y UN<br>EUROS CON SESENTA Y SIETE<br>CÉNTIMOS |
|      | 12 Costes indirectos                                             |                     |                                                                       |
|      | En Soria, 18 de julio de 2019<br>Ingeniería Agraria y Energética |                     |                                                                       |
|      | Daniel Marín Ciriano                                             |                     |                                                                       |

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|   |        |    |                                                                                           |             |  |
|---|--------|----|-------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|--|
| 1 | 1.1.   | M2 | Allanado del terreno                                                                      |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 0,01 €      |  |
|   |        |    | Maquinaria                                                                                | 0,06 €      |  |
|   |        |    | Total por M2.....:                                                                        | 0,07 €      |  |
|   |        |    | Son SIETE CÉNTIMOS por M2                                                                 |             |  |
| 2 | 1.2.   | Ud | Replanteo                                                                                 |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 321,36 €    |  |
|   |        |    | 2 % Costes indirectos                                                                     | 6,43 €      |  |
|   |        |    | Total por Ud.....:                                                                        | 327,79 €    |  |
|   |        |    | Son TRESCIENTOS VEINTISIETE EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud                     |             |  |
| 3 | 10.1.  | Ud | Instalación de las cajas de combinación CPS CB20S                                         |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 11,75 €     |  |
|   |        |    | Materiales                                                                                | 874,28 €    |  |
|   |        |    | 2 % Costes indirectos                                                                     | 17,72 €     |  |
|   |        |    | Total por Ud.....:                                                                        | 903,75 €    |  |
|   |        |    | Son NOVECIENTOS TRES EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud                            |             |  |
| 4 | 10.10. | Ud | Instalación y conexionado de Caja de monitorización                                       |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 141,00 €    |  |
|   |        |    | Materiales                                                                                | 237,35 €    |  |
|   |        |    | 2 % Costes indirectos                                                                     | 7,57 €      |  |
|   |        |    | Total por Ud.....:                                                                        | 385,92 €    |  |
|   |        |    | Son TRESCIENTOS OCHENTA Y CINCO EUROS CON NOVENTA Y DOS CÉNTIMOS por Ud                   |             |  |
| 5 | 10.2.  | Ud | Instalación del Pararrayos                                                                |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 374,00 €    |  |
|   |        |    | Maquinaria                                                                                | 15.020,24 € |  |
|   |        |    | Materiales                                                                                | 1.820,83 €  |  |
|   |        |    | 2 % Costes indirectos                                                                     | 344,30 €    |  |
|   |        |    | Total por Ud.....:                                                                        | 17.559,37 € |  |
|   |        |    | Son DIECISIETE MIL QUINIENTOS CINCUENTA Y NUEVE EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud |             |  |
| 6 | 10.3.  | Ud | Instalación de las Cámaras de seguridad                                                   |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 13,12 €     |  |
|   |        |    | Materiales                                                                                | 290,50 €    |  |
|   |        |    | Resto de Obra                                                                             | 4,57 €      |  |
|   |        |    | 2 % Costes indirectos                                                                     | 6,16 €      |  |
|   |        |    | Total por Ud.....:                                                                        | 314,35 €    |  |
|   |        |    | Son TRESCIENTOS CATORCE EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud                         |             |  |
| 7 | 10.5.  | Ud | Instalación de Veleta                                                                     |             |  |
|   |        |    | Mano de obra                                                                              | 17,16 €     |  |
|   |        |    | Materiales                                                                                | 396,65 €    |  |
|   |        |    | 2 % Costes indirectos                                                                     | 8,28 €      |  |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|    |         |    |                                                                         |             |
|----|---------|----|-------------------------------------------------------------------------|-------------|
|    |         |    | Total por Ud.....:                                                      | 422,09 €    |
|    |         |    | Son CUATROCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS por Ud             |             |
| 8  | 10.6.   | Ud | Instalación de Anemómetro                                               |             |
|    |         |    | Mano de obra                                                            | 17,16 €     |
|    |         |    | Maquinaria                                                              | 396,15 €    |
|    |         |    | Materiales                                                              | 0,50 €      |
|    |         |    | 2 % Costes indirectos                                                   | 8,28 €      |
|    |         |    | Total por Ud.....:                                                      | 422,09 €    |
|    |         |    | Son CUATROCIENTOS VEINTIDOS EUROS CON NUEVE CÉNTIMOS por Ud             |             |
| 9  | 10.7.   | Ud | Instalación de Piranómetros                                             |             |
|    |         |    | Mano de obra                                                            | 17,16 €     |
|    |         |    | Materiales                                                              | 235,50 €    |
|    |         |    | 2 % Costes indirectos                                                   | 5,05 €      |
|    |         |    | Total por Ud.....:                                                      | 257,71 €    |
|    |         |    | Son DOSCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON SETENTA Y UN CÉNTIMOS por Ud |             |
| 10 | 10.8.   | Ud | Instalación de Router                                                   |             |
|    |         |    | Mano de obra                                                            | 5,50 €      |
|    |         |    | Materiales                                                              | 28,57 €     |
|    |         |    | 2 % Costes indirectos                                                   | 0,68 €      |
|    |         |    | Total por Ud.....:                                                      | 34,75 €     |
|    |         |    | Son TREINTA Y CUATRO EUROS CON SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS por Ud          |             |
| 11 | 10.9.   | Ud | Instalación de Rack                                                     |             |
|    |         |    | Mano de obra                                                            | 1,10 €      |
|    |         |    | Materiales                                                              | 99,26 €     |
|    |         |    | 2 % Costes indirectos                                                   | 2,01 €      |
|    |         |    | Total por Ud.....:                                                      | 102,37 €    |
|    |         |    | Son CIENTO DOS EUROS CON TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS por Ud                |             |
| 12 | 11.110. |    | Presupuesto de Seguridad y Salud                                        |             |
|    |         |    | Sin descomposición                                                      | 10.952,62 € |
|    |         |    | 2 % Costes indirectos                                                   | 219,05 €    |
|    |         |    | Total por .....                                                         | 11.171,67 € |
|    |         |    | Son ONCE MIL CIENTO SETENTA Y UN EUROS CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS por |             |
| 13 | 3.1.    | Ud | Hincado de postes                                                       |             |
|    |         |    | Mano de obra                                                            | 2,04 €      |
|    |         |    | Maquinaria                                                              | 1,95 €      |
|    |         |    | Materiales                                                              | 40,12 €     |
|    |         |    | 2 % Costes indirectos                                                   | 0,88 €      |
|    |         |    | Total por Ud.....:                                                      | 44,99 €     |
|    |         |    | Son CUARENTA Y CUATRO EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud         |             |
| 14 | 3.2.    | Ud | Montaje de la estructura                                                |             |
|    |         |    | Mano de obra                                                            | 30,64 €     |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|    |      |    |                                                                               |          |
|----|------|----|-------------------------------------------------------------------------------|----------|
|    |      |    | Materiales                                                                    | 316,90 € |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                         | 6,95 €   |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                            | 354,49 € |
|    |      |    | Son TRESCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud |          |
| 15 | 3.4. | MI | RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 GRAPEADA                                         |          |
|    |      |    | Mano de obra                                                                  | 0,36 €   |
|    |      |    | Materiales                                                                    | 0,91 €   |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                         | 0,03 €   |
|    |      |    | Total por MI.....:                                                            | 1,30 €   |
|    |      |    | Son UN EURO CON TREINTA CÉNTIMOS por MI                                       |          |
| 16 | 3.5. | Ud | Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO TALESUN TP672P(H)                                |          |
|    |      |    | Mano de obra                                                                  | 0,94 €   |
|    |      |    | Materiales                                                                    | 99,05 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                         | 2,00 €   |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                            | 101,99 € |
|    |      |    | Son CIENTO UN EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por Ud                       |          |
| 17 | 3.6. | Ud | Conexionado de los módulos                                                    |          |
|    |      |    | Mano de obra                                                                  | 0,05 €   |
|    |      |    | Materiales                                                                    | 0,01 €   |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                            | 0,06 €   |
|    |      |    | Son SEIS CÉNTIMOS por Ud                                                      |          |
| 18 | 4.1. | M3 | Excavación mecánica de zanja                                                  |          |
|    |      |    | Mano de obra                                                                  | 3,58 €   |
|    |      |    | Maquinaria                                                                    | 9,38 €   |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                         | 0,26 €   |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                            | 13,22 €  |
|    |      |    | Son TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por M3                                 |          |
| 19 | 4.10 | M3 | Excavación mecánica de caminos                                                |          |
|    |      |    | Mano de obra                                                                  | 3,58 €   |
|    |      |    | Maquinaria                                                                    | 9,38 €   |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                         | 0,26 €   |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                            | 13,22 €  |
|    |      |    | Son TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por M3                                 |          |
| 20 | 4.2. | M2 | Compactado de tierra sin aporte nº1                                           |          |
|    |      |    | Mano de obra                                                                  | 0,82 €   |
|    |      |    | Maquinaria                                                                    | 5,33 €   |
|    |      |    | Materiales                                                                    | 0,45 €   |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                         | 0,13 €   |
|    |      |    | Total por M2.....:                                                            | 6,73 €   |
|    |      |    | Son SEIS EUROS CON SETENTA Y TRES CÉNTIMOS por M2                             |          |
| 21 | 4.3. | M2 | Colocación de membrana geotextil                                              |          |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|    |      |    |                                                                                                     |              |
|----|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 0,10 €       |
|    |      |    | Materiales                                                                                          | 1,46 €       |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                               | 0,03 €       |
|    |      |    | Total por M2.....:                                                                                  | 1,59 €       |
|    |      |    | Son UN EURO CON CINCUENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por M2                                                   |              |
| 22 | 4.4. | M3 | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1                                              |              |
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 0,72 €       |
|    |      |    | Maquinaria                                                                                          | 2,94 €       |
|    |      |    | Materiales                                                                                          | 3,00 €       |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                               | 0,13 €       |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                                                  | 6,79 €       |
|    |      |    | Son SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por M3                                                  |              |
| 23 | 4.5. | M2 | Compactado de tierra sin aporte nº2                                                                 |              |
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 0,37 €       |
|    |      |    | Maquinaria                                                                                          | 1,60 €       |
|    |      |    | Materiales                                                                                          | 0,27 €       |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                               | 0,04 €       |
|    |      |    | Total por M2.....:                                                                                  | 2,28 €       |
|    |      |    | Son DOS EUROS CON VEINTIOCHO CÉNTIMOS por M2                                                        |              |
| 24 | 4.6. | M3 | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2                                              |              |
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 0,72 €       |
|    |      |    | Maquinaria                                                                                          | 2,94 €       |
|    |      |    | Materiales                                                                                          | 3,00 €       |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                               | 0,13 €       |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                                                  | 6,79 €       |
|    |      |    | Son SEIS EUROS CON SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS por M3                                                  |              |
| 25 | 4.7. | M2 | Compactado final                                                                                    |              |
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 0,25 €       |
|    |      |    | Maquinaria                                                                                          | 1,60 €       |
|    |      |    | Materiales                                                                                          | 0,27 €       |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                               | 0,04 €       |
|    |      |    | Total por M2.....:                                                                                  | 2,16 €       |
|    |      |    | Son DOS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS por M2                                                         |              |
| 26 | 5.1. | Ud | Centro de inversión                                                                                 |              |
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 4,70 €       |
|    |      |    | Maquinaria                                                                                          | 149,52 €     |
|    |      |    | Materiales                                                                                          | 178.642,50 € |
|    |      |    | Resto de Obra                                                                                       | 280,20 €     |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                               | 3.581,54 €   |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                                                  | 182.658,46 € |
|    |      |    | Son CIENTO OCHENTA Y DOS MIL SEISCIENTOS CINCUENTA Y OCHO EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud |              |
| 27 | 5.2. | Ud | Centro de control                                                                                   |              |
|    |      |    | Mano de obra                                                                                        | 4,70 €       |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|    |      |    |                                                                                         |             |
|----|------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|    |      |    | Maquinaria                                                                              | 149,52 €    |
|    |      |    | Materiales                                                                              | 4.007,50 €  |
|    |      |    | Resto de Obra                                                                           | 200,20 €    |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                   | 87,24 €     |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                                      | 4.449,16 €  |
|    |      |    | Son CUATRO MIL CUATROCIENTOS CUARENTA Y NUEVE EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS por Ud       |             |
| 28 | 5.3. | Ud | Centros de corte                                                                        |             |
|    |      |    | Mano de obra                                                                            | 4,70 €      |
|    |      |    | Maquinaria                                                                              | 149,52 €    |
|    |      |    | Materiales                                                                              | 50.007,50 € |
|    |      |    | Resto de Obra                                                                           | 280,20 €    |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                   | 1.008,84 €  |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                                      | 51.450,76 € |
|    |      |    | Son CINCUENTA Y UN MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA EUROS CON SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS por Ud |             |
| 29 | 5.4. | Ud | Almacén de repuestos                                                                    |             |
|    |      |    | Mano de obra                                                                            | 4,08 €      |
|    |      |    | Maquinaria                                                                              | 149,52 €    |
|    |      |    | Materiales                                                                              | 5.007,50 €  |
|    |      |    | Resto de Obra                                                                           | 200,20 €    |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                   | 107,23 €    |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                                      | 5.468,53 €  |
|    |      |    | Son CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y OCHO EUROS CON CINCUENTA Y TRES CÉNTIMOS por Ud   |             |
| 30 | 6.2. | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección        |             |
|    |      |    | Mano de obra                                                                            | 0,05 €      |
|    |      |    | Materiales                                                                              | 3,21 €      |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                   | 0,07 €      |
|    |      |    | Total por MI.....:                                                                      | 3,33 €      |
|    |      |    | Son TRES EUROS CON TREINTA Y TRES CÉNTIMOS por MI                                       |             |
| 31 | 6.3. | Ud | Instalación de electrodo de tierra, pica de 2 m                                         |             |
|    |      |    | Mano de obra                                                                            | 0,05 €      |
|    |      |    | Materiales                                                                              | 15,79 €     |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                   | 0,32 €      |
|    |      |    | Total por Ud.....:                                                                      | 16,16 €     |
|    |      |    | Son DIECISEIS EUROS CON DIECISEIS CÉNTIMOS por Ud                                       |             |
| 32 | 6.4. | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                         |             |
|    |      |    | Mano de obra                                                                            | 1,02 €      |
|    |      |    | Maquinaria                                                                              | 3,83 €      |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                                   | 0,10 €      |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                                      | 4,95 €      |
|    |      |    | Son CUATRO EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS por M3                                    |             |
| 33 | 6.5. | M3 | Excavación mecánica de zanjas para instalación de tierra                                |             |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|    |      |    |                                                                           |         |
|----|------|----|---------------------------------------------------------------------------|---------|
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 3,58 €  |
|    |      |    | Maquinaria                                                                | 9,38 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,26 €  |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                        | 13,22 € |
|    |      |    | Son TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por M3                             |         |
| 34 | 7.1. | MI | Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm <sup>2</sup> , D 32   |         |
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 0,09 €  |
|    |      |    | Materiales                                                                | 1,55 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,03 €  |
|    |      |    | Total por MI.....:                                                        | 1,67 €  |
|    |      |    | Son UN EURO CON SESENTA Y SIETE CÉNTIMOS por MI                           |         |
| 35 | 7.2. | MI | Colocación del cableado RS-485 de monitorización                          |         |
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 0,04 €  |
|    |      |    | Materiales                                                                | 0,26 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,01 €  |
|    |      |    | Total por MI.....:                                                        | 0,31 €  |
|    |      |    | Son TREINTA Y UN CÉNTIMOS por MI                                          |         |
| 36 | 7.3. | M3 | Excavación mecánica de zanja para cableado string y comunicaciones        |         |
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 3,58 €  |
|    |      |    | Maquinaria                                                                | 9,38 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,26 €  |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                        | 13,22 € |
|    |      |    | Son TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por M3                             |         |
| 37 | 8.1. | MI | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm <sup>2</sup> |         |
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 5,88 €  |
|    |      |    | Materiales                                                                | 1,94 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,16 €  |
|    |      |    | Total por MI.....:                                                        | 7,98 €  |
|    |      |    | Son SIETE EUROS CON NOVENTA Y OCHO CÉNTIMOS por MI                        |         |
| 38 | 8.2. | MI | Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm <sup>2</sup>     |         |
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 5,88 €  |
|    |      |    | Materiales                                                                | 2,35 €  |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,16 €  |
|    |      |    | Total por MI.....:                                                        | 8,39 €  |
|    |      |    | Son OCHO EUROS CON TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS por MI                        |         |
| 39 | 8.3. | M3 | Relleno de zanjas con cama de arena fina                                  |         |
|    |      |    | Mano de obra                                                              | 3,07 €  |
|    |      |    | Maquinaria                                                                | 22,76 € |
|    |      |    | 2 % Costes indirectos                                                     | 0,52 €  |
|    |      |    | Total por M3.....:                                                        | 26,35 € |
|    |      |    | Son VEINTISEIS EUROS CON TREINTA Y CINCO CÉNTIMOS por M3                  |         |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
 Promotor: Energías del Sol S.L.  
 Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

|    |          |    |                                                               |         |
|----|----------|----|---------------------------------------------------------------|---------|
| 40 | 8.4.     | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 0,06 €  |
|    |          |    | Materiales                                                    | 1,20 €  |
|    |          |    | 2 % Costes indirectos                                         | 0,03 €  |
|    |          |    | Total por MI.....:                                            | 1,29 €  |
|    |          |    | Son UN EURO CON VEINTINUEVE CÉNTIMOS por MI                   |         |
| 41 | 9.2.     | MI | Colocación de cable 1x70 mm <sup>2</sup> AL 13.2 kV enterrado |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 0,07 €  |
|    |          |    | Materiales                                                    | 4,03 €  |
|    |          |    | 2 % Costes indirectos                                         | 0,08 €  |
|    |          |    | Total por MI.....:                                            | 4,18 €  |
|    |          |    | Son CUATRO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS por MI                |         |
| 42 | 9.4.     | MI | Colocación de cinta de señalización                           |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 0,03 €  |
|    |          |    | Materiales                                                    | 0,18 €  |
|    |          |    | Total por MI.....:                                            | 0,21 €  |
|    |          |    | Son VEINTIUN CÉNTIMOS por MI                                  |         |
| 43 | 9.7.     | MI | Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica     |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 2,75 €  |
|    |          |    | Materiales                                                    | 0,96 €  |
|    |          |    | 2 % Costes indirectos                                         | 0,07 €  |
|    |          |    | Total por MI.....:                                            | 3,78 €  |
|    |          |    | Son TRES EUROS CON SETENTA Y OCHO CÉNTIMOS por MI             |         |
| 44 | 9.8.     | M3 | Excavación de zanjas de media tensión                         |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 3,58 €  |
|    |          |    | Maquinaria                                                    | 9,38 €  |
|    |          |    | 2 % Costes indirectos                                         | 0,26 €  |
|    |          |    | Total por M3.....:                                            | 13,22 € |
|    |          |    | Son TRECE EUROS CON VEINTIDOS CÉNTIMOS por M3                 |         |
| 45 | D23AN600 | Ud | Puerta metálica                                               |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 3,30 €  |
|    |          |    | Materiales                                                    | 52,60 € |
|    |          |    | 2 % Costes indirectos                                         | 1,12 €  |
|    |          |    | Total por Ud.....:                                            | 57,02 € |
|    |          |    | Son CINCUENTA Y SIETE EUROS CON DOS CÉNTIMOS por Ud           |         |
| 46 | D23KJ025 | MI | Valla electrosoldada 200x55x5                                 |         |
|    |          |    | Mano de obra                                                  | 6,60 €  |
|    |          |    | Materiales                                                    | 5,30 €  |
|    |          |    | 2 % Costes indirectos                                         | 0,24 €  |
|    |          |    | Total por MI.....:                                            | 12,14 € |
|    |          |    | Son DOCE EUROS CON CATORCE CÉNTIMOS por MI                    |         |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria...

V Presupuesto: Cuadro de precios nº 2

---

|    |           |    |                                 |                    |        |
|----|-----------|----|---------------------------------|--------------------|--------|
| 47 | E02CAB010 | M2 | Desbroce de terreno desarbolado |                    |        |
|    |           |    | Mano de obra                    |                    | 0,02 € |
|    |           |    | Maquinaria                      |                    | 0,08 € |
|    |           |    |                                 | Total por M2.....: | 0,10 € |
|    |           |    | Son DIEZ CÉNTIMOS por M2        |                    |        |

En Soria, 18 de julio de 2019  
Ingeniería Agraria y Energética

D. Daniel Marín Ciriano

V - Presupuesto

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



## Capítulo N° 1 Preparación del terreno y replanteo

| Nº                                                 | Ud | Descripción                     | Medición   | Precio     | Importe |           |
|----------------------------------------------------|----|---------------------------------|------------|------------|---------|-----------|
| 1.1                                                | M2 | Desbroce de terreno desarbolado |            |            |         |           |
|                                                    |    |                                 | Total M2 : | 78.650,410 | 0,10    | 7.865,04  |
| 1.2                                                | Ud | Replanteo                       |            |            |         |           |
|                                                    |    |                                 | Total Ud : | 2,000      | 327,79  | 655,58    |
| 1.3                                                | M2 | Allanado del terreno            |            |            |         |           |
|                                                    |    |                                 | Total M2 : | 78.650,410 | 0,07    | 5.505,53  |
| Parcial N° 1 Preparación del terreno y replanteo : |    |                                 |            |            |         | 14.026,15 |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CO...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciriano

V Presupuesto

## Capítulo N° 2 Cerramiento

| Nº  | Ud | Descripción                   | Medición                   | Precio    | Importe |           |
|-----|----|-------------------------------|----------------------------|-----------|---------|-----------|
| 2.1 | MI | Valla electrosoldada 200x55x5 |                            |           |         |           |
|     |    |                               | Total MI :                 | 1.098,023 | 12,14   | 13.330,00 |
| 2.2 | Ud | Puerta metálica               |                            |           |         |           |
|     |    |                               | Total Ud :                 | 1,000     | 57,02   | 57,02     |
|     |    |                               | Parcial N° 2 Cerramiento : |           |         | 13.387,02 |

### Capítulo N° 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos

| Nº                                                             | Ud | Descripción                                    | Medición   | Precio     | Importe |              |
|----------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------|------------|------------|---------|--------------|
| 3.1                                                            | Ud | Hincado de postes                              |            |            |         |              |
|                                                                |    |                                                | Total Ud : | 7.416,000  | 44,99   | 333.645,84   |
| 3.2                                                            | Ud | Montaje de la estructura                       |            |            |         |              |
|                                                                |    |                                                | Total Ud : | 412,000    | 354,49  | 146.049,88   |
| 3.3                                                            | MI | RZ1-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm2 GRAPEADA          |            |            |         |              |
|                                                                |    |                                                | Total MI : | 14.866,200 | 1,30    | 19.326,06    |
| 3.4                                                            | Ud | Colocación MÓD. FOTOVOLTAICO TALESUN TP672P(H) |            |            |         |              |
|                                                                |    |                                                | Total Ud : | 23.896,000 | 101,99  | 2.437.153,04 |
| 3.5                                                            | Ud | Conexionado de los módulos                     |            |            |         |              |
|                                                                |    |                                                | Total Ud : | 23.896,000 | 0,06    | 1.433,76     |
| Parcial N° 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos : |    |                                                |            |            |         | 2.937.608,58 |

## Capítulo N° 4 Construcción del camino y explanadas

| Nº                                                  | Ud | Descripción                                            | Medición  | Precio | Importe   |
|-----------------------------------------------------|----|--------------------------------------------------------|-----------|--------|-----------|
| 4.1                                                 | M3 | Excavación mecánica de caminos                         |           |        |           |
|                                                     |    | Total M3 :                                             | 319,700   | 13,22  | 4.226,43  |
| 4.2                                                 | M2 | Compactado de tierra sin aporte nº1                    |           |        |           |
|                                                     |    | Total M2 :                                             | 1.598,549 | 6,73   | 10.758,23 |
| 4.3                                                 | M2 | Colocación de membrana geotextil                       |           |        |           |
|                                                     |    | Total M2 :                                             | 1.598,549 | 1,59   | 2.541,69  |
| 4.4                                                 | M3 | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 1 |           |        |           |
|                                                     |    | Total M3 :                                             | 319,700   | 6,79   | 2.170,76  |
| 4.5                                                 | M2 | Compactado de tierra sin aporte nº2                    |           |        |           |
|                                                     |    | Total M2 :                                             | 1.598,549 | 2,28   | 3.644,69  |
| 4.6                                                 | M3 | Relleno mecánico de tierras con aporte de grava tipo 2 |           |        |           |
|                                                     |    | Total M3 :                                             | 159,850   | 6,79   | 1.085,38  |
| 4.7                                                 | M2 | Compactado final                                       |           |        |           |
|                                                     |    | Total M2 :                                             | 1.598,549 | 2,16   | 3.452,87  |
| Parcial N° 4 Construcción del camino y explanadas : |    |                                                        |           |        | 27.880,05 |

## Capítulo N° 5 Instalación de los edificios

| Nº                                          | Ud | Descripción          | Medición | Precio     | Importe           |
|---------------------------------------------|----|----------------------|----------|------------|-------------------|
| 5.1                                         | Ud | Centro de inversión  |          |            |                   |
|                                             |    | Total Ud :           | 1,000    | 182.658,46 | 182.658,46        |
| 5.2                                         | Ud | Centro de control    |          |            |                   |
|                                             |    | Total Ud :           | 1,000    | 4.449,16   | 4.449,16          |
| 5.3                                         | Ud | Centros de corte     |          |            |                   |
|                                             |    | Total Ud :           | 1,000    | 51.450,76  | 51.450,76         |
| 5.4                                         | Ud | Almacén de repuestos |          |            |                   |
|                                             |    | Total Ud :           | 1,000    | 5.468,53   | 5.468,53          |
| Parcial N° 5 Instalación de los edificios : |    |                      |          |            | <u>244.026,91</u> |

## Capítulo N° 6 Puesta a tierra de edificios

| Nº                                          | Ud | Descripción                                                                      | Medición | Precio | Importe |
|---------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|---------|
| 6.1                                         | M3 | Excavación mecánica de zanjas para instalación de tierra                         |          |        |         |
|                                             |    | Total M3 :                                                                       | 32,016   | 13,22  | 423,25  |
| 6.2                                         | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |          |        |         |
|                                             |    | Total MI :                                                                       | 108,720  | 3,33   | 362,04  |
| 6.3                                         | Ud | Instalación de electrodo de tierra, pica de 2 m                                  |          |        |         |
|                                             |    | Total Ud :                                                                       | 3,000    | 16,16  | 48,48   |
| 6.4                                         | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |          |        |         |
|                                             |    | Total M3 :                                                                       | 6,932    | 4,95   | 34,31   |
| Parcial N° 6 Puesta a tierra de edificios : |    |                                                                                  |          |        | 868,08  |

### Capítulo N° 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral

| Nº                                                              | Ud | Descripción                                                                      | Medición   | Precio     | Importe |            |
|-----------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|---------|------------|
| 7.1                                                             | M3 | Excavación mecánica de zanja para cableado string y comunicaciones               |            |            |         |            |
|                                                                 |    |                                                                                  | Total M3 : | 751,482    | 13,22   | 9.934,59   |
| 7.2                                                             | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |            |            |         |            |
|                                                                 |    |                                                                                  | Total MI : | 1.252,470  | 3,33    | 4.170,73   |
| 7.3                                                             | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                   |            |            |         |            |
|                                                                 |    |                                                                                  | Total MI : | 1.252,470  | 1,29    | 1.615,69   |
| 7.4                                                             | MI | Colocación de cable tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 6 mm <sup>2</sup> , D 32          |            |            |         |            |
|                                                                 |    |                                                                                  | Total MI : | 42.971,000 | 1,67    | 71.761,57  |
| 7.5                                                             | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |            |            |         |            |
|                                                                 |    |                                                                                  | Total M3 : | 70,308     | 4,95    | 348,02     |
| 7.6                                                             | MI | Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica                        |            |            |         |            |
|                                                                 |    |                                                                                  | Total MI : | 3.895,500  | 3,78    | 14.724,99  |
| Parcial N° 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral : |    |                                                                                  |            |            |         | 102.555,59 |

## Capítulo N° 8 Zanjas de caja a inversor

| Nº                                       | Ud | Descripción                                                          | Medición  | Precio | Importe   |
|------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------|-----------|--------|-----------|
| 8.1                                      | M3 | Excavación mecánica de zanja                                         |           |        |           |
|                                          |    | Total M3 :                                                           | 438,963   | 13,22  | 5.803,09  |
| 8.2                                      | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm2 de sección |           |        |           |
|                                          |    | Total MI :                                                           | 812,895   | 3,33   | 2.706,94  |
| 8.3                                      | MI | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm2        |           |        |           |
|                                          |    | Total MI :                                                           | 2.270,310 | 7,98   | 18.117,07 |
| 8.4                                      | MI | Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm2            |           |        |           |
|                                          |    | Total MI :                                                           | 1.879,000 | 8,39   | 15.764,81 |
| 8.5                                      | MI | Colocación del cableado RS-485 de monitorización                     |           |        |           |
|                                          |    | Total MI :                                                           | 2.890,000 | 0,31   | 895,90    |
| 8.6                                      | M3 | Relleno de zanjas con cama de arena fina                             |           |        |           |
|                                          |    | Total M3 :                                                           | 121,934   | 26,35  | 3.212,96  |
| 8.7                                      | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                       |           |        |           |
|                                          |    | Total MI :                                                           | 2.438,685 | 1,29   | 3.145,90  |
| 8.8                                      | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                      |           |        |           |
|                                          |    | Total M3 :                                                           | 317,029   | 4,95   | 1.569,29  |
| Parcial N° 8 Zanjas de caja a inversor : |    |                                                                      |           |        | 51.215,96 |

## Capítulo N° 9 Zanja para cableado de media tensión

| N°                                                  | Ud | Descripción                                                                      | Medición | Precio | Importe   |
|-----------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------|
| 9.1                                                 | M3 | Excavación de zanjas de media tensión                                            |          |        |           |
|                                                     |    | Total M3 :                                                                       | 206,720  | 13,22  | 2.732,84  |
| 9.2                                                 | MI | Colocación cable de puesta tierra de cobre desnudo 50 mm <sup>2</sup> de sección |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 287,108  | 3,33   | 956,07    |
| 9.3                                                 | MI | Colocación de cable 1x70 mm <sup>2</sup> AL 13.2 kV enterrado                    |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 900,000  | 4,18   | 3.762,00  |
| 9.4                                                 | M3 | Relleno de zanjas con cama de arena fina                                         |          |        |           |
|                                                     |    | Total M3 :                                                                       | 86,132   | 26,35  | 2.269,58  |
| 9.5                                                 | MI | Colocación de cinta de señalización                                              |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 287,108  | 0,21   | 60,29     |
| 9.6                                                 | MI | Colocación del cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 185 mm <sup>2</sup>        |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 447,400  | 7,98   | 3.570,25  |
| 9.7                                                 | MI | Colocación cableado DC tipo RV-k 0.6/1 kV 2 x 1 x 240 mm <sup>2</sup>            |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 608,760  | 8,39   | 5.107,50  |
| 9.8                                                 | MI | Colocación de tubos de plástico corrugado D 90                                   |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 861,324  | 1,29   | 1.111,11  |
| 9.9                                                 | MI | Colocación del cableado de monitorización de fibra óptica                        |          |        |           |
|                                                     |    | Total MI :                                                                       | 833,750  | 3,78   | 3.151,58  |
| 9.10                                                | M3 | Relleno de zanjas con material de la excavación                                  |          |        |           |
|                                                     |    | Total M3 :                                                                       | 120,585  | 4,95   | 596,90    |
| Parcial N° 9 Zanja para cableado de media tensión : |    |                                                                                  |          |        | 23.318,12 |

## Capítulo N° 10 Instalación de elementos auxiliares

| N°                                                  | Ud | Descripción                                         | Medición | Precio    | Importe   |
|-----------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------|----------|-----------|-----------|
| 10.1                                                | Ud | Instalación de las cajas de combinación CPS CB20S   |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 26,000   | 903,75    | 23.497,50 |
| 10.2                                                | Ud | Instalación del Pararrayos                          |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 1,000    | 17.559,37 | 17.559,37 |
| 10.3                                                | Ud | Instalación de las Cámaras de seguridad             |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 11,000   | 314,35    | 3.457,85  |
| 10.4                                                | Ud | Instalación de Veleta                               |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 1,000    | 422,09    | 422,09    |
| 10.5                                                | Ud | Instalación de Anemómetro                           |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 1,000    | 422,09    | 422,09    |
| 10.6                                                | Ud | Instalación de Piranómetros                         |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 2,000    | 257,71    | 515,42    |
| 10.7                                                | Ud | Instalación de Router                               |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 1,000    | 34,75     | 34,75     |
| 10.8                                                | Ud | Instalación de Rack                                 |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 1,000    | 102,37    | 102,37    |
| 10.9                                                | Ud | Instalación y conexionado de Caja de monitorización |          |           |           |
|                                                     |    | Total Ud :                                          | 1,000    | 385,92    | 385,92    |
| Parcial N° 10 Instalación de elementos auxiliares : |    |                                                     |          |           | 46.397,36 |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CO...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciriano

V Presupuesto

## Capítulo N° 11 Seguridad y Salud

| N°   | Ud | Descripción                      | Medición                          | Precio | Importe   |
|------|----|----------------------------------|-----------------------------------|--------|-----------|
| 11.1 |    | Presupuesto de Seguridad y Salud |                                   |        |           |
|      |    |                                  | Total :                           | 1,000  | 11.171,67 |
|      |    |                                  | Parcial N° 11 Seguridad y Salud : |        | 11.171,67 |

Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CO...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciriano

V Presupuesto

## Presupuesto de ejecución material

|                                                    |              |
|----------------------------------------------------|--------------|
| 1 Preparación del terreno y replanteo              | 14.026,15    |
| 2 Cerramiento                                      | 13.387,02    |
| 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos  | 2.937.608,58 |
| 4 Construcción del camino y explanadas             | 27.880,05    |
| 5 Instalación de los edificios                     | 244.026,91   |
| 6 Puesta a tierra de edificios                     | 868,08       |
| 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral | 102.555,59   |
| 8 Zanjas de caja a inversor                        | 51.215,96    |
| 9 Zanja para cableado de media tensión             | 23.318,12    |
| 10 Instalación de elementos auxiliares             | 46.397,36    |
| 11 Seguridad y Salud                               | 11.171,67    |
| Total .....                                        | 3.472.455,49 |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de TRES MILLONES CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS CON CUARENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

En Soria, 18 de julio de 2019  
Ingeniería Agraria y Energética

Daniel Marín Ciriano

## V Presupuesto: Resumen

DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA  
CONEXIÓN A LA RED EN ALCONABA (SORIA)



Proyecto: DISEÑO E INSTALACIÓN DE UNA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA DE 3.98MW PARA LA CON...  
Promotor: Energías del Sol S.L.  
Situación:

Ingeniería Agraria y Energética: Daniel Marín Ciria... V Presupuesto: Resumen del presupuesto

|                                                                                |                     |
|--------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| 1 Preparación del terreno y replanteo .....                                    | 14.026,15           |
| 2 Cerramiento .....                                                            | 13.387,02           |
| 3 Instalación estructuras y módulos fotovoltaicos .....                        | 2.937.608,58        |
| 4 Construcción del camino y explanadas .....                                   | 27.880,05           |
| 5 Instalación de los edificios .....                                           | 244.026,91          |
| 6 Puesta a tierra de edificios .....                                           | 868,08              |
| 7 Zanjas para cableado de mesa a caja y perimetral .....                       | 102.555,59          |
| 8 Zanjas de caja a inversor .....                                              | 51.215,96           |
| 9 Zanja para cableado de media tensión .....                                   | 23.318,12           |
| 10 Instalación de elementos auxiliares .....                                   | 46.397,36           |
| 11 Seguridad y Salud .....                                                     | 11.171,67           |
| <b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>                                 | <b>3.472.455,49</b> |
| 12% de gastos generales                                                        | 416.694,66          |
| 6% de beneficio industrial                                                     | 208.347,33          |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>             | <b>4.097.497,48</b> |
| 21% IVA                                                                        | 860.474,47          |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI ...)</b> | <b>4.957.971,95</b> |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CUATRO MILLONES NOVECIENTOS CINCUENTA Y SIETE MIL NOVECIENTOS SETENTA Y UN EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS.

En Soria, 18 de julio de 2019  
Ingeniería Agraria y Energética

Daniel Marín Ciriano