



Universidad de Valladolid



GRADO: INGENIERÍA ELÉCTRICA



Universidad de Valladolid

TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 19.36MW_p EN TORDESILLAS (VALLADOLID) CON PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE MEDIA TENSIÓN - 45kV.

Autor: D. Alfonso Higuera del Soto

Tutor: D. Ignacio Alonso Fernández-Coppel

(Dpto. Ingeniería de los Procesos de Fabricación)

Valladolid, 8 de Julio del 2021



RESUMEN del TRABAJO FIN DE GRADO

TÍTULO: Diseño de una instalación solar fotovoltaica de 19.36MWp en Tordesillas (Valladolid) con conexión a red de media tensión – 45kV

DEPARTAMENTO: Ingeniería Eléctrica

TUTOR: D. Ignacio Alonso Fernández-Coppel

AUTOR: D. Alfonso Higuera del Soto

RESUMEN:

En este proyecto se pretende simular el diseño de una planta solar fotovoltaica conectada a red en la localidad de Tordesillas. Esta planta inyectará toda su energía producida a la red eléctrica de media tensión proporcionando una energía limpia sin emisiones de CO₂ reduciendo así nuestra huella de dióxido de carbono y manteniendo total compromiso en la generación y consumo de las energías renovables.

A través de los distintos documentos de los que se compone el presente TFG se determinarán las características técnicas, constructivas y económicas, así como los cálculos necesarios justificativos que se adecuen a las normativas actuales.

Palabras clave

Solar, fotovoltaica, renovable, energía, limpia, carbono, CO₂.

ABSTRACT:

This project aims to simulate the design of a solar photovoltaic plant connected to the grid in the town of Tordesillas. This plant will inject all its energy produced to the medium voltage power grid providing a clean energy without CO₂ emissions reducing our carbon dioxide footprint and maintaining total commitment to the generation and consumption of renewable energy.

Through the different documents of which this TFG is composed, the technical, constructive and economic characteristics will be determined, as well as the necessary calculations to justify that they are adapted to the current regulations.

Keywords

Solar, photovoltaic, renewable, energy, clean, carbon, CO₂.



Universidad de Valladolid



ÍNDICE GENERAL

I - INTRODUCCIÓN ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA Y OBJETIVOS DEL TFG

II - DESARROLLO DEL TFG

- Documento Nº1 - MEMORIA
 - Anejos a la memoria
- Documento Nº2 – PLANOS
- Documento Nº3 – PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS
- Documento Nº4 – MEDICIONES
- Documento Nº5 – PRESUPUESTO

III - CONCLUSIONES DEL TFG

IV - BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA Y SOFTWARE EMPLEADO



ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

La Energía Solar Fotovoltaica es aquella en la que se produce electricidad a través de la transformación directa de la radiación solar. Esta transformación se produce en los denominados paneles fotovoltaicos que emplean una tecnología basada en el efecto fotoeléctrico por el cual determinados materiales son capaces de absorber fotones y liberar electrones generando de esta manera una corriente eléctrica.

Este tipo de tecnología tiene su origen en las aplicaciones aeroespaciales siendo empleada para proporcionar de energía eléctrica a los satélites. En el marco más actual la necesidad de obtención de energía eléctrica mediante fuentes alternativas a los combustibles fósiles ha propiciado la evolución en el desarrollo de los paneles solares fotovoltaicos hasta convertirse en la actualidad en una alternativa real frente a las fuentes de energías clásicas.

La energía solar fotovoltaica es inagotable y no emite gases de efecto invernadero ni contaminación del agua de manera directa en su proceso de obtención de energía eléctrica, por lo que actualmente contribuye a un desarrollo más sostenible y ecológico permitiendo a esta tecnología situarse en las primeras opciones cuando se trata de energías renovables junto a la eólica por ser las más baratas en relación a su coste por energía producida y por lo tanto más competitivas dentro del mercado eléctrico.

OBJETIVOS

El presente Trabajo Fin de Grado persigue la elaboración completa de un proyecto técnico empleando los conocimientos adquiridos durante la carrera, el desarrollo del mismo también supone un reto personal debido a los inconvenientes que se pueden plantear durante la fase de diseño. Es en este punto donde surgen nuevos retos buscando y analizando distintas soluciones técnicas que proporcionen alternativas realistas que se puedan ejecutar. La elaboración del proyecto requiere una ampliación de conocimientos en el ámbito eléctrico tanto desde el punto de vista tecnológico como normativo además del estudio de nuevos conocimientos referidos a proyectos urbanísticos como es la normativa que se debe respetar y la documentación que se ha de presentar en los organismos correspondientes.

En el desarrollo del proyecto se ha empleado software que se emplea actualmente a nivel profesional dentro del sector eléctrico y en la elaboración de proyectos técnicos como puede ser: Autocad, Presto y el simulador PVsyst habiendo sido necesario el estudio y el dominio de dichos softwares además del no menos importante paquete Office el cual ha sido fundamental tanto en las tablas de cálculos necesarias como en la redacción del TFG.

El Trabajo Fin de Grado está formado por los siguientes documentos: Memoria, Planos, Pliego de Condiciones Técnicas, Mediciones y Presupuesto.

Todos estos documentos son necesarios e imprescindibles en la correcta elaboración de un proyecto técnico a nivel profesional.



ÍNDICE DEL PROYECTO

Documento nº1 - Memoria

- 1.1- Anejo I - Caracterización de la zona a instalar el parque solar
- 1.2- Anejo II - Cálculo de la distancia, orientación e inclinación de los paneles solares
- 1.3- Anejo III - Cálculos eléctricos justificativos
- 1.4- Anejo IV - Fichas técnicas elementos instalación
- 1.5- Anejo V - Producción y análisis económico
- 1.6- Anejo VI - Normativa y reglamentación
- 1.7- Anejo VII - Tramitación necesaria
- 1.8- Anejo VIII – Estudio básico de seguridad y salud

Documento nº2 - Planos

- 2.1- Plano de situación
- 2.2- Plano general con vista del terreno
- 2.3- Plano general
- 2.4- Plano distribución elementos principales
- 2.5- Plano de corriente continua
- 2.6- Plano de corriente alterna
- 2.7- Plano general de puesta a tierra
- 2.8- Plano detalle estructura
- 2.9- Plano de zanjas
- 2.10- Esquema unifilar CdT 5000MVA
- 2.11- Esquema unifilar Centro de unión y seccionamiento a entronque
- 2.12- Esquema unifilar servicios auxiliares

Documento nº3 - Pliego de condiciones técnicas

Documento nº4 - Mediciones

Documento nº5 - Presupuesto



Universidad de Valladolid



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

ESCUDO EII

**PROYECTO: DISEÑO DE UNA
INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA
DE 19.36MW_p EN TORDESILLAS
(VALLADOLID) CON PUNTO DE
CONEXIÓN A LA RED DE MEDIA
TENSIÓN - 45kV**

AUTOR: ALFONSO HIGUERA DEL SOTO

TUTOR: IGNACIO ALONSO FERNÁNDEZ-COPPEL

Dpto. INGENIERÍA DE LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

Valladolid, Julio de 2021



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA



ÍNDICE MEMORIA

1-	OBJETO DEL PROYECTO.....	1
1.1-	Naturaleza del proyecto.....	1
1.2-	Agentes.....	1
1.3-	Emplazamiento.....	1
2-	ANTECEDENTES	3
2.1-	Motivaciones.....	4
2.2-	Alcance del proyecto.....	4
3-	REQUISITOS DEL DISEÑO.....	4
3.1-	Condiciones técnicas de la compañía distribuidora.....	5
3.2-	Condiciones de diseño	5
4-	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	6
4.1-	Esquema general de una instalación solar fotovoltaica.....	6
4.2-	Generador fotovoltaico. Panel fotovoltaico.....	7
4.3-	Estructura Soporte	9
4.4-	Cajas de conexiones	11
4.5-	Inversores.....	12
4.6-	Transformador de Media Tensión.....	13
4.7-	Cableado.....	14
4.8-	Conexión a red	14
4.9-	Dispositivos de medida	15
4.10-	Puesta a tierra	15
5-	DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA.....	15
5.1-	Panel Solar o Módulo Fotovoltaico	16
5.2-	Estructura soporte.....	17
5.3-	Cajas de conexiones o combiner box.....	19
5.4-	Inversor Fotovoltaico	20
5.5-	Transformador	21
5.6-	Centros de transformación	22
5.7-	Centro de unión y seccionamiento	23
5.8-	Cableado.....	24
5.8.1-	Cableado de Corriente Continua.....	25
5.8.2-	Cableado de Corriente Alterna.....	26
5.9-	Protecciones.....	27
5.9.1-	Protecciones de corriente continua	28



5.9.2-	Protecciones de corriente alterna.....	30
5.10-	Puesta a tierra	32
5.10.1-	Sistema de puesta a tierra generador fotovoltaico CC	32
5.10.2-	Sistema de puesta a tierra en CA	32
5.11-	Punto de conexión.....	33
5.11-	Zonas de acceso y tránsito	34
5.12-	Cierre perimetral.....	35
5.13-	Vigilancia y seguridad.....	35
6-	MANTENIMIENTO	37
7-	IMPACTO AMBIENTAL.....	40
7.1-	Impacto ambiental durante la construcción	40
7.1-	Impacto ambiental en el periodo de explotación	40
7.2-	Impacto en la flora y fauna	40
7.3-	Vertidos tóxicos o peligrosos	40
7.4-	Impacto ambiental causado por la fabricación de los componentes	40
7.5-	Medidas correctoras, preventivas y compensatorias	41
8-	DIAGRAMA DE GANTT.....	42
8.1-	Programación en el tiempo.....	42
8.2-	Diagrama de Gantt.....	43
9-	DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA.....	44



1- OBJETO DEL PROYECTO

1.1- Naturaleza del proyecto

El objetivo del presente proyecto es el dimensionado de una planta solar fotovoltaica con conexión a red. Para ello serán definidas las condiciones de diseño, características técnicas, constructivas y económicas de la instalación con el fin de ser posteriormente aceptadas por las autoridades competentes y proceder a la ejecución del mismo.

En primer lugar, se realiza un estudio meteorológico incluyendo un estudio detallado de la radiación solar en la zona donde se pretende situar la instalación, este estudio previo junto con la limitación de superficie disponible para el parque fotovoltaico son los factores que determinen la potencia máxima que se pueda instalar determinando el dimensionado del proyecto.

Definida la potencia máxima posible se procede a estudiar la potencia óptima a instalar, en este punto se seleccionarán dentro del amplio catálogo existente tanto los paneles fotovoltaicos, como los inversores que mejor satisfagan las necesidades de la instalación en función de sus características y prestaciones, así como su coste de adquisición y mantenimiento. También en esta fase del diseño se realizará un estudio de los distintos componentes que serán incorporados en la superficie de la parcela con el fin de determinar orientación, inclinación y disposición sobre el terreno.

A continuación, se realizará el esquema eléctrico que resulta de aplicar las limitaciones que poseen las características constructivas de los elementos de la instalación, así como la normativa legal pertinente, quedando en este punto definidas tanto la instalación de baja tensión que incluye la parte de corriente continua (DC) como la de corriente alterna (CA) así como la determinación de las protecciones necesarias de personas, equipos y el correspondiente centro de transformación.

Por último, se realizará el estudio económico mostrando los costes que supondría la ejecución de la obra.

1.2- Agentes

El proyecto está desarrollado por el proyectista D. Alfonso Higuera del Soto (71117685Y) estudiante de Grado en Ingeniería Eléctrica de la Universidad de Valladolid bajo la tutela de D. Ignacio Alonso Fernández-Coppel.

Se redacta el proyecto por encargo de la Universidad de Valladolid y cuya finalidad es la obtención de la titulación de Graduado en Ingeniería Eléctrica.

1.3- Emplazamiento

La instalación fotovoltaica se encuentra situada a 2,27 km al norte del núcleo urbano de la localidad de Tordesillas, perteneciente a la provincia de Valladolid en la comunidad autónoma de Castilla y León.

La localización de la instalación fotovoltaica se realizará en una única parcela del conjunto de parcelas que allí son conocidas como "El Soto".



Universidad de Valladolid



Datos descriptivos del inmueble.

Referencia catastral: 47166A011000170000PH

Localización: *Polígono 11 Parcela 17*

ENCINA . 47100 TORDESILLAS (VALLADOLID)

Superficie: 402.267 m²

Clase: *Rústico*

Uso principal: *Agrario*

La ubicación de la instalación solar se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas.

Coordenadas ETRS89

- Latitud: 41°31'15.3"N
- Longitud: 5°00'25.8"W

Coordenadas UTM, ETRS89

- X: 332526,01
- Y: 4598531,36
- Huso: 30
- Altitud: 700 m

El acceso a la parcela tendrá lugar por la carretera autonómica VA-515 y accediendo a la parcela a través del camino privado del que dispone.

El punto de vertido se realiza en una línea de distribución perteneciente a la compañía Iberdrola cuya tensión nominal es de 45kV. Las coordenadas al apoyo donde se realiza la conexión son las siguientes:

Coordenadas ETRS89

- Latitud: 41°31'23.04"N
- Longitud: 5°00'44.99"W

Coordenadas UTM, ETRS89

- X: 332086,77
- Y: 4598780,42
- Huso: 30
- Altitud: 700 m

La ubicación de la instalación proyectada se muestra en el plano nº1 – Plano de situación



2- ANTECEDENTES

Las fuentes de obtención de energías convencionales aquellas derivadas de la combustión de los distintos combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón), están suponiendo un fenómeno llamado cambio climático que está transformando el planeta tal y como lo conocemos actualmente. Se está aumentando la temperatura media del planeta a un ritmo insostenible pudiendo intensificar diversos fenómenos meteorológicos, pérdida de biodiversidad e incluso reducir la capacidad de producción de alimentos debido a estos cambios.

El cambio climático es un problema global y como tal necesita un compromiso global. Este ya inevitable y urgente problema ha desencadenado en las conocidas cumbres del clima, las cuales se reúne anualmente a las potencias mundiales con el único objetivo de adquirir compromisos que reduzcan las emisiones de los llamados gases de efecto invernadero, derivados de la combustión de los combustibles fósiles.

Con la finalidad de alcanzar dichos compromisos, la Unión Europea ha reducido las cantidades de gases de efecto invernadero que se pueden emitir en las centrales, esto en muchas ocasiones ha supuesto que las antiguas centrales de carbón tengan que realizar una inversión tan elevada para adecuarse a la nueva normativa que simplemente no sean rentables y se haya anunciado su cese en la producción. Como contrapunto el abaratamiento de los componentes en las energías renovables está suponiendo un punto de inflexión en el modelo de obtención de energía eléctrica pudiendo dejar en un segundo plano a las fuentes de energía convencionales como centrales de apoyo en ciertos momentos puntuales en los que la demanda sea pico y no se pueda satisfacer en el tiempo requerido solamente con fuentes de energía renovables.

En cambio, como en cualquier otra actividad realizada por el ser humano la obtención de energía eléctrica a partir de las plantas fotovoltaicas no es una actividad inocua para el medio ambiente.

En primer lugar, la extracción y procesamiento de las llamadas tierras raras, formadas por un conjunto de 17 elementos químicos metálicos que se emplean en aparatos electrónicos fundamentales en nuestra vida como pueden ser los teléfonos móviles, televisores, láseres, microscopios electrónicos, coches eléctricos, aerogeneradores, iluminación LED y los paneles solares generan daños medioambientales elevados.

En segundo lugar, el proceso de construcción de los propios paneles también implica un impacto medioambiental la cantidad de energía que se emplea en el proceso y conformado, la extrema pureza que se requiere en la purificación del silicio alcanzando un grado del 99.9999% seguido de las siguientes etapas como puede ser la adición del material dopante, la formación de la unión P-N, la adición de capas anti reflectantes y el conexionado de las células. Todo este proceso industrial de purificación y montaje requiere de un uso de energía eléctrica que también es perjudicial para el medio ambiente.

En tercer lugar, el impacto visual que suponen las plantas fotovoltaicas debido al uso intensivo del terreno sobre el que se instalan. Las plantas fotovoltaicas generalmente se instalan en terrenos cuyo relieve sea mínimo y con ausencia de sombras provenientes de la orografía de la zona, estas características coinciden en muchas ocasiones con terrenos originalmente agrícolas.

Desde el punto de vista del reciclaje, actualmente en España es obligatorio desde la llegada del Real Decreto 110/2015 reciclar los materiales fotovoltaicos incluyendo la recogida y procesamiento adecuado de los materiales al final de su ciclo de vida. Se reciclan casi

completamente ya que según datos de la plataforma española Recycla una de las mayores en nuestro país estima el porcentaje de reciclaje en un 85-90% en el cual se incluye principalmente: vidrio, aluminio, silicio, cobre, plata y distintos polímeros.

Por todos estos motivos los fabricantes están optimizando la vida útil de los paneles solares en las últimas décadas llegando a prolongar su vida útil hasta los 25-30 años, además de buscar formas de obtener el silicio en el grado de pureza deseado a través de medios que requieren menor energía y por lo tanto sean más respetuosos con el medio ambiente.

A pesar de todos estos inconvenientes citados anteriormente, las ventajas medioambientales que proporcionan este tipo de energías hace que no hayan cesado y que se esté produciendo una transición energética hacia las fuentes de energías renovables incentivando económicamente la obtención de energía eléctrica a través de la energía solar fotovoltaica, energía eólica, energía hidroeléctrica, energía geotérmica, energía marina, plantas de biomasa e incluso mediante el combustible nuclear ya que no genera gases de efecto invernadero.

2.1- Motivaciones

El cambio en el panorama eléctrico está suponiendo una oportunidad única de introducirse en el mercado de las energías renovables. Las subvenciones a la energía solar fotovoltaica proveniente de los gobiernos autonómicos a través de los fondos FEDER (Fondo Europeo de Desarrollo Regional) unidos al régimen de “instalaciones de producción con retribución específica” suponen una oportunidad única para introducirse en la venta de energía limpia a la red eléctrica si se dispone de una parcela sin generar rendimiento económico.

2.2- Alcance del proyecto

El alcance de este proyecto se limita al diseño de la instalación solar fotovoltaica en cuestión quedando incluidos los siguientes puntos.

- Descripción del emplazamiento
- Descripción de los elementos de la instalación
- Descripción del punto de conexión

No se realizará un estudio en profundidad del soporte de los módulos y se supondrán de acorde a las normativas pertinentes.

3- REQUISITOS DEL DISEÑO

El diseño de la Instalación Solar Fotovoltaica se encuentra sujeta a las siguientes condiciones, para las cuales se ha buscado las mejores soluciones técnicas disponibles a lo largo de la elaboración y diseño del proyecto.

- Normativa vigente en el momento del diseño
- Requisitos técnicos de conexión requeridas por parte de la compañía distribuidora
- Superficie disponible
- Climatología de la zona

3.1- Condiciones técnicas de la compañía distribuidora

Se establece como punto de conexión una línea de distribución perteneciente a la compañía de Iberdrola de 45 kV, por lo que se deben cumplir las condiciones técnicas de instalaciones de producción eléctrica conectadas a su red de media tensión.

En el caso de nuestra central se han de cumplir los requisitos dispuestos para las instalaciones con punto de conexión a más de 1kV

- Tensión y frecuencia de la red
- Factor de potencia próximo a la unidad
- Medidas de protección en el punto de interconexión
- Sistema de telecontrol
- Equipos de telemedida en tiempo real

3.2- Condiciones de diseño

El diseño de la instalación está totalmente sujeto a la superficie disponible y a la meteorología de la zona.

La instalación no podrá superar los límites de la parcela seleccionada Polígono 11, parcela 17. ENCINA – Tordesillas (Valladolid). CP. 47100

Sobre la linde de la parcela que discurre paralela a la carretera autonómica VA-515 existe una tubería de gas natural, la cual deberá permanecer a la distancia mínima que indica el reglamento en toda la instalación.

También existe una línea de media tensión aérea que atraviesa la zona norte de la parcela perteneciente a Iberdrola que imposibilita la instalación de placas fotovoltaicas a menos de diez metros la misma.

En la parte central de la parcela existe un antiguo pozo que se cubrirá y compactará totalmente con el propio suelo de la parcela durante la fase de acondicionamiento del terreno con la finalidad de evitar posibles problemas derivados del mismo.

Desde punto de vista meteorológico se realizará un estudio detallado en el Anejo I en el que se profundizará en los siguientes factores.

- Radiación Solar
- Horas de sol pico (HSP)
- Temperatura
- Precipitaciones
- Viento

Desde el punto de vista de la disposición y orientación de los módulos solares se realizará un estudio detallado disponible en el Anejo II en el que se explican conceptos tan importantes como:

- Orientación e Inclinación
- Pérdidas de radiación solar por sombras
- Distancia mínima entre filas de módulos solares

Desde el punto de vista técnico la instalación estará condicionada a las especificaciones técnicas de los componentes que está constituida. Por ello y respetando la normativa vigente todos estos cálculos se detallarán en el Anejo III – Cálculos Eléctricos Justificativos.

4- ANALISIS DE SOLUCIONES

4.1- Esquema general de una instalación solar fotovoltaica.

Se incluye en la memoria un esquema general con los componentes básicos que forman la instalación solar fotovoltaica incluyendo los elementos principales y la función que desempeñan en la instalación.

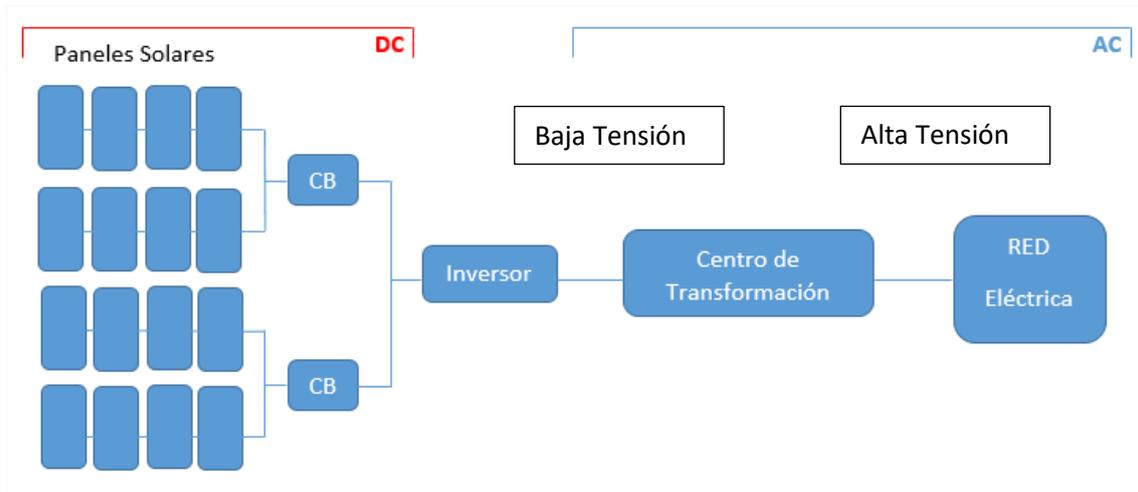


Ilustración 1. Esquema general componentes básicos de la instalación solar fotovoltaica.

En primer lugar, se observan los Paneles Solares los cuales generan energía eléctrica en forma de corriente continua a partir de la radiación solar captada por los mismos. Los paneles solares se agrupan en serie hasta alcanzar el voltaje de la instalación deseado lo que se denomina Cadenas o Strings. Estas cadenas se concentran en las llamadas Cajas de conexión o Combiner Box que se distribuyen a lo largo del parque teniendo lugar la agrupación de las cadenas para formar una salida de mayor sección que se une con el Inversor Solar.

El Inversor Solar es el elemento encargado de transformar la corriente continua producida en los paneles solares en corriente alterna reproduciendo fielmente los parámetros de la red eléctrica a la que se conecta.

Finalmente, el inversor se conecta a un Transformador que es encargado de elevar la tensión hasta la de la red donde se pretende inyectar la energía y transferirla mediante los conductores apropiados a una red de media tensión.

Las protecciones de los componentes eléctricos se encuentran instaladas en primer lugar en las cajas de conexiones, las cuales disponen de fusibles en caso de cortocircuitos y sobrecalentamiento de los conductores. El propio inversor también está dotado de protecciones incorporando fusibles, seccionadores y descargadores de sobretensión tanto de corriente continua como de corriente alterna.

Desde el punto de vista de protección del personal, en la parte de la instalación correspondiente a la parte de corriente continua se empleará un sistema de puesta a tierra IT también denominado de generador flotante.

Las protecciones instaladas en la parte de corriente alterna se encuentra en primer lugar en los inversores alojados en los centros de transformación que incorporan un cuadro de baja tensión que posee un interruptor diferencial, elemento encargado de la protección del personal además de magnetotérmicos en el lado de baja tensión. Los centros de transformación también incorporan las llamadas celdas de media tensión en las cuales se incluye una celda de protección del transformador y una celda de protección de línea. Todo ello fundamental tanto para la protección como en las labores de mantenimiento.

4.2- Generador fotovoltaico. Panel fotovoltaico

El panel o módulo fotovoltaico es el elemento principal de una instalación solar fotovoltaica, está formado por un conjunto de células fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la radiación solar. Este suceso se denomina efecto fotoeléctrico y por el cual existen determinados materiales capaces de absorber fotones (partículas lumínicas) y con ello liberan electrones generando así una corriente eléctrica.



Ilustración 2. Panel Fotovoltaico.

Fuente: LG

Como se ha citado anteriormente el panel fotovoltaico está formado por un conjunto de células fotovoltaicas que se conectan eléctricamente entre sí como circuito en serie hasta alcanzar el valor deseado en su salida.



Ilustración 3. Célula fotovoltaica.

<https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c1/Klassieren.jpg>

Actualmente se pueden agrupar tres grandes bloques en la tipología de paneles fotovoltaicos en función de la composición de sus celdas:

- Paneles de silicio cristalino
- Paneles de capa fina
- Nuevas tecnologías

Dentro de la categoría de los paneles de silicio cristalino, distinguimos entre dos grandes tipos:

Paneles de *silicio monocristalino*

- Cristal de silicio de elevada pureza
- Presenta estructura completamente ordenada
- Lentitud en el proceso de calentamiento
- Rendimiento del 14-17% por módulo
- Su fabricación implica un alto coste energético
- Coste de fabricación elevado
- Color azul/gris homogéneo

Paneles de *silicio policristalino o multicristalino*

- Posibilidad de fabricación con forma cuadrada
- Formado por una estructura ordenada por regiones claramente diferenciadas
- Rapidez en el proceso de calentamiento
- Menor rendimiento 12-14%
- Fabricación más rápida y económica
- Colores de tonalidades azules y grises

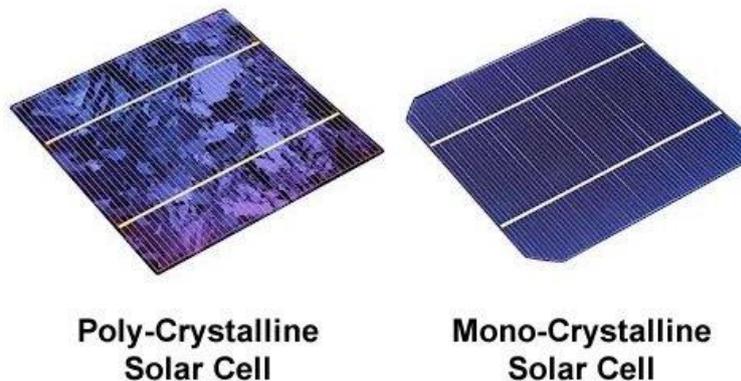


Ilustración 4. Panel Policristalino vs Monocristalino.

<https://es.solarlightsmanufacturer.com/monocrystalline-and-polycrystalline/>

En la ilustración 4 se puede apreciar visualmente las distintas regiones que se forman en la célula policristalina en contraposición al aspecto uniforme que se aprecia en la célula monocristalina.

4.3- Estructura Soporte

La captación de energía por los paneles fotovoltaicos está fuertemente relacionada con la trayectoria en la que inciden los rayos solares en la misma. Para obtener un rendimiento óptimo es necesario que los fotones incidan lo más perpendicularmente posible a la superficie del panel.

Es en este punto en el que se empieza a trabajar en diferentes formas de seguimiento solar y para ello obviamente la evolución en las estructuras que soportan dichos paneles, ya que serán los elementos encargados de modificar su orientación.

Existen principalmente tres tipos de estructuras sobre las que montar los paneles solares en función del sistema de seguimiento empleado.

- *Estructura Fija:* Se trata de una estructura con una orientación del azimut lo más próximo como sea posible a 0° en las instalaciones del hemisferio Norte y lo más próximo como sea posible a 180° en las instalaciones del hemisferio Sur. Esta estructura tendrá una inclinación fija de tal forma que la radiación captada por el panel sea la mayor posible a lo largo de todo el año. Se trata de la configuración que presenta los menores costes de inversión y mantenimiento existente.



Ilustración 5. Estructura solar fija.

https://industriasduero.com/catalogo/409-thickbox_default/estructura-solar-fija-biposte.jpg

- *Estructura con seguimiento en 1 eje:* Se trata de una estructura con una orientación del azimut lo más próximo como sea posible a 0° en las instalaciones del hemisferio Norte y lo más próximo como sea posible a 180° en las instalaciones del hemisferio Sur. Este método de seguimiento permite rotar los paneles sobre un eje, siendo capaces de seguir la trayectoria solar desde el amanecer hasta el anochecer. De esta forma se incrementa el rendimiento de la instalación en torno a un 30% anualmente a costa de una mayor inversión inicial como de unos mayores costes de mantenimiento.



Ilustración 6. Estructura solar seguimiento en 1 eje.

<https://qksol.com/wp-content/uploads/2018/05/placa-seguidor.jpg>

- *Estructura con seguimiento en 2 ejes:* Este tipo de estructuras requieren de un seguimiento completamente automatizado del sol, ya que son capaces de orientarse tanto cenital como acimutalmente en tiempo real, de tal forma que la captación es máxima a lo largo de todo el año, llegando a incrementar su rendimiento anual en un 45%. Es evidente que tanto las estructuras sobre las que van montadas las placas, como los sistemas de seguimiento empleados y los dos motores encargados de mover cada estructura requieren una mayor inversión inicial y unos mayores costes de mantenimiento. A continuación, se incluye una figura que ayuda a comprender este sistema de seguimiento indicando sus dos ejes de rotación.

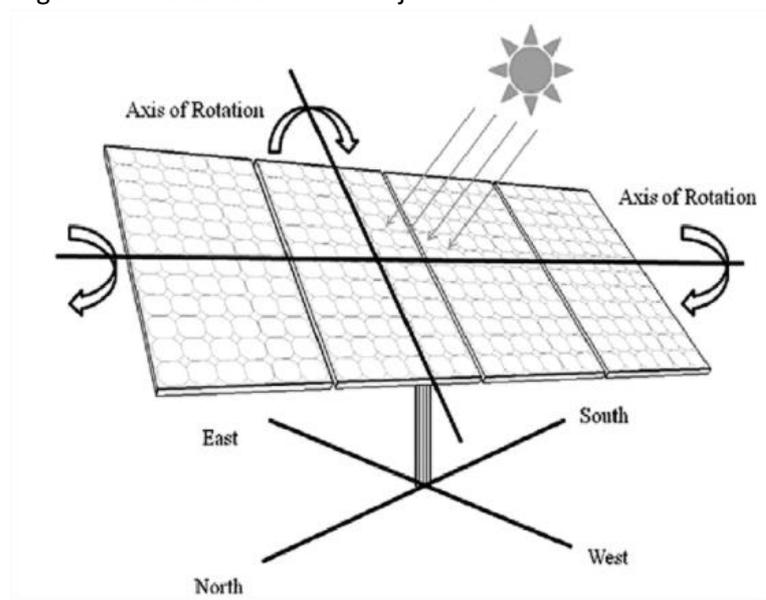


Ilustración 7. Figura de seguidor en 2 ejes.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Design%2C-implementation-and-performance-analysis-of-Munna-Bhuyan/d143c1d713073ec0ada345f7b28ebdc7428b7c71>



Ilustración 8. Estructura solar seguimiento en 2 ejes.

<https://www.solarcentex.com/dual-axis-trackers/>

4.4- Cajas de conexiones

Es el elemento encargado de agrupar los ramales de los paneles fotovoltaicos asociados, de esta forma se consigue reducir la cantidad de conductores que se conectan en los inversores. Las cajas de conexiones a su vez facilitan las labores de control y mantenimiento del parque fotovoltaico además de incorporar elementos de protección como fusibles, protección de sobretensiones y seccionadores de corriente continua.



Ilustración 9. Interior de caja de conexiones

La elección de la caja de conexiones está determinada por diversos factores como pueden ser:

- Tensión nominal de la instalación
- Intensidad máxima de entrada
- Intensidad máxima de salida
- Calibre máximo de los fusibles

- Poder de corte máximo
- Número de entradas
- Número de salidas

4.5- Inversores

El inversor es el elemento de la instalación cuya función principal es la de transformar la corriente continua generada en las placas fotovoltaicas en corriente alterna que se ajusten a las condiciones técnicas de suministro eléctrico adecuados.

Generalmente los inversores ya disponen de las siguientes protecciones:

- Interruptor automático
- Funcionamiento “anti-isla”
- Limitador de tensión máxima y mínima
- Limitador de frecuencia máxima y mínima
- Protección contra contactos directos
- Protecciones de sobrecarga y cortocircuito
- Bajos niveles de ruidos y armónicos

Se seleccionan según las necesidades dependiendo de las siguientes características técnicas.

- Potencia Nominal: Se corresponde con la máxima potencia que el inversor puede convertir de corriente continua a corriente alterna.
- Tensión de entrada máxima: Se corresponde con la máxima tensión en corriente continua proveniente del campo fotovoltaico.
- Corriente de entrada máxima: Se corresponde con la máxima corriente proveniente del campo fotovoltaico que admite el inversor.
- Rendimiento: Representa la eficiencia del inversor, indica la cantidad de potencia que es capaz de convertir en su salida en relación con la potencia que posee en su entrada.
- Forma de onda:
 - o Senoidal Pura (Conexión a red)
 - o Senoidal Modificada (Sin conexión a red)

Distinguimos principalmente entre dos tipos de inversores según las necesidades requeridas

- Inversor sin conexión a red (Se emplea en instalaciones aisladas)
- Inversor de conexión a red

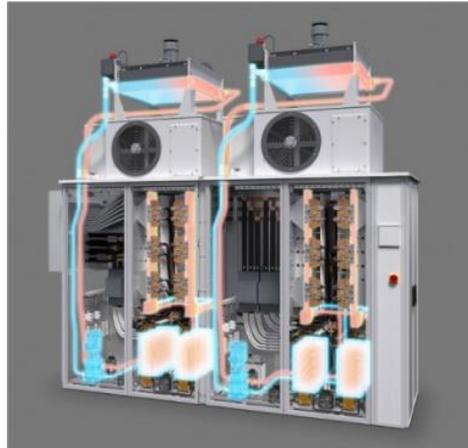


Ilustración 10. Inversor fotovoltaico de conexión a red.

Fuente: Siemens

4.6- Transformador de Media Tensión

El transformador eléctrico es una máquina estática de corriente alterna cuya función es la de incrementar o reducir tanto la corriente como el voltaje manteniendo la frecuencia y la potencia si se supone un transformador ideal.

Como se observa en la ilustración el transformador trifásico en su interior está formado por un conjunto de 3 devanados que forman el primario del transformador y otros 3 devanados que forman el secundario del transformador, dando lugar a la entrada y la salida del mismo respectivamente. Todas las bobinas se encuentran montadas sobre un núcleo magnético formando 3 columnas diferentes.



Ilustración 11. Interior transformador trifásico.

<https://www.areatecnologia.com/electricidad/imagenes/interior-transformador.jpg>

Por último, hay que destacar que el transformador también proporciona aislamiento galvánico, es decir, no existe conexión eléctrica física entre los dos circuitos, el de baja tensión y el de media tensión.



4.7- Cableado

Los conductores seleccionados en las instalaciones fotovoltaicas se fundamentan en los siguientes criterios:

- Tipo de corriente: Corriente continua o corriente alterna
- Tensión nominal del conductor
- Sección de los conductores. Criterio de caída de tensión
- Criterio de intensidades máximas admisibles
- Agrupación de conductores
- Temperatura del conductor
- Condiciones ambientales

Estos criterios pretenden que el dimensionamiento de la instalación sea óptimo y evitar pérdidas de rendimiento por el efecto del sobrecalentamiento de los cables que incluso puedan derivar en una deficiencia de la instalación en cuanto a la seguridad y legalidad del Reglamento de Baja Tensión y el Reglamento de Alta Tensión.

El montaje del cableado será agrupado y etiquetado tanto en origen como en destino y su recorrido será realizado sin torsiones ni esfuerzos a tracción en las conexiones de toda la instalación. Además, se conectarán manteniendo en todo momento su continuidad y sin la existencia de ningún tipo de empalme entre las cajas de conexión. Esto evitará en la medida de lo posible la posibilidad de la existencia de malos contactos que produzcan calentamientos indeseados que puedan desencadenar en una falla más grave en la estación.

Los conductores de la instalación deberán ser fácilmente identificables, especialmente el conductor del neutro y el conductor de protección. Dicha identificación se realizará por los colores según normativa que presentan sus aislamientos.

4.8- Conexión a red

La conexión a red deberá ser equilibrada en las tres fases con la finalidad de no producir grandes desequilibrios en la línea cuando la potencia nominal de la instalación sea superior a 5 kW.

Los inversores son los elementos encargados de monitorizar en tiempo real los parámetros de la red y en caso de que los datos medidos sean favorables proceder a la conexión, sin embargo, ya que la tensión de salida que se proporciona en el inversor es de 690V cada inversor irá conectado a un transformador que se encargará de elevar la tensión de salida hasta los 45kV necesarios para conectarse a la red de vertido.

Si por el contrario se produjesen desequilibrios en nuestra instalación o en la propia red eléctrica éstos serían los encargados de la desconexión del sistema, para ello estarán dotados de sistemas de funcionamiento en modo isla que garanticen su operatividad en todo momento.

Como norma general se intentará la reconexión cuando hayan transcurrido al menos tres minutos desde la última anomalía detectada.

4.9- Dispositivos de medida

Con el fin de conocer con exactitud el balance energético de la instalación, se instalará un contador de energía electrónico unidireccional en el punto de frontera entre la actividad de generación fotovoltaica y el punto de conexión perteneciente a Iberdrola, de este modo se medirá la producción eléctrica de la planta fotovoltaica.

El equipo de medida a instalar tal y como se indica en el “Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico” deberá permitir la discriminación horaria de las medidas, así como su telegestión. A falta de una correspondiente reglamentación metrológica específica se buscará un contador de clase 0.2S para la medida de la energía activa y de clase 1 o 2 para la medida de la energía reactiva.

4.10- Puesta a tierra

Se trata de una parte fundamental en toda instalación eléctrica que consiste en la unión eléctrica directa sin fusibles ni protección alguna de partes de la instalación ofreciendo un camino de menor resistencia a las posibles corrientes que se pudieran producir de manera no deseada mediante un conductor de cobre directamente enterrado o en ocasiones también con un electrodo clavado a cierta profundidad en el terreno también denominado “pica”. Se distingue entre dos tipos de puesta a tierra.

Puesta a Tierra de Protección, cuya finalidad es la protección de las personas contra los contactos con tensiones peligrosas mediante la conexión directa a tierra de las partes conductoras de los elementos de una instalación que en condiciones normales no deberían estar sometidos a tensión eléctrica.

Para ello se pondrá a tierra todas las partes metálicas de una instalación que no estén en tensión normalmente pero que pudieran llegar a estarlo en caso de avería, accidentes o descargas atmosféricas que pudieran causar sobretensiones creando de esta manera un camino de menor resistencia eléctrica que la humana para su evacuación.

Puesta a Tierra de Servicio, tiene por objeto la unión a tierra temporal o permanentemente parte de las instalaciones que están normalmente bajo tensión con la finalidad de proteger los equipos eléctricos y electrónicos de la instalación y conservar sus aislamientos en caso de estar sometidos a tensiones superiores a las nominales.

5- DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN PROYECTADA

La instalación proyectada tiene la capacidad de generar 19.36MWp transformando la radiación proveniente del sol en energía eléctrica. La instalación solar estará formada por 48384 paneles fotovoltaicos de 400Wp los cuales se conectarán entre si formando ramas de 27 paneles en serie. Los módulos fotovoltaicos se encuentran montados y sujetos al terreno sobre una estructura fija del tipo biposte con una inclinación de 35° con la persiguiendo la mayor producción energética anual.

Los ramales o strings están unidos en las cajas de conexiones en grupos de 32 para formar una salida que se conecte a la entrada del inversor fotovoltaico. Por lo tanto, se conecta en la entrada de cada inversor un total de 12096 paneles que corresponden a la salida de 14 cajas de conexión.

La instalación está formada por 4 subsistemas formados por el conjunto inversor – transformador los cuales se encuentran alojados en su centro de transformación compacto correspondiente dentro de los cuales se incorporan las protecciones necesarias que están descritas en el reglamento de alta tensión.

La salida de los 4 subsistemas se une en el centro de unión y seccionamiento donde se incorporará el contador y se genera una salida hacia el punto de entronque que se corresponde con una línea perteneciente a la compañía de Iberdrola cuya tensión nominal es de 45kV.

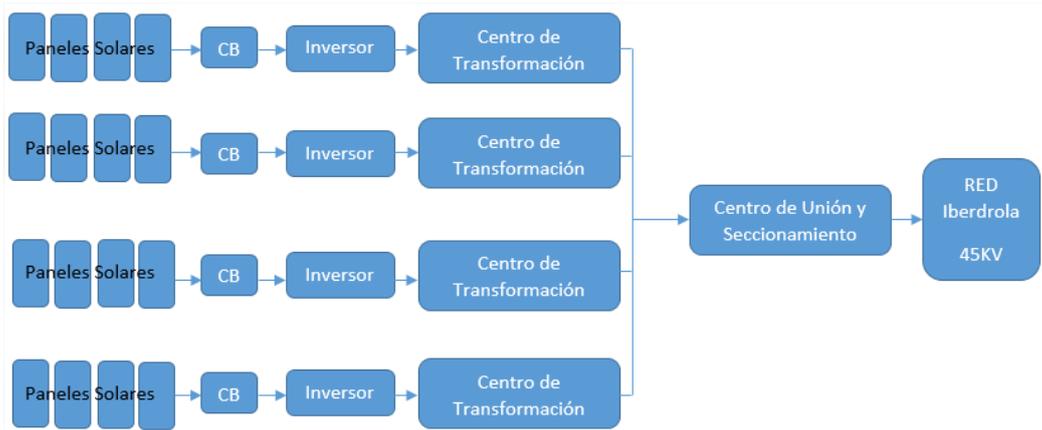


Ilustración 12. Esquema general instalación proyectada.

Se incorpora una tabla resumen con los datos principales de la instalación proyectada, así como del número de componentes empleados.

RESUMEN INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	
Potencia Pico Fotovoltaica	19,36MWp
Producción de Energía Esperada	29643MWh/año
Número Módulos Fotovoltaicos	48384
Número de Inversores	4
Número de Transformadores	4
Número total de strings o ramales serie	1792
Número total de cajas de conexiones	56

Tabla 1. Tabla resumen instalación

5.1- Panel Solar o Módulo Fotovoltaico

Se descarta el uso en la instalación de los paneles de capa fina y los paneles de nuevas tecnologías principalmente por ser aún tecnologías en desarrollo y suponer una mayor inversión inicial por su precio más elevado.

El panel fotovoltaico seleccionado ha sido el LG400N2W-A5. Se trata de un panel de silicio monocristalino de 400W_p con una eficiencia del 19.3% en condiciones estándar, se trata de un panel bifacial que es capaz de captar tanto la radiación directa como la radiación reflejada para así aumentar la eficiencia de la célula y generar mayor cantidad de energía eléctrica.

Certificaciones del módulo:

- IEC 61215, IEC 61730-1/-2
- UL 1703
- IEC 61701 (Test de corrosión de salinidad)
- IEC 62716 (Test de corrosión de amoníaco)
- ISO 9001

Tabla con características técnicas del panel:

LG400N2W-A5	
Tecnología de Celda	Monocristalino
Dimensiones	2024x1024x40 mm
Protección	IP68
Potencia Máxima	400 Wp
Tensión (Vmpp)	40,6 V
Corriente (Impp)	9,86 A
Tensión máxima (Voc)	49,3 V
Corriente máxima (Isc)	10,47 A
Eficiencia del módulo	19,3
Temperatura de Operación	-40 a +90
Tensión Máxima de Operación	1500 V

Tabla 2. Características del módulo fotovoltaico

5.2- Estructura soporte

El tipo de estructura seleccionada sobre la que se instalarán los paneles es sin seguimiento, se ha optado por una estructura fija denominada biposte contratando los servicios proporcionados por la empresa dedicada al diseño, fabricación y suministro de estructuras y seguidores solares para proyectos de instalaciones solares fotovoltaicas de gran tamaño STInorland.



Ilustración 13. Detalle de estructura.

Fuente: STInorland

Los postes que fijan la estructura al suelo se hincarán en el terreno a una profundidad suficiente que garantice la seguridad estructural, dicha profundidad se sitúa en torno a los 1.5m pudiendo variar dependiendo de la composición del mismo, por este motivo la empresa contratada para su montaje deberá hacer un estudio previo del terreno.

El sistema de hincado de postes reduce considerablemente tanto los plazos como los costes que puedan generar cimentaciones por hormigón, además de eliminar el impacto ambiental que supondría enterrar en la parcela el hormigón necesario para la estructura de los paneles solares.

En el método de instalación de los postes se emplea una hincadora neumática capaz de realizar el trabajo con exactitud y reduciendo los tiempos de montaje.



Ilustración 14. Máquina hincadora.

<https://latinsteel.com/hincadora-de-poste-fotovoltaico/>



Ilustración 15. Máquina hincadora.

<https://latinsteel.com/hincadora-de-poste-fotovoltaico/>

Los materiales empleados en las estructuras serán del tipo acero magnelis empleado en los perfiles que consiste en un acero al carbono recubierto con una aleación de cinc-aluminio-magnesio el cual presenta las siguientes características técnicas:

- Resistencia a la corrosión superior al acero galvanizado
- Elevada resistencia en ambientes agresivos
- Menores costes que el acero galvanizado
- Menor coste de mantenimiento en comparación con aceros post-pintados

Todas las uniones serán atornilladas, evitando realizar soldaduras, cortes o taladros en obra, lo que se traduce en una reducción tanto en el tiempo de instalación como en posibles accidentes. En el caso de la tornillería el acero empleado será del tipo inox garantizando así una calidad máxima en los componentes que forman la fijación de los paneles.

Se garantizan altas tolerancias al error de posicionamiento en los tres ejes XYZ de cimentación pudiendo garantizar en todo momento la orientación e inclinación deseada.

Las características de la configuración se realizan según el proyecto, en el caso de la instalación proyectada serán las siguiente:

ESTRUCTURA STInorland	
Tipo de estructura	Estructura Fija Biposte
Largo	2,646 m
Ancho	6,074 m
Altura máxima	2,759
Distancia del panel al suelo	1 m
Inclinación	35º
Velocidad máx viento	140km/h
Mantenimiento	anual
Garantía	10 años
Cantidad	3584 unidades

Tabla 3. Características de la estructura solar

5.3- Cajas de conexiones o combiner box

Como se ha indicado anteriormente en el análisis de soluciones la caja de conexiones es un elemento fundamental en una instalación solar fotovoltaica desde el punto de vista de la protección y el mantenimiento del parque solar.

En función de las características de la instalación se ha seleccionado la caja de conexiones adquirida a la empresa INGECON SUN la cual presenta las siguientes certificaciones:

- Protección eléctrica de clase II
- IEC 60364-7-712
- IEC 61439-1
- IEC 61439-2
- AS/NZS 61439-2
- AS/NZS 5033

A continuación, se incluye una imagen obtenida del catálogo:



Ilustración 16. Caja de Conexiones o Combiner Box

Se añade una tabla resumen con las características principales:

Combiner Box INGECON-SUN	
Número de entradas	32
Número de salidas	2
Tensión Nominal	1500 Vdc
Máxima corriente por entrada	12 A
Máxima corriente de salida	384 A
Máximo poder de corte	400 A
Protección contra sobretensiones de CC	Tipo 2
Fusibles	10 A
Dimensiones	1250x750x320mm
Protección	IP65
Rango de temperaturas	-20 a +55 °C
Cantidad Instalada	56 uds

Tabla 4. Características de la caja de conexiones

5.4- Inversor Fotovoltaico

En el caso de las plantas solares fotovoltaicas como productoras de energía eléctrica es necesario que el inversor seleccionado genere una onda sinusoidal idéntica a la de la red eléctrica. El inversor también será el elemento encargado de monitorizar la red a la que está conectado desconectando la parte de generación fotovoltaica en caso de producirse algún desajuste.

El inversor seleccionado es del tipo centralizado, este tipo de inversores han ido adquiriendo mayor importancia con el paso de los años y la evolución de las centrales fotovoltaicas ya que son capaces de transformar de corriente continua a corriente alterna una cantidad mayor de energía, esto se traduce en una reducción del cableado necesario en la instalación además de las pérdidas asociadas al agrupamiento de los rendimientos de múltiples inversores.

El inversor seleccionado es un SIEMENS Sinacon PV 5000 con las siguientes características técnicas:

SIEMENS Sinacon PV5000	
Datos de Entrada (DC)	
Nº de Entradas	14
Tensión Mínima	1006 Vdc
Tensión Máxima	1500 Vdc
Corriente Máxima	4800 A
Datos de Salida (AC)	
Potencia Nominal	5000 kVA
Tensión Nominal	690 V
Corriente Nominal	4200 A
Frecuencia	50 Hz
Rendimiento	98,80%
Cantidad instalada	4 uds

Tabla 5. Características del inversor

Es un inversor diseñado para soportar climatologías adversas con un grado de protección IP65 con capacidad de soportar temperaturas desde los -40°C hasta los 60°C gracias a su refrigeración líquida.



Ilustración 17. Inversor Siemens Sinacon PV 5000.

<https://new.siemens.com/global/en/products/energy/medium-voltage/systems/sinacon-pv.html>

5.5- Transformador

Se emplearán 4 transformadores trifásicos en nuestra instalación con capacidad de soportar la potencia proveniente de los módulos fotovoltaicos y que estarán situados próximos a su inversor correspondiente. La misión de los transformadores empleados será la de aumentar la tensión de salida hasta los 45kV que es la tensión de la línea en la que se conectará el parque solar manteniendo la frecuencia de la red.

El transformador escogido es el SIEMENS FITformer distribution transformer con las siguientes características técnicas:

SIEMENS FITformer	
Potencia Nominal	5 MVA
Tensión Primario	690 V
Tensión Secundario	45 kV
Cantidad instalada	4 uds

Tabla 6. Características transformador

El transformador Fitformer empleado se presenta en la siguiente imagen:



Ilustración 18. Transformador FITformer - Siemens

5.6- Centros de transformación

En el reglamento se define a los centros de transformación como las instalaciones provistas de uno o varios transformadores reductores o elevadores de tensión con la aparatenta y obre complementaria precisas.

El parque solar está formado por 4 centros de transformación que se sitúan junto a los inversores. Se escoge un centro de transformación prefabricado de ORMAZABAL correspondiente a su modelo PFU-5 con capacidad para 1 transformador y 2 puertas de acceso separando el transformador de las celdas de protección.

Este edificio consta de una envolvente de hormigón y está diseñado para ser instalado en superficie, al aire libre. Se compone de una estructura monobloque en cuyo interior se incorporarán todos los componentes eléctricos necesarios como son:

- Celda de Entrada y Salida de Media Tensión
- Celda de Seccionamiento de Media Tensión
- Celda de Protección General de Media Tensión
- Celda de Protección del Transformador
- Celda de Medida
- Protecciones de Baja Tensión
- Interruptor Diferencial Automático
- Transformador

A continuación, un esquema de un centro de transformación con los elementos más característicos que se proporciona en el catálogo de la compañía.

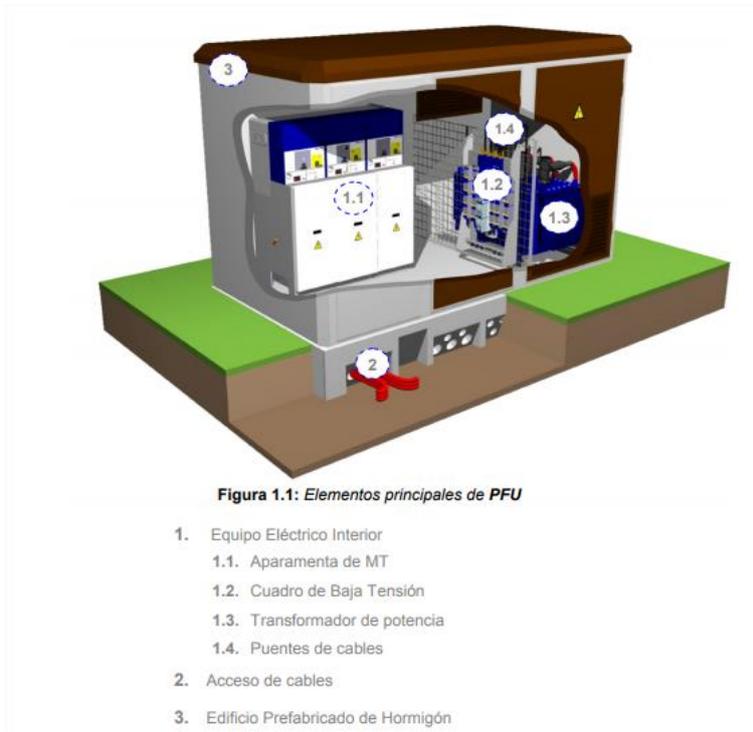


Ilustración 19. Centro de transformación prefabricado de hormigón con aparamenta típica.

Fuente: Ormazabal

El sistema de puesta a tierra del centro de transformación se realiza bajo el criterio de UNESA descrito en el Anejo III – Cálculos eléctricos justificativos.

5.7- Centro de unión y seccionamiento

El centro de unión y seccionamiento estará alojado en el centro de transformación prefabricado empleado en el punto anterior. En este punto se combinarán las 4 líneas trifásicas provenientes de los centros de transformación formados por el conjunto inversor – transformador formando una única salida trifásica que mediante un único transformador se dirigirá enterrada hacia el punto de entronque.

En este edificio se instalarán los siguientes elementos:

- 3 Celdas de Entrada de MT
- Celda de Salida de MT
- Celda de Seccionamiento de Media Tensión
- Celda de Protección General de Media Tensión
- Celda de Protección del Transformador
- Celda de Medida
- Contador Clase 0.2S
- Cuadro de Baja Tensión

Los elementos de protección a la salida del transformador serán los siguientes.

- Interruptor automático de corte en vacío
- Seccionador con capacidad de puesta a tierra
- Descargador de sobretensiones (Autoválvulas)



Ilustración 20. Centro de transformación de intemperie.

El centro de unión y seccionamiento estará dotado de suministro eléctrico y será el edificio encargado de alojar los siguientes equipos:

- Equipos de seguridad contratados.
- Equipos de monitorización del parque solar
- Dispositivo de medida o contador encargado de monitorizar y controlar la cantidad de energía proveniente del parque solar que se inyecta en la red se instalará en este punto ya que es el más próximo al punto de entronque y por lo tanto los errores en la medición se reducen al mínimo.

5.8- Cableado

En las instalaciones solares es de vital importancia incorporar cableado diseñado específicamente para este propósito en la parte de la instalación que es de corriente continua y especialmente en los tramos que se encuentran expuestos al ambiente, estos cables están especialmente diseñados y se ajustan a la norma EN 50618 correspondiente a la pertinente del sector. Este tipo de cables trabajan en un rango de temperaturas muy amplio entre -40°C y 120°C. También deberán proporcionar cierta flexibilidad que facilite su conexionado en los módulos y disponer de aislamiento y recubrimientos exteriores que proporcionen protección ante la radiación UV del ozono e incluso una inmersión prolongada en agua.

Los cálculos justificativos, así como el método de instalación del cableado seleccionado están justificados en el Anejo III.

5.8.1- Cableado de Corriente Continua

El conductor empleado en el tramo de corriente continua tal y como se ha indicado anteriormente es específico y está diseñado para satisfacer las necesidades y exigencias que existen en las instalaciones solares, el modelo elegido es el siguiente mostrado a continuación:



Ilustración 21. Conductor empleado en CC.

Fuente: Prysun 2020

Según el tramo dentro de la instalación y el montaje empleado se seleccionará dentro de la misma gama la sección necesaria que se ajuste a los criterios descritos en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

5.8.1.1- Cableado de strings

Debido a la posición horizontal de los paneles que imposibilita la unión de los mismos en serie se emplea un conductor solar que mejora sus características de serie. El cable seleccionado que formará los strings o cadenas instalado al aire posee las siguientes características:

Cable Unión Strings - PRYSUN	
Conductor	Cu
Sección	1,5 mm ²
Tensión Nominal	1500 Vdc
Intensidad Máxima	24 A
Tipo de Aislamiento	HEPR termoestable
Tipo de Cubierta	EVA termoestables
Libre de halógenos	
No propagador de llamas	

Tabla 7. Características cable unión de cadenas

5.8.1.2- Tramo de cadena a caja de conexión

La sección del conductor seleccionado en el primer tramo que se encuentra instalado enterrado en zanja bajo tubo y realiza la conexión desde las cadenas de paneles hasta la caja de conexiones es el siguiente y presenta las siguientes características:

String - Caja de Conexiones - PRYSUN	
Conductor	Cu
Sección	25 mm ²
Tensión Nominal	1500 Vdc
Intensidad Máxima	116 A
Tipo de Aislamiento	HEPR termoestable
Tipo de Cubierta	EVA termoestables
Libre de halógenos	
No propagador de llama	

Tabla 8. Características cable unión cadenas - caja de conexiones

5.8.1.3- Tramo de caja de conexión a inversor

El segundo tramo, se realiza también enterrado en zanja bajo tubo y se corresponde con la conexión del combiner box al inversor.

La tabla de características que presenta es la siguiente:

Caja de Conexiones - Inversor - PRYSUN	
Conductor	Cu
Sección	240 mm ²
Tensión Nominal	1500 Vdc
Intensidad Máxima	402 A
Tipo de Aislamiento	HEPR termoestable
Tipo de Cubierta	EVA termoestables
Libre de halógenos	
No propagador de llama	

Tabla 9. Características cable unión caja de conexiones - inversor

Con este segundo tramo se finaliza la parte correspondiente a corriente continua que existe en la instalación.

5.8.2- Cableado de Corriente Alterna

El tercer tramo comprende la conexión del transformador de media tensión con el centro de unión y seccionamiento y el entronque que se realiza en una torre próxima a la instalación perteneciente a Iberdrola de 45 kV de tensión nominal.

Este último tramo se realiza enterrado directamente en zanja tanto en la unión de los 4 centros de transformación con el centro de unión y seccionamiento como el tramo que sale del mismo y se dirige al punto de entronque.

Se emplea un conductor cuyas características están normalizadas por la empresa distribuidora IBERDROLA proporcionado por la empresa Prysmian

EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV

DATOS TÉCNICOS NORMALIZADO POR IBERDROLA HEPRZ1

COMPOSICIÓN:



- 1 Conductor: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 Semiconductora interna: capa extruida de material conductor.
- 3 Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
- 4 Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor.
- 5 Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 Separador: cinta poliéster.
- 7 Cubierta exterior: poliolefina tipo DMZ2 no propagadora de la llama (S) de color rojo con dos bandas grises o poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.

Tabla 10. Conductor empleado en CA.

Fuente: Prysun 2020

Tabla de características técnicas:

Transformador - CdS - Entronque - PRYSUN	
Conductor	KAI
Sección	300 mm ²
Tensión Nominal	45 kV
Intensidad Máxima	410 A
Tipo de Aislamiento	HEPR termoestable
Tipo de Cubierta	EVA termoestables
Pantalla Metálica	Hilos de cobre en hélice
Cubierta Exterior	Poliolefina tip DMZ2

Tabla 11. Características conductor corriente alterna MT

5.9- Protecciones

En toda instalación eléctrica se tiene que garantizar en todo momento la seguridad de las personas además de preservar en la medida de lo posible la integridad de otros equipos y sistemas que estén dentro de la instalación, así como evitar perturbar la red en la que se establece el punto de conexión.

Particularmente dentro de las instalaciones solares fotovoltaicas existen dos tramos claramente diferenciados y por lo tanto las protecciones eléctricas empleadas son distintas.

En cualquier caso, existe un criterio único de protección que se mantiene a lo largo de toda la instalación y se trata de la protección contra contactos indirectos descritas y definidas en la Norma UNE 20.460-4-41.

Este tipo de protección está dirigida a preservar la integridad física de las personas evitando entrar en contacto con partes activas de manera accidental. Los propios elementos de la instalación como están dentro de la normativa lo satisfacen perfectamente ya que tienen que cumplir el nivel de aislamiento requerido en función de la tensión asignada.

Los cálculos justificativos además de la normativa empleada están descritos en el Anejo III.

5.9.1- Protecciones de corriente continua

5.9.1.1- Fusibles DC (Instalados en las cajas de conexiones)

Se instalará un fusible de corriente continua por conductor diseñado para aplicaciones fotovoltaicas que estará alojado en las cajas de conexiones. La curva de fusión es del tipo gG lo cual se traduce en una protección tanto frente a sobrecargas como frente a cortocircuitos.

Resumen de las características técnicas:

Fusible dF Electric	
Tensión Asignada	1500 Vdc
Corriente Asignada	10 A
Poder de Corte	30 kA
Tipo de Curva	gG
Cantidad Instalada	1792 uds

Tabla 12. Características fusible instalado en CB

Se trata de un fusible del tipo cilíndrico que presenta el siguiente aspecto:



Ilustración 22. Fusible gPV dF Electric

5.9.1.2- Interruptor - Seccionador DC

No es un elemento de protección automática, se incluye en la caja de conexiones y se trata de un elemento que permite interrumpir y separar eléctricamente mediante un corte de manera visible una parte de la instalación permitiendo de esta manera efectuar los trabajos necesarios sin tensión.

Interruptor Seccionador	
Tensión Asignada	1500 Vdc
Corriente Asignada	384 A
Poder de Corte	400 A
Cantidad Instalada	56 uds

Tabla 13. Características Interruptor-Seccionador instalado en CB

5.9.1.3- Descargador de sobretensiones DC

Se trata de un elemento de protección alojado en las cajas de conexiones que ofrecen protección frente a descargas atmosféricas.

Se instalan descargadores de sobretensiones específicos de parques fotovoltaicos con las siguientes características técnicas:

Descargador Weidmüller	
Tensión Asignada	1500 Vdc
Corriente de fuga	20 kA
Nivel de protección	5,2 kV
Corriente de Cortocircuito	200 A
Tiempo de respuesta	< 25ns
Clase de requisitos	Tipo II
Cantidad Instalada	56 uds

Tabla 14. Características técnicas descargador de sobretensiones CC

Este protector de sobretensiones de tipo 2 para aplicaciones fotovoltaicas cumple con las siguientes certificaciones:

- En 50539-11
- IEC 60364-7-712/ EN 50539-12



Ilustración 23. Protector de sobretensiones VPU II 3 R PV 1500Vdc

5.9.1.4- Fusibles DC (Instalados en los inversores)

Se instalarán fusibles de alta velocidad diseñados específicamente para proteger inversores en las instalaciones solares. Como se aprecia en la siguiente imagen son fusibles de cuchilla del tipo cuadrado como suele ser norma general en los fusibles de alto poder de ruptura.



Ilustración 24. Fusible de alta velocidad Littelfuse PSX 1500V

Presenta las siguientes características técnicas:

Fusible Littelfuse PSX	
Tensión Asignada	1500 Vdc
Corriente Asignada	315 A
Poder de Corte	200 kA
Tipo de Curva	aR
Cantidad Instalada	112 uds

Ilustración 25. Características técnicas fusibles instalados en inversores

5.9.2- Protecciones de corriente alterna

Según el reglamento electrotécnico, se considera instalaciones de alta tensión eléctrica a aquellas en las que existan tensiones nominales superiores a 1kV, por lo tanto, dentro de la instalación se tiene que diferenciar entre el tramo de corriente alterna de baja tensión 690 V y el tramo de corriente alterna de alta tensión 45 kV.

5.9.2.1- Protecciones CA de Baja Tensión (690 V)

Este primer tramo está comprendido por la salida del inversor fotovoltaico hasta la conexión en el primario del transformador trifásico. Las protecciones están situadas en el cuadro de corriente alterna del inversor y por lo tanto está protegido por el propio inversor fotovoltaico empleado en el caso de esta instalación se corresponde con el Siemens SINACON PV5000.

En la tabla de características no se indica el valor de las protecciones y por este motivo por el que no se facilitan los valores exactos pero el inversor posee las siguientes certificaciones de seguridad eléctrica: IEC 62109-1: 2010, IEC 62109-2: 2011.

Por lo tanto, deberá incluir los siguientes elementos:

- Interruptor automático – Protección contra sobrecargas y cortocircuitos
- Interruptor - Seccionador de corte en carga con accionamiento manual,
- Protección contra sobretensiones del tipo II
- Interruptor diferencial

5.9.2.2- Protecciones CA de Media Tensión (45 kV)

El segundo tramo comprende la parte de Media Tensión que recorre la planta fotovoltaica hasta el punto de entronque, a partir del cual las protecciones son responsabilidad de la propia empresa distribuidora Iberdrola.

Las celdas de protección son armarios de envolvente metálica garantizan la seguridad necesaria cuando se trabajan con tensiones elevadas. En estas celdas se incorporan tanto los equipos de protección como los equipos de maniobra y medida.



Ilustración 26. Cabinas o celdas de media tensión

En las instalaciones cuya tensión nominal de la red es de 45kV se emplean materiales que soporten la tensión más elevada que pudiera llegar a producirse, reglamentada en 52kV, por este motivo la aparatación escogida refleja que la tensión nominal corresponde a 52kV. En el caso de nuestra instalación esta correrá a cargo de la empresa MESA que proporciona las siguientes características de protección generales para los distintos módulos de celdas empleados:

- Celda de Línea
- Celda de Protección General
- Celda de Protección del Transformador
- Celda de Seccionamiento
- Celda de Medida

Celdas de MT - CdT	
Tensión Nominal	52 kV
Intensidad Nominal	630 A
Intensidad de Cortocircuito	25 kA
Seccionador de aislamiento	630 A
Cerradura de Enclavamiento	Si
Interruptor Automático	SF6

Tabla 15. Características técnicas generales de las celdas de MT en los Centros de Transformación

Sin embargo, las protecciones necesarias en el centro de unión y seccionamiento deberán ser ligeramente superiores ya que como se justifica en el anejo de cálculos la intensidad nominal es superior.

- Celda de Línea
- Celda de Protección General
- Celda de Protección del Transformador
- Celda de Seccionamiento
- Celda de Medida

Celdas de MT - Centro de UyS	
Tensión Nominal	52 kV
Intensidad Nominal	630 A
Intensidad de Cortocircuito	25 kA
Seccionador de aislamiento	630 A
Cerradura de Enclavamiento	Si
Interruptor Automático	SF6

Tabla 16. Características técnicas generales de las celdas de MT en el Centro de Unión y Seccionamiento

Los cálculos que justifican la protección necesaria se encuentran en el Anejo III – Cálculos eléctricos.

5.10- Puesta a tierra

Existen dos sistemas de puesta a tierra en la instalación en función del tipo de corriente frente a la que se esté protegiendo.

5.10.1- Sistema de puesta a tierra generador fotovoltaico CC

El sistema empleado es el denominado "de generador flotante" cuyo esquema eléctrico se corresponde con el descrito en el reglamento electrotécnico como Esquema IT. Consiste en la unión de todas las masas o elementos metálicos que forman parte de esta parte de la instalación de tal forma que permanezcan al mismo potencial eléctrico en todo momento.

Para conseguir esta equipotencialidad eléctrica se emplea un conductor de cobre desnudo con una sección de 32 mm² instalado enterrado bajo zanja que discurre junto al cableado fotovoltaico. Las partes de la instalación que estarán unidas eléctricamente son las siguientes:

- Estructuras de los paneles solares
- Vallas y cercas metálicas
- Tuberías y conductos metálicos
- Puertas metálicas
- Cajas de conexiones
- Carcasa del inversor fotovoltaico

La unión de las partes metálicas se realizará mediante grapas de conexión y soldadura aluminotérmica.

5.10.2- Sistema de puesta a tierra en CA

El sistema de puesta a tierra empleado en los centros de transformación se corresponde con el esquema eléctrico descrito en el reglamento electrotécnico como TT siguiendo la recomendación UNESA.

El sistema de puesta a tierra de protección está formado por:

- Mallazo electrostático de cobre con sección de 50 mm²
- Conductor de cobre desnudo de sección 35 mm²
- Electrodo de puesta a tierra - Picas

Los elementos que se unirán eléctricamente al mallazo mediante el conductor de cobre de 35 mm² son los siguientes:

- Carcasas de transformadores

- Chasis y bastidores de los aparatos de maniobra
- Envolventes y armazones de los conjuntos de aparata de MT (cabinas, celdas)
- Armarios y cofrets con aparatos y elementos de BT
- Pantallas y/o blindajes de los cables MT

El sistema de puesta a tierra de servicio conecta los elementos que forman parte del circuito eléctrico, como son:

- Neutro del transformador secundario de BT
- Bornes secundarios de los transformadores de intensidad y de tensión
- El punto de cierre de cortocircuito de las tres fases y la desconexión a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

En esta unión se emplea un conductor de cobre aislado en el primer tramo de 50 mm² de sección que permita evitar transferencia de tensiones a la tierra de protección y un segundo tramo de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Los elementos que forman parte de la puesta a tierra de servicio son los siguientes:

- Conductor de cobre aislado con sección de 50 mm²
- Conductor de cobre desnudo de sección 50 mm²
- Electrodo de puesta a tierra

Los cálculos justificativos de los elementos empleados se encuentran desarrollados en el Anejo III.

5.11- Punto de conexión

La salida hacia el punto de conexión es subterránea hasta el remonte en la torre de celosía situada a 8m la torre donde se establece la conexión tal y como se establece en las condiciones técnicas de Iberdrola a través de un vano flojo.

En la torre de apoyo de nuestra propiedad se instalarán cortacircuitos fusibles seccionadores de expulsión además de un Órgano de Corte en Red el cual está formado por un interruptor seccionador con reconectadores, tal y como se establece en las especificaciones particulares para instalaciones de clientes en alta tensión de Iberdrola.

El órgano de corte en red es un elemento dotado de un interruptor-seccionador aislado en SF6 cuyo funcionamiento puede ser tanto manual como motorizado.

Órgano de Corte en Red - MESA	
Tensión Nominal	52 kV
Intensidad Nominal	630 A
Nivel de Aislamiento	290 kV
Poder de Corte	630 A
Poder de Cierre	31,5 kA
Tiempo máximo de maniobra	7s

Tabla 17. Características técnicas Órgano de Corte en Red



Ilustración 27. Interruptor – Seccionador en SF6 (OCR)

Iberdrola también exige el uso de fusibles seccionadores en el vano corto flojo, que se corresponde con el vano que une la torre propiedad del cliente con la torre propiedad de la empresa.



Ilustración 28. Fusible del tipo XS

Los cálculos justificativos se encuentran en el Anejo III – Cálculos eléctricos.

5.11- Zonas de acceso y tránsito

La instalación contará con una puerta de entrada principal cuyo acceso será desde la carretera autonómica VA-515.

En el interior de la parcela tras la compactación y adecuación del terreno para la fijación de los soportes donde irán situados los paneles fotovoltaicos, se respetarán los límites de un camino de 7,5 m de ancho que recorrerá todo el perímetro de la parcela además de un camino interior que dividirá la instalación en dos agrupaciones perfectamente diferenciadas.

Estas zonas de tránsito están diseñadas con la finalidad de facilitar tanto las labores de instalación como de mantenimiento que serán necesarios durante su explotación.

5.12- Cierre perimetral

El cerramiento de la central será a través de una malla de doble torsión de acero galvanizado cuya fijación al suelo se realizará mediante tornapuntas metálicos evitando las cimentaciones en hormigón para preservar lo máximo posible el medio ambiente. La altura del cerramiento no será superior a los 2.10 metros y se dejará cada 50 metros una zona libre de malla de una dimensión de 30 x 30 cm de tamaño, permitiendo la entrada y salida de animales autóctonos.

Con el objeto de evitar posibles colisiones contra la valla, se instalarán en su parte superior elementos disuasorios que adviertan de su existencia a las posibles aves de la zona.

Este tipo de malla es resistente y económica resultando perfecta para instalar cuando se desea delimitar grandes superficies como es el caso.



Ilustración 29. Valla de simple torsión

<https://enrejadosemilio.es/producto/kit-simple-torsion-verde-300-mts-lineales-1-75-altura/>

5.13- Vigilancia y seguridad

La localización fuera del núcleo urbano hace que este tipo de instalaciones puedan ser foco de actos vandálicos y robos, por ello además del cierre perimetral se tiene previsto el contratar una empresa de seguridad que dote a la instalación de las medidas de seguridad necesarias para su integridad.

Se ha decidido la contratación en lugar de la instalación habilitando por los siguientes motivos, las empresas dedicadas a la seguridad tienen un servicio de 24 h e incluyen tanto la instalación como el mantenimiento del material de vigilancia.

Por lo tanto, el diseño de la vigilancia, así como de los elementos empleados no serán objeto de estudio de este proyecto, sino que se solicitará la opinión y la propuesta de soluciones de las empresas dedicadas del sector.

Como se ha indicado anteriormente se dispone del espacio necesario para alojar la centralita y equipos necesarios en el Centro de Unión y Seccionamiento.



Ilustración 30. Cámaras de vigilancia.

<https://www.ruybesa.com/plantas-solares-de-cabilsol-y-panquehue/>

<http://www.leadernet.es/leadernet-tecnologia-y-seguridad-lts-comienza-la-instalacion-de-los-sistemas-de-seguridad-y-vigilancia-para-tres-parques-fotovoltaicos-en-espana-y-mexico/>

6- MANTENIMIENTO

Las labores de mantenimiento son esenciales en el mundo de la industria. En el caso de nuestra instalación solar fotovoltaica adquieren un grado de importancia aún mayor si cabe, ya que por el principio de funcionamiento en las placas solares un módulo en mal estado o sucio supone un descenso muy significativo en el rendimiento del panel que a su vez también disminuye el rendimiento de la cadena a la que está conectado.

Existen principalmente tres tipos de mantenimiento según su carácter:

- *Mantenimiento Preventivo:* Este tipo de mantenimiento persigue la solución de los problemas antes de que deriven en un fallo que desencadene en un mal funcionamiento o avería que suponga la disminución o en el peor de los casos el cese de la actividad productiva.
- *Mantenimiento Correctivo:* Se trata del conjunto de tareas destinadas a corregir defectos que surgen en los distintos elementos de la instalación.
- *Mantenimiento Predictivo:* Está basado en el aprendizaje del mantenimiento correctivo, observando los fallos y la frecuencia con que se producen en la instalación programar su mantenimiento. Este tipo de mantenimiento evita la sustitución de elementos innecesariamente, a costa del cese de la producción durante las averías en el aprendizaje.

Con la finalidad de mantener la capacidad de producción de la instalación en los valores de producción de energía próximos a su diseño nuestro mantenimiento será principalmente preventivo.

Se tiene previsto programar la limpieza de los módulos fotovoltaico durante los meses de abril y octubre aprovechando el cambio de estación. Esta limpieza se realizará los días en los que no haya un viento excesivo que pueda contener polvo y genere el efecto contrario al deseado y será solamente con agua potable preferiblemente con la menor cantidad de sales minerales posibles y sin añadir ningún tipo de agente disolvente que pueda contaminar ningún efluente subterráneo. Se evitará el lavado a presión ya que se podrían dañar los paneles durante el proceso y en caso de necesidad se emplearía un útil adecuado que no deteriore la superficie del panel.



Ilustración 31. Limpieza de módulos Fotovoltaicos.

<http://www.servi.cl/servicios/limpieza-de-paneles-solares/>

<https://limpiezadepanelessolares.es/>

Será necesario programar tareas de control y limpieza de la vegetación existente, esta tarea se debe realizar siempre que sea posible antes de las labores de limpiezas de la instalación.

No hay que olvidar que la instalación se encuentra en una parcela con origen agrario y cabe esperar que si no se toman las medidas necesarias la vegetación proliferará en lugares no deseados con lo que ello conlleva, una vegetación descontrolada puede ser causante de sombras que afecten al rendimiento de la instalación o incluso a la penetración en las cajas de conexiones eléctricas deteriorando la estanqueidad de las mismas y pudiendo desencadenar en un riesgo eléctrico real.

Los dueños de la parcela disponen de maquinaria agrícola que puede desempeñar las labores de desbroce necesarias en la instalación, o también existe la opción de contratar los servicios de una empresa externa que lo realice. También suele ser recomendable el control de la vegetación mediante pastoreo resultando esta segunda opción más respetuosa desde el punto de vista medioambiental y de la cual también disponen los dueños de la instalación. En ningún caso se recomienda la aplicación de herbicidas o sustancias químicas similares.



Ilustración 32. Operarios realizando tareas de desbroce en planta fotovoltaica.

<https://limpiezadepanelessolares.es/>

<https://grupoxintec.com/que-hacemos/desbroce-de-terrenos/>



Ilustración 33. Pastoreo en las instalaciones solares como medio de desbroce.

<https://www.enelgreenpower.com/es/historias/articulos/2019/04/energia-solar-nuevo-modelo-uso-suelo>

El reapriete de elementos roscados y en las conexiones existentes, así como la comprobación del buen estado físico de los conductores (flexibilidad y apariencia del aislamiento) formará parte de este tipo de mantenimiento preventivo que se realizará de manera específica al menos una vez al año.

La termografía ha probado ser una herramienta de diagnóstico muy útil en el mantenimiento de las instalaciones eléctricas. A través de esta tecnología examinaremos todas las placas fotovoltaicas de nuestra instalación además de los puntos de conexión y cuadros eléctricos. Mediante la cámara termográfica seremos capaces de identificar zonas calientes de nuestra instalación que se corresponden con elementos en mal estado o conexiones mal realizadas.

El análisis mediante termografía se realizará anualmente y tendrá inicio una vez finalizada la tarea de limpieza de los paneles.



Ilustración 34. Imagen termográfica conexión en mal estado

<http://www.tecnotrol.com/web/servicios/servicio-de-diagnostico-termografico>



Ilustración 35. Imagen termográfica panel fotovoltaico.

<https://energiaextremadura.com/2015/10/27/una-empresa-cacerena-ofrece-servicios-de-termografia-infrarroja-para-prevenir-averias-en-plantas-fotovoltaicas/>



7- IMPACTO AMBIENTAL

Por las características del proyecto y las medidas empleadas en su ejecución además de su explotación, la instalación solar fotovoltaica proyectada se prevé que genere un impacto ambiental puntual localizado en el espacio y en el tiempo.

7.1- Impacto ambiental durante la construcción

El mayor impacto ambiental directo previsto se corresponde con el periodo de ejecución de la obra, se trata del espacio temporal en el que se realizarán más emisiones de gases de efecto invernadero a causa de la maquinaria y vehículos empleados en su transporte y montaje.

También se prevé un impacto del tipo acústico en primer lugar debido al tránsito de los vehículos necesarios además del propio trabajo de los operarios, pero sobre todo en el proceso de hincado de los postes que soportan los módulos fotovoltaicos.

7.1- Impacto ambiental en el periodo de explotación

El impacto medioambiental de la instalación durante el funcionamiento de la misma solamente podrá ser del tipo visual, ya que durante el funcionamiento y la producción de energía eléctrica no genera ningún tipo de emisión de gases de efecto invernadero perjudiciales tanto para la salud como para el medio ambiente.

7.2- Impacto en la flora y fauna

Tal y como se refleja en el proyecto, la instalación de la planta y sus infraestructuras no supondrá en ningún periodo tanto de ejecución como en la explotación la eliminación del arbolado existente en sus lindes. Aparte no se localiza ninguna otra figura que sea relevante en el medio natural sobre las que exista una afectación directa como pueden ser terrenos de montes, flora y fauna protegida.

Al contrario que otros tipos de energías renovables como puede ser la energía eólica este tipo de instalaciones no genera ningún tipo de ruido ni presenta una amenaza sobre las aves a causa de las colisiones producidas con las aspas de los generadores.

7.3- Vertidos tóxicos o peligrosos

Este tipo de instalaciones no produce ningún tipo de vertido tóxico ni peligroso, durante las labores de mantenimiento y limpieza en los módulos fotovoltaicos se deberán evitar el uso de detergentes o productos de limpieza limitándose al uso de agua descalcificada. Del mismo modo se deberá evitar el uso de herbicidas en el control de la vegetación.

7.4- Impacto ambiental causado por la fabricación de los componentes

Este supone el mayor impacto ambiental causado por las energías renovables. La extracción, purificación y fabricación de los componentes que constituyen la planta solar requieren de procesos que generan emisiones de efecto invernadero significativas a la atmósfera, además de generar residuos considerados tóxicos y peligrosos.

En cambio, en la simulación efectuada se estima que a lo largo del ciclo de vida previsto para la instalación 30 años, la obtención de energía eléctrica por medio de la instalación fotovoltaica en lugar de empleando fuentes de energía procedentes de combustibles fósiles se ha conseguido evitar la emisión a la atmósfera de 255224.4 toneladas de CO₂.

Concluyendo de este modo que el balance global en el impacto ambiental evitando el uso de otras energías compensa el impacto producido en su fabricación.

7.5- Medidas correctoras, preventivas y compensatorias

Se incorporan una serie de medidas publicadas en el Boletín Oficial de la Provincia de Valladolid que tendrán como objetivo principal compensar y reducir el posible impacto ambiental que se pueda producir en la zona causados por la instalación solar proyectada.

- Los acopios de materiales se ubicarán de tal manera que se impida cualquier riesgo de vertido directo o indirecto sobre las aguas superficiales o subterráneas.
- Los movimientos de tierras se establecerán efectuando las medidas necesarias para la retención de sólidos previa a la evacuación de las aguas de escorrentía superficial.
- De forma previa a las labores de despeje y desbroce de las parcelas se realizará una batida de fauna que identifique la ubicación de avifauna que haya podido nidificar en el terreno, en cuyo caso se deberán evitar los trabajos de desbroce durante el periodo de reproducción (del 1 de marzo al 30 de junio).
- Disposición del cerramiento perimetral con una zona libre de malla de 30x30 cm de tamaño que permita una zona de entrada y salida de animales.
- Con objeto de evitar colisiones en el vallado, se dispondrán señalizadores visuales aleatorios a lo largo del mismo.
- Se considerará como opción principal el pastoreo como control de vegetación herbácea.
- Se reducirán al mínimo indispensable los movimientos de tierra con objeto de minimizar el impacto visual y paisajístico. Durante dichos movimientos se tratará adecuadamente la tierra fértil de tal forma que permita su aprovechamiento posterior en la restauración final de los terrenos alterados.
- En las zonas de mayor impacto visual deberá realizarse una plantación de vegetación arbustiva propia del entorno en el interior del recinto y de pequeñas alineaciones y bosquetes de vegetación arbórea que sirvan de refugio para la fauna.
- Como recomendación se propone la realización de una siembra con especies herbáceas en los terrenos de la planta libres de infraestructuras con objeto de convertirse en refugio de la fauna invertebrada y de pequeños vertebrados
- La gestión de los residuos se realizará conforme a la normativa vigente Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Al final de la vida útil de la planta deberá garantizarse el desmantelamiento de toda la instalación y edificaciones además de la retirada de todos los equipos, residuos y materiales sobrantes que concluya con la restauración e integración paisajística de toda el área afectada.



8- DIAGRAMA DE GANTT

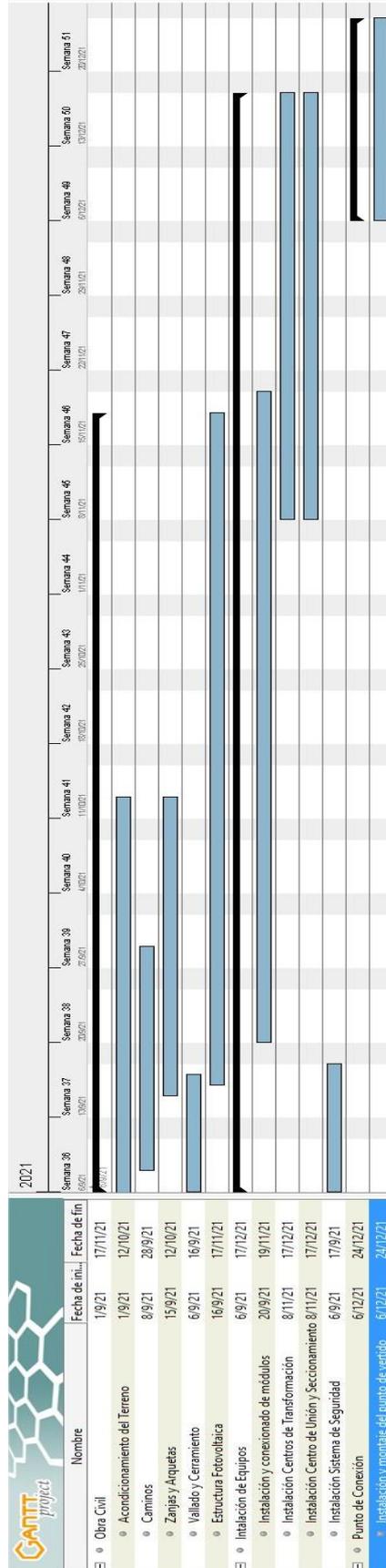
8.1- Programación en el tiempo

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica que facilita tanto la organización como la gestión de las tareas de un proyecto durante su ejecución, estableciendo la fecha de inicio de cada una de las tareas que forman el proyecto y su duración se obtiene la duración total del proyecto.

En el proyecto se ha establecido como fecha de inicio el 1 de septiembre y con motivo de optimizar el tiempo de ejecución se ha establecido un conjunto de tareas que se pueden realizar simultáneamente pudiendo llegar a finalizar la obra el 24 de diciembre del 2021. Esto supondría una duración total en la fase de ejecución de 16 semanas.



8.2- Diagrama de Gantt





9- DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

D. Alfonso Higuera del Soto, ingeniero eléctrico y autor del presente proyecto “DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 19.36MWp EN TORDESILLAS (VALLADOLID) CON PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE MEDIA TENSIÓN – 45kV”

DECLARO que dicho proyecto contempla una OBRA COMPLETA, susceptible de ser entregada al uso general y al servicio correspondiente sin perjuicio de las ampliaciones de las que pueda ser objeto en un futuro y comprende todos y cada uno de los documentos necesarios para su puesta en funcionamiento.

El proyecto “DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 19.36MWp EN TORDESILLAS (VALLADOLID) CON PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE MEDIA TENSIÓN – 45kV” adquiere un coste total en presupuesto de DIECESIETE MILLONES NOVECIENTO SETANTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS.

FDO. ALFONSO HIGUERA DEL SOTO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

VALLADOLID, 8 DE JULIO DEL 2021



Universidad de Valladolid



ANEJO I:

CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA DE LA ZONA A INSTALAR EL PARQUE SOLAR



ÍNDICE ANEJO I

1-	Introducción	1
1.1-	Radiación solar	1
1.2-	Horas Solar Pico (HSP)	4
1.3-	Temperatura.....	5
1.4-	Precipitaciones	6
1.5-	Viento	7



1- Introducción

El estudio energético determinará la capacidad de generación de la instalación y para ello será necesario realizar un estudio meteorológico. El estudio meteorológico en el caso del dimensionamiento en una planta solar fotovoltaica adquiere una importancia máxima llegando a ser un requisito de diseño ya que es el combustible a través del cual obtendremos la energía eléctrica.

Los distintos factores ambientales que afectan a la generación eléctrica y al rendimiento de una instalación solar fotovoltaica depende de los siguientes parámetros.

- Radiación solar
- Horas de sol pico (HSP)
- Temperatura
- Precipitaciones
- Viento

La planta fotovoltaica se encuentra en la localidad de Tordesillas (Valladolid) pertenece a la comunidad de Castilla y León, por lo tanto, los datos meteorológicos del estudio se realizarán en las estaciones meteorológicas próximas a las siguientes coordenadas geográficas.

Coordenadas ETRS89

- Longitud: 41°31'15.3"N
- Latitud: 5°00'25.8"W

Coordenadas UTM, ETRS89

- X: 332526,01
- Y: 4598531,36
- Huso: 30
- Altitud: 700 m

La ubicación de la instalación proyectada se muestra en el plano nº1 – Plano de situación

1.1- Radiación solar

La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol a partir de las cuales los sistemas fotovoltaicos transforman dicha radiación solar en energía eléctrica. Es decir, la radiación solar en una instalación fotovoltaica es el equivalente al combustible mediante el cual obtenemos la energía eléctrica.

Se distinguen dos magnitudes que conviene saber diferenciar en el cálculo de la radiación solar:

- *Irradiancia*: Potencia o radiación incidente por unidad de superficie, sus unidades de medida son el $[W/m^2]$
- *Irradiación*: Se corresponde con la cantidad de energía solar recibida en un periodo de tiempo determinado. Se obtiene a través de la suma de irradiancias. en ese periodo de tiempo. La unidad de medida en el sistema internacional es el $[Jh/m^2]$ en la práctica usaremos el $[kWh/m^2]$

La Agencia Estatal de Meteorología conocida por sus siglas AEMET proporciona el siguiente atlas de radiación solar del continente europeo.

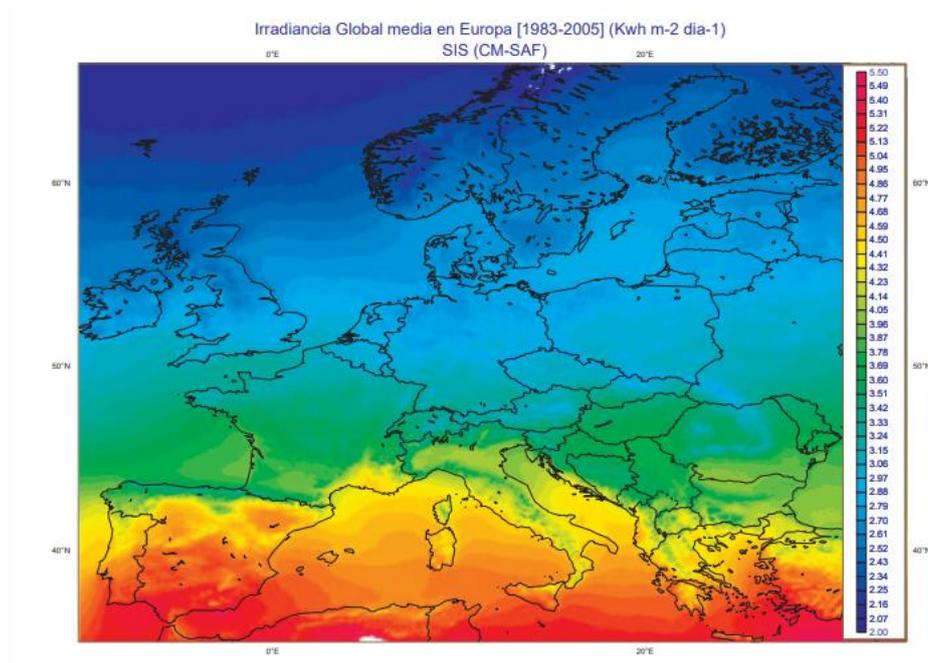


Ilustración 1. Irradiancia global media en Europa (1983-2005) [kWh/m-2 dia-1]

Fuente: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar

En este atlas se puede observar como España presenta una gran ventaja respecto a los países del norte del territorio europeo con respecto a la irradiación solar media anual. Motivo suficiente para apostar fuertemente por este tipo de energías ya que somos un país totalmente dependiente de las fuentes de energías derivadas del carbón, como puede ser el petróleo o el gas.

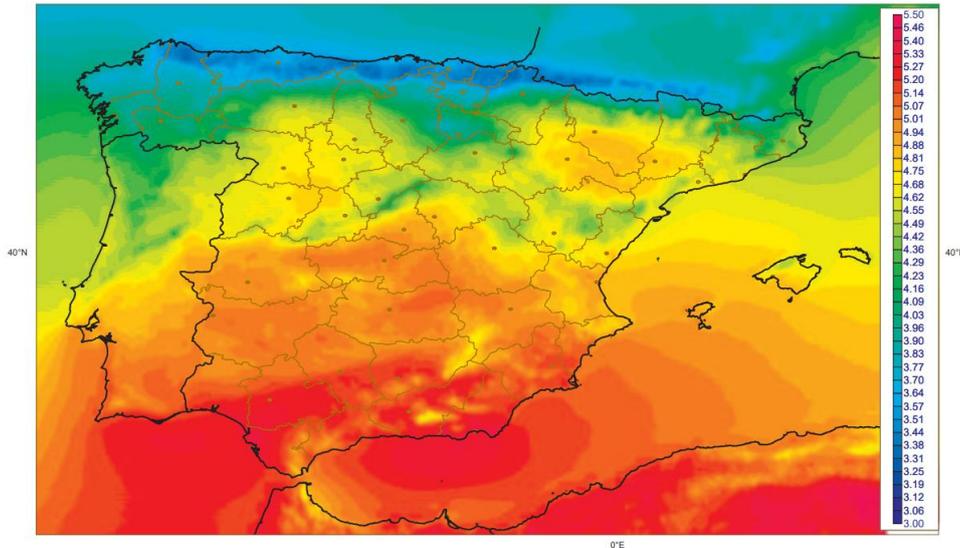


Ilustración 2. Irradiancia global media (1983-2005) [kWh/m-2 dia-1]

Fuente: http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/atlas_radiacion_solar

A partir del mapa de la península de la irradiancia media anual, se podría pensar que la comunidad de Castilla y León no es la más apropiada para situar una planta fotovoltaica, pero las bajas temperaturas que posee a lo largo del año además de las precipitaciones lo hacen que sea una localización más interesante que el sur de España.

Con la finalidad de obtener una base de datos más actual ya que el atlas de AEMET tiene valores medios hasta el año 2005 se ha recurrido a la base de datos de la unión europea que proporciona datos de radiación más actuales a través de su software online PVGIS-5

Mes	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	81,93	85,87	85,28	93,21	80,43	94,60	89,86	82,62	89,91	80,96	106,44	73,93
Febrero	138,26	117,93	103,01	134,68	145,61	99,26	136,19	157,97	119,39	102,02	116,52	124,09
Marzo	181,67	153,48	175,80	177,59	196,08	142,50	149,76	198,23	123,12	181,50	175,30	161,86
Abril	174,34	185,27	172,65	176,47	187,88	193,22	194,84	133,59	159,64	177,98	173,42	163,46
Mayo	199,99	214,25	187,56	159,07	219,22	195,20	210,14	209,31	187,75	225,05	220,58	171,59
Junio	220,50	207,93	201,59	200,81	200,56	196,30	217,78	202,73	199,73	219,37	202,65	220,63
Julio	242,54	222,61	236,91	226,18	236,24	236,65	237,47	239,47	227,47	221,17	232,71	237,75
Agosto	234,63	228,10	223,67	227,53	231,79	234,04	213,85	230,14	236,14	230,25	218,42	230,42
Septiembre	209,94	172,26	203,75	186,44	197,92	190,75	207,26	183,94	195,11	182,28	191,14	195,31
Octubre	132,81	137,27	167,35	143,08	163,08	161,80	185,68	144,81	142,13	168,38	143,94	148,43
Noviembre	105,62	103,21	142,88	100,05	101,68	107,80	89,17	96,45	119,12	79,63	100,38	101,66
Diciembre	121,13	92,63	95,78	82,63	76,86	100,87	113,31	80,65	100,59	95,30	86,53	92,75

Tabla 1. Irradiación Mensual. PVGIS-5

A partir de la tabla de radiación mensuales proporcionadas por PVGIS se ha elaborado la siguiente tabla de radiaciones mensuales medias.

Mes	Radion Solar Media
Enero	87,09
Febrero	124,58
Marzo	168,07
Abril	174,40
Mayo	199,98
Junio	207,55
Julio	233,10
Agosto	228,25
Septiembre	193,01
Octubre	153,23
Noviembre	103,97
Diciembre	94,92

Tabla 2. Tabla de irradiación media mensual [kWh/m-2 día-1] (2005-2016).

Se puede comprobar que la irradiancia media continúa siendo superior a la media europea incluso en los meses de invierno.

1.2- Horas Solar Pico (HSP)

La Hora Solar Pico indica el tiempo en el cual nuestro panel está siendo irradiado con una potencia de 1000 W/m^2 . Este dato es recurrido para el dimensionamiento previo de una planta fotovoltaica ya que los fabricantes nos indican en la tabla de características del panel la potencia pico que es capaz de generar el panel cuando es irradiado con esa potencia en las llamadas condiciones estándar. En el caso de nuestro panel escogido la potencia pico que es capaz de producir son 400 Wp

Electrical Properties (STC *)	
Module	400W
Maximum Power (Pmax)	400
MPP Voltage (Vmpp)	40.6
MPP Current (Impp)	9.86
Open Circuit Voltage (Voc)	49.3
Short Circuit Current (Isc)	10.47
Module Efficiency	19.3
Operating Temperature	-40 - +90
Maximum System Voltage	1500 (UL)
Maximum Series Fuse Rating	20
Power Tolerance (%)	0 - +3

* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1,000 W/m²; Ambient Temperature 25 °C; AM 1.5
 * The nameplate power output is measured and determined by LG Electronics at its sole and absolute discretion.
 * The Typical change in module efficiency at 200W/m² in relation to 1000W/m² is -2.0%.

Ilustración 3. Potencia pico del panel

Con los datos de irradiancia mensuales medios obtenidos en la Tabla 2 se ha elaborado la Tabla 3 correspondiente las Horas Solares Pico que tendríamos diariamente al mes a través de la siguiente expresión:

$$HSP = \frac{\text{Irradiancia} \left(\frac{\text{Wh}}{\text{m}^2} \right)}{1000 \left(\frac{\text{W}}{\text{m}^2} \right)}$$

Mes	HSP (horas)
Enero	2,81
Febrero	4,45
Marzo	5,42
Abril	5,81
Mayo	6,45
Junio	6,92
Julio	7,52
Agosto	7,36
Septiembre	6,43
Octubre	4,94
Noviembre	3,47
Diciembre	3,06

Tabla 3. Tabla de horas solares pico diarias.

Los datos obtenidos nos permiten calcular rápidamente los meses en los que tendremos mayor y menor producción de energía eléctrica.

$$\text{Energía producida diaria} = \text{HSP} \cdot n^{\circ} \text{ paneles} \cdot \text{Potencia pico del panel}$$

En el caso de nuestra instalación se ha determinado instalar 48384 paneles y mediante un cálculo rápido en el que no se tienen en cuenta pérdidas de ningún tipo se obtienen las siguientes estimaciones; en el peor mes que corresponde a enero se producirán 54.38MWh/día mientras que, en el mejor mes, que se corresponder con julio se estima que se podrían generar de manera teórica 145.54MWh/día.

1.3- Temperatura

Las condiciones de operación en las que se obtienen los parámetros nominales del panel se corresponden con una temperatura ambiente de 20°C y una velocidad del viento de 1 m/s en las cuales el fabricante determina que la temperatura de trabajo de la celda es de 45°C.

Las variaciones de temperatura en el panel afectan a su rendimiento, cuanto mayor es la temperatura del panel menor es la tensión eléctrica que se obtiene en la salida del mismo y esto se traduce en un menor rendimiento. A continuación, se incluye una ilustración con la variación de la potencia, tensión e intensidad del panel en función de la temperatura a la que se encuentre.

Temperature Characteristics	
NOCT	45 ± 3 °C
Pmpp	-0.36%/°C
Voc	-0.26%/°C
Isc	0.02 %/°C

Ilustración 4. Características de temperatura nominal de la célula del panel.

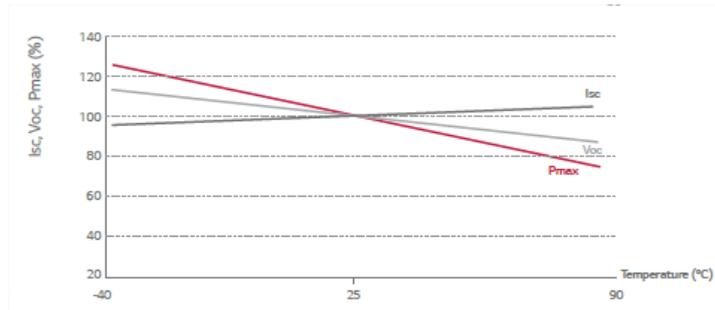


Ilustración 5 Curva de características en función de la temperatura.

Es decir, una instalación solar tiene una mayor eficiencia cuanto mayor es la radiación solar que reciben y menor es la temperatura ambiente del lugar.

Según los datos meteorológicos registrados en la estación perteneciente a AEMET localizada en Rueda un municipio situado a una altitud de 715m y a una distancia de 9,13km de Tordesillas podemos observar que las altas temperaturas influirán en el rendimiento de la instalación en los meses de julio y agosto donde se registra una temperatura máxima media de 30°C.

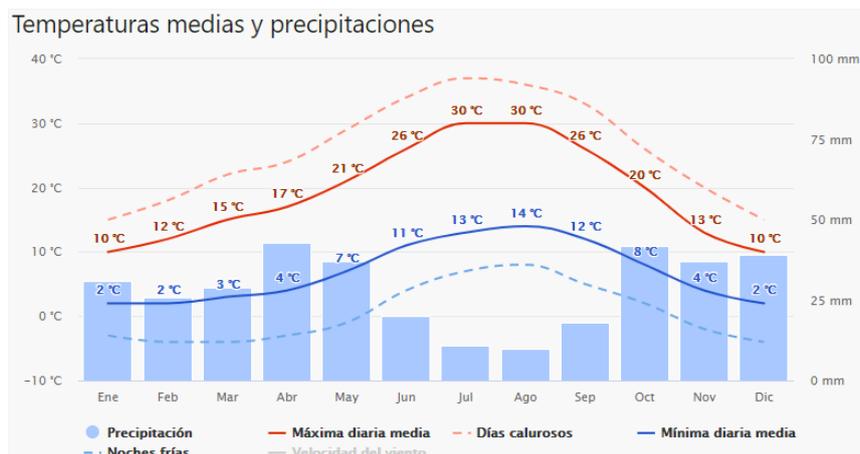


Ilustración 6. Tabla de temperaturas medias - Tordesillas últimos 30 años.

Fuente: Meteoblue data source AEMET

1.4- Precipitaciones

Desde el punto de vista meteorológico de la instalación, las precipitaciones de la zona son un factor a tener en cuenta en los criterios de localización. Bien es cierto que la lluvia reduce la producción de energía eléctrica debido al cielo cubierto por las nubes reduciendo la cantidad de radiación que incide en los paneles y no sería lo más conveniente situar una central solar en un lugar donde se produzcan lluvias durante gran parte del año, sin embargo la lluvia en días puntuales no produce un efecto negativo, sino que puede ser un factor muy beneficioso por tener dos efectos sobre los paneles, en primer lugar, limpia la superficie del panel de polvo o suciedad que producía una disminución en su rendimiento y en segundo lugar refrigera el panel, disminuyendo su temperatura y por lo tanto aumentando también su rendimiento de esta manera.

Existen también otro tipo de precipitaciones como puede ser el granizo que podría suponer un deterioro físico del panel si no presentase la suficiente resistencia ante los impactos. En los

estados miembros de la Unión Europea para la comercialización de los paneles solares se debe superar una certificación denominada IEC 61215, en la cual una de las pruebas más exigentes a la que se someten los paneles es la simulación de una granizada. La prueba consiste en un ensayo de impacto en el cual se lanzan bolas de hielo de hasta 203 gramos a una velocidad de 39.5 m/s donde para conseguir la certificación del módulo, este no debe sufrir una degradación superior al 5% sin daños visibles.

Desde el punto de vista de la precipitación en forma de nieve se debe garantizar una resistencia mecánica a la carga en la cara frontal tanto del panel como la estructura que lo soporta. La nieve disminuirá el rendimiento de la instalación porque se produce el efecto similar a un sombreado en el panel.

Según las fuentes meteorológicas consultadas en Tordesillas las precipitaciones no constituyen un problema, ya que es una localidad en la que nieva con una frecuencia casi nula y no es una zona donde el granizo amenace con frecuencia a lo largo de los años. A continuación, se incluye un diagrama de precipitaciones medias en Tordesillas.

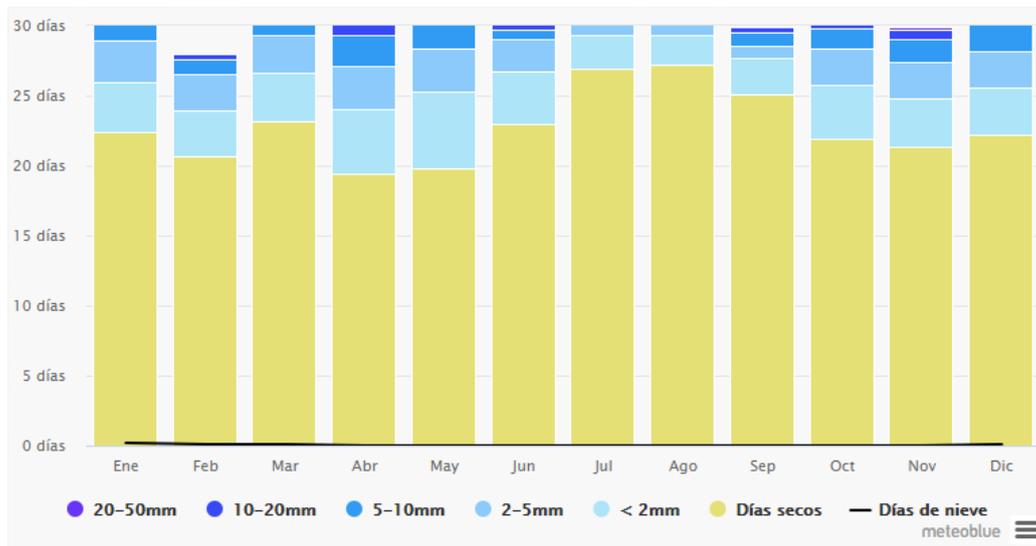


Ilustración 7. Diagrama de precipitaciones - Tordesillas últimos 30 años.

Fuente: Meteoblue data source AEMET

Estudiando el diagrama se puede llegar a la conclusión que Tordesillas posee principalmente un clima seco, pudiendo constituir un problema en la producción de julio y agosto como vimos anteriormente ya que son meses muy calurosos en los que se producen muy pocas precipitaciones.

1.5- Viento

Se realiza un estudio del viento con dos motivos principalmente, en primer lugar, se debe garantizar tanto que la estructura sobre la que está instalado el panel como el propio panel serán capaces de soportar los vientos existentes en la zona sin riesgo de salir despedido y, en segundo lugar, desde el punto de vista de refrigeración del panel. Será conveniente mantener mayor o menor distancia entre las filas de paneles en la instalación dependiendo de si la zona es muy calurosa y no posee viento que haga que se refrigeren los paneles reduciendo el rendimiento del panel y con ello reduciendo también la producción de energía eléctrica.

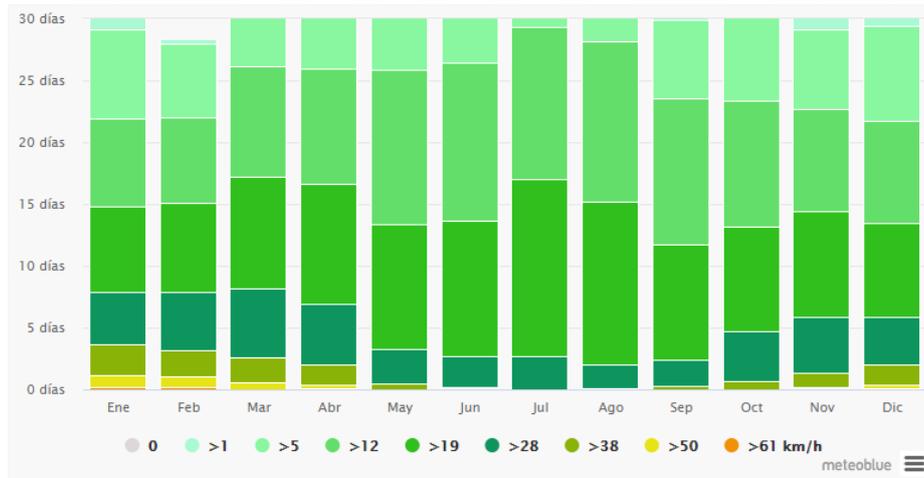


Ilustración 8. Diagrama del viento - Tordesillas últimos 30 años.

Fuente: Meteoblue data source AEMET

Analizando el diagrama podemos observar que el riesgo de desprendimiento por la fuerza del viento resulta mínimo y se manifiesta en los meses de enero, febrero y marzo llegando a poder alcanzar algún día señalado viento de 50 km/h. Desde el punto de vista de la refrigeración podemos observar que durante los meses más duros (julio y agosto) en la mayoría de los días se tendrá viento de al menos 5 km/h favoreciendo la refrigeración de los paneles.

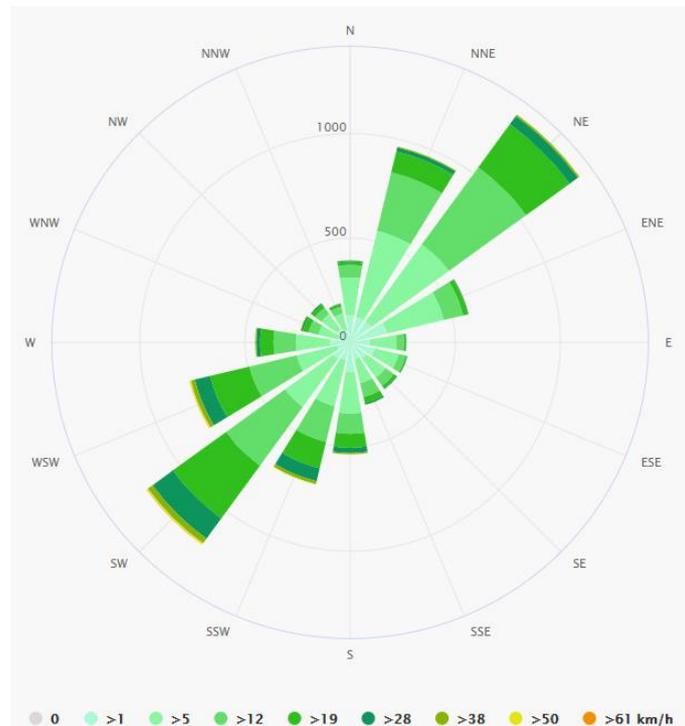


Ilustración 9. Rosa de los vientos - Tordesillas últimos 30 años.

Fuente: Meteoblue data source AEMET

La rosa de los vientos indica que los vientos predominantes son los provenientes del Nordeste y del Suroeste siendo estos últimos los que pueden resultar potencialmente más peligrosos puesto que se alcanzan durante más días velocidades en torno a los 28 km/h



Universidad de Valladolid



ANEJO II:

CÁLCULO DE LA DISTANCIA, ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES SOLARES



ÍNDICE ANEJO II

1- Orientación e inclinación.....	1
2- Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras	2
3- Distancia mínima entre filas de módulos.....	3

1- Orientación e inclinación

Con la finalidad de reducir las pérdidas por orientación e inclinación del generador y por lo tanto maximizar la incidencia de la radiación solar en los paneles en la instalación se determinan los siguientes parámetros:

- Ángulo de azimut (α), según el pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red, se define como “el ángulo entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar. Su valor es de 0° para módulos orientados al Sur, -90° para módulos orientados al Este y $+90^\circ$ para módulos orientados al Oeste.”

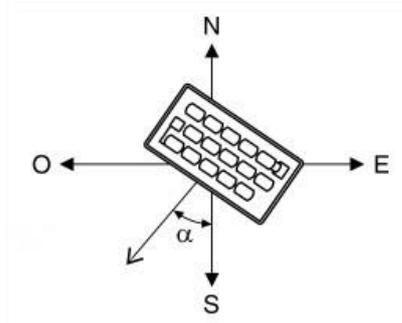


Ilustración 1. Figura del ángulo de azimut. Orientación (α).

Fuente: PdCT IDAE

- Inclinación (β), también según el pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red se define como “el ángulo que forma la superficie de los módulos con el plano horizontal. Su valor es 0° para los módulos horizontales y 90° para los verticales.”

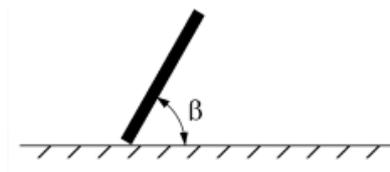


Ilustración 2. Figura del ángulo de inclinación (β).

Fuente: Fuente: PdCT IDAE

España es un país situado en el hemisferio norte, por lo tanto, la inclinación óptima anual se corresponde con una orientación Sur, azimut de 0° , de esta forma se garantiza una mayor incidencia de la radiación solar en las horas centrales del día.

Los ángulos de inclinación elevados $\beta > 35^\circ$ se corresponden con inclinaciones orientadas a optimizar su producción en los meses de invierno, donde el sol está más bajo en el horizonte. Este tipo de inclinaciones presenta dos problemas principalmente. En primer lugar, el excesivo ángulo de inclinación ofrece una mayor resistencia al aire teniendo que emplear mayor cantidad de material para asegurar la fijación de los elementos al terreno para evitar que salgan despedidos. En segundo lugar, las sombras generadas por las filas de módulos son más alargadas, teniendo que aumentar más la distancia entre las mismas.

Los ángulos de inclinación $\beta < 32^\circ$ se corresponden con la optimización de la producción en la instalación durante los meses de verano, ya que el sol se encuentra muy alto en el horizonte y se garantiza una alta producción a lo largo de los días.

En nuestro caso debido a las altas temperaturas que se alcanzan en los meses de verano se pretende optimizar la producción de manera anual por lo que se escoge un ángulo intermedio que asegure una mayor producción anual.

Se puede comprobar mediante el software de simulación que la orientación óptima se corresponde con $\alpha = 0^\circ$ tal como se ha señalado anteriormente y que la inclinación óptima anual es de $\beta = 35^\circ$.

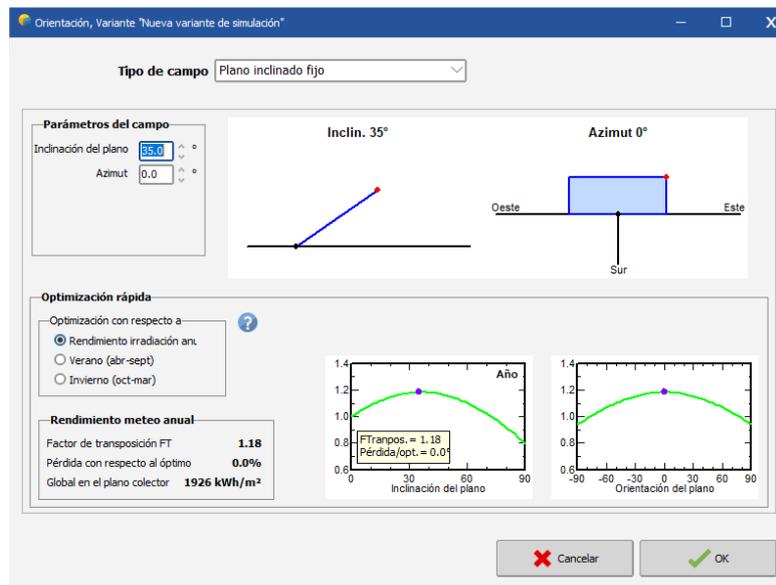


Ilustración 3. Orientación e inclinación óptima en PVsyst

2- Cálculo de las pérdidas de radiación solar por sombras

El estudio de posibles sombras por elementos ajenos a la instalación también debe ser objeto de estudio ya que como se ha mencionado anteriormente estas sombras suponen una disminución considerable del rendimiento de la instalación, por lo tanto, a partir de su estudio se intentarán evitar en la medida de lo posible además de poder cuantificar las pérdidas que supondrían en la producción de la instalación.

En primer lugar, se identifican los objetos que podrían proyectar las sombras y se obtienen sus coordenadas de posición, azimut y elevación o ángulo de inclinación con respecto al plano horizontal.

En segundo lugar, se representa el perfil de obstáculos en el diagrama de trayectorias del sol a lo largo de todo el año.

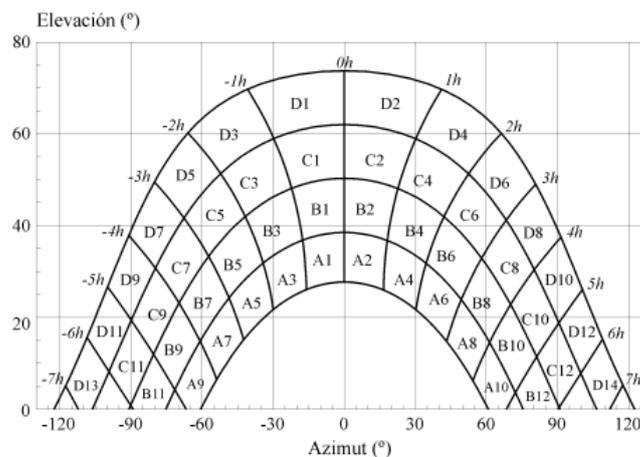


Ilustración 2. Diagrama de trayectorias del Sol.

Fuente: PdCT IDAE

Cada porción de la Ilustración 2 corresponde al recorrido del Sol en una hora a lo largo de varios días y su contribución a la irradiación solar global anual. Al dibujar el perfil del objeto que está siendo estudiado cubrirá ciertas porciones del diagrama que corresponderá a la irradiación que está incidiendo en el obstáculo y no está siendo irradiada en nuestros paneles.

Se debe seleccionar en las tablas de referencia proporcionadas en el Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE aquella cuyos ángulos de azimut e inclinación sean más parecidos a la superficie de estudio obteniendo unos coeficientes por coordenadas.

El porcentaje de pérdida de radiación anual resulta del sumatorio de los coeficientes que estén sombreados por la cantidad de llenado de cada fracción ocupada.

En la parcela escogida no existe ningún objeto que constituya un problema en la aparición de sombras como podrían ser edificios, zonas montañosas, áreas boscosas etc... sino que se trata de una parcela llana en un terreno agrícola a las afueras del núcleo urbano.

3- Distancia mínima entre filas de módulos

La distancia mínima entre filas de módulos tiene que ser aquella que garanticen al menos 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno que es el día en el que el sol tiene la menor elevación respecto al horizonte.

Esta distancia mínima (d) medida sobre la horizontal entre las filas de módulos que componen la instalación está condicionada por la altura (h) que posea la fila anterior y por la latitud de la instalación. Sustituyendo en la siguiente expresión obtenida del Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE se calcula la distancia mínima.

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

En nuestra instalación las filas están compuestas por 3 paneles en posición horizontal y una inclinación de 35°.

Dimensiones del panel: LG400N2W-A5

- Largo: 2024 mm
- Ancho: 40 mm
- Alto: 1024 mm

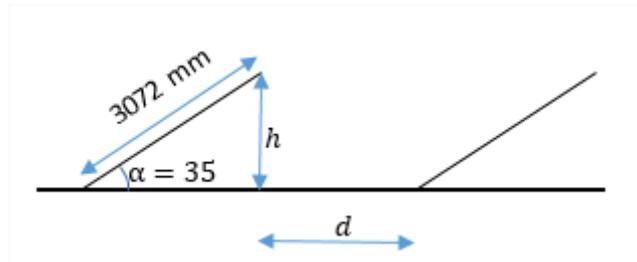


Ilustración 3. Distancia mínima entre filas

Por lo tanto, la altura h se obtiene de la siguiente expresión:

$$h = \text{alto} \cdot n^{\circ} \text{paneles} \cdot \text{sen}(\alpha)$$

Sustituyendo en la expresión de la distancia mínima se tiene que:

$$d = \frac{\text{alto} \cdot n^{\circ} \text{paneles} \cdot \text{sen}(\alpha)}{\tan(61^{\circ} - \text{Latitud})}$$

$$d = \frac{1024 \cdot 3 \cdot \text{sen}(35)}{\tan(61^{\circ} - 41^{\circ})}$$

$$d = 4.84 \text{ m}$$

Por lo tanto, con la finalidad de asegurar que en todo momento se cumpla dicha distancia además de mejorar la ventilación de la instalación la separación entre filas de la instalación será de 6 m.



Universidad de Valladolid



ANEJO III:

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS



ÍNDICE ANEJO III

1-	Cálculo máxima y mínima tensión e intensidad del panel	1
2-	Características del Inversor	3
3-	Cálculo asociación de módulos.	3
4-	Esquema de la instalación.	4
5-	Cajas de conexiones (Combiner Box)	5
6-	Cálculo cableado de corriente continua.	5
6.1-	Cálculo cableado de los strings a combiner box	5
6.2-	Cálculo cableado de las combiner box a los inversores	51
6.3-	Cálculo diámetro tubo de canalización.	56
7-	Cálculo del cableado de corriente alterna.	56
8-	Cálculo de protecciones	62
8.1-	Protecciones instaladas en la caja de conexiones.....	63
8.1.1-	Fusibles.....	63
8.1.2-	Interruptor - Seccionador.....	67
8.1.3-	Descargador de sobretensiones del tipo CC	67
8.2-	Protecciones instaladas en el inversor.....	68
8.2.1-	Fusibles.....	68
8.2.2-	Interruptor - Seccionador.....	69
8.2.3-	Descargador de sobretensiones.....	69
8.2.4-	Interruptor diferencial.....	70
8.3-	Cálculo de protecciones de media tensión (CA)	70
8.3.1-	Tensiones e intensidades de defecto mínimos exigidos por Iberdrola.....	71
8.3.2-	Aparamenta de MT en los Centros de Transformación	71
8.3.3-	Aparamenta de MT en el centro de Unión y Seccionamiento	72
8.3.4-	Aparamenta de MT en el punto de conexión	72
9-	Cálculo de puesta a tierra.....	74
9.1-	Puesta a tierra de protección	76
9.2-	Puesta a tierra de servicio	76
9.3-	Orden de cálculos.....	76
9.3.1-	Determinar la Intensidad de defecto máxima	77
9.3.2-	Diseño preliminar	77
9.3.3-	Cálculo de la verdadera resistencia del electrodo de puesta a tierra.....	79
9.3.4-	Intensidad de defecto real	80
9.3.5-	Tensiones de paso exterior instalación.....	80



Universidad de Valladolid

9.3.6-	Tensiones de paso de acceso	80
9.3.7-	Tensiones de paso y contacto con el interior de la instalación.....	80
9.3.8-	Comprobaciones	80
9.3.9-	Cálculo de las comprobaciones	82
9.3.10-	Investigación de tensiones transferidas.....	83
9.3.11-	Calculo de tierra de servicio (Neutro del transformador).....	84
9.4-	Puesta a tierra de protección de elementos externos.....	85

1- Cálculo máxima y mínima tensión e intensidad del panel

La temperatura es uno de los factores más influyentes en el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos influyendo en los parámetros eléctricos de salida en los mismos según la temperatura a las que estén operando. Los fabricantes proporcionan la tensión y corriente máxima del panel en estado de circuito abierto y en condiciones de trabajo nominal de la célula, pero es necesario calcular la máxima y mínima tensión e intensidad que pueden adquirir en función de las temperaturas a las que serán sometidos en función de la localización de la instalación.

Se han consultado los valores extremos de Valladolid en AEMET por ser el registro de la fuente más fiable próxima a Tordesillas.

Valladolid

Latitud: 41° 38' 27" N - Longitud: 4° 45' 16" O
Altitud: 735 m - Posición: Ver localización
Intervalos de validez por variables:
Precipitación: 1973-2020 Temperatura: 1973-2020 Viento: 1973-2020

Variable	Anual
Máx. núm. de días de lluvia en el mes	26 (nov. 2019)
Máx. núm. de días de nieve en el mes	9 (ene. 2009)
Máx. núm. de días de tormenta en el mes	11 (jul. 1987)
Prec. máx. en un día (l/m2)	56.3 (01 sept. 1999)
Prec. mensual más alta (l/m2)	166.7 (nov. 1984)
Prec. mensual más baja (l/m2)	0.0 (ago. 2018)
Racha máx. viento: velocidad y dirección ...	Vel 128, Dir 260 (25 feb. 1989 12:30)
Tem. máx. absoluta (°C)	40.2 (19 jul. 1995)
Tem. media de las máx. más alta (°C)	33.8 (jul. 2020)
Tem. media de las mín. más baja (°C)	-3.8 (dic. 2001)
Tem. media más alta (°C)	25.1 (ago. 2003)
Tem. media más baja (°C)	1.3 (dic. 2001)
Tem. mín. absoluta (°C)	-11.5 (14 feb. 1983)

Ilustración 1. Tabla de valores extremos.

Fuente:

http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/efemerides_extremos?*w=0&k=cle&l=2422&dato=s=det&x=2422&m=13&v=todos

La tensión máxima e intensidad mínima que se podrían medir en la salida del panel se obtendrán bajo las condiciones de temperatura mínima de la zona e irradiancia mínima.

A partir de la siguiente expresión calcularemos la temperatura del panel, donde:

- T_{panel} : Temperatura del panel a la mínima temperatura ambiente
- $T_{ambiente}$: Mínima temperatura registrada en la zona.
- T_{ONC} : Temperatura Operación Nominal de la Célula bajo cuando el módulo está sometido a una irradiancia de 800 W/m^2 con distribución espectral AM 1,5G a temperatura ambiente de 20°C y viento de 1 m/s
- E : Irradiancia mínima a partir de la cual se considera que el panel entra en funcionamiento, su valor es de 100 W/m^2

$$T_{panel} = T_{ambiente} + \frac{(T_{ONC} - 20)}{800} E$$

$$T_{\text{mínima panel}} = -10 + \frac{(45 - 20)}{800} \cdot 100 = -6.875^{\circ}\text{C}$$

Después de calcular la temperatura de la célula bajo esas condiciones se procede al cálculo de la tensión de circuito abierto que proporcionará el panel en su salida aplicando la siguiente expresión, donde:

- V_{co} : Tensión en circuito abierto del panel en su salida a la temperatura calculada
- $V_{co}(25^{\circ}\text{C})$: Tensión medida en circuito abierto del panel bajo condiciones estándar de funcionamiento (STC), Irradiancia de 1000 W/m^2 con distribución espectral AM 1,5G a temperatura ambiente de 25°C
- λ : coeficiente de variación de tensión respecto a la variación de temperatura proporcionado en la ficha técnica del panel

$$V_{co} = V_{co}(25^{\circ}\text{C}) + \lambda (T_{\text{panel}} - 25^{\circ}\text{C}) \quad (1)$$

$$V_{co} = 49.3 + (-0.0026)(-6.875 - 25^{\circ}\text{C}) = 49.38 \text{ V}$$

La intensidad bajo estas condiciones ambientales se calcula de manera similar mediante la siguiente expresión, donde:

- I_{sc} : Corriente de cortocircuito del panel a la temperatura calculada
- $I_{sc}(25^{\circ}\text{C})$: Corriente medida en circuito abierto del panel bajo condiciones estándar de funcionamiento (STC), Irradiancia de 1000 W/m^2 con distribución espectral AM 1,5G a temperatura ambiente de 25°C
- θ : coeficiente de variación de intensidad respecto a la variación de temperatura proporcionado en la ficha técnica del panel

$$I_{sc} = I_{sc}(25^{\circ}\text{C}) + \theta (T_{\text{panel}} - 25^{\circ}\text{C}) \quad (2)$$

$$I_{sc} = 10.47 + 0.0002 (-6.875 - 25) = 10.46 \text{ A}$$

Del mismo modo se procede a calcular la tensión mínima e intensidad máxima medidas en el panel obtenidas bajo las condiciones de máxima temperatura y máxima irradiancia, primeramente, calcularemos la temperatura máxima que alcanzará el panel, donde:

- T_{panel} : Temperatura del panel a la máxima temperatura ambiente
- T_{ambiente} : Máxima temperatura registrada en la zona
- T_{ONC} : Temperatura Operación Nominal de la Célula bajo cuando el módulo está sometido a una irradiancia de 800 W/m^2 con distribución espectral AM 1,5G a temperatura ambiente de 20°C y viento de 1 m/s
- E : Irradiancia máxima a partir de la cual se considera que el panel está generando a pleno rendimiento, su valor es de 1000 W/m^2

$$T_{\text{panel}} = T_{\text{ambiente}} + \frac{(T_{\text{ONC}} - 20)}{800} E$$

$$T_{\text{máxima panel}} = 40 + \frac{(45 - 20)}{800} \cdot 1000 = 71.25^{\circ}\text{C}$$

A continuación, a partir de las expresiones (1) y (2) señaladas anteriormente se calcula la correspondiente tensión e intensidad en esa temperatura de trabajo.

$$V_{co} = V_{co}(25^{\circ}C) + \lambda (T_{panel} - 25^{\circ}C)$$

$$V_{co} = 49.3 + (-0.0026)(71.25 - 25^{\circ}C) = 49.13 V$$

$$I_{sc} = I_{sc}(25^{\circ}C) + \theta (T_{panel} - 25^{\circ}C)$$

$$I_{sc} = 10.47 + 0.0002 (71.25 - 25) = 10.48 A$$

2- Características del Inversor

El inversor es el elemento de la instalación que determinará el conexionado de los módulos fotovoltaicos en función de sus parámetros de funcionamiento, en el caso de nuestra instalación solar el inversor seleccionado es el SIEMENS Sinacon PV5000.

Siemens Sinacon PV5000	
DC voltage (max. MPP)	1500 V
DC voltage (min. MPP)	1006 V/1,107 V
DC current (max)	4 x 1200 A
Nominal Power	4 x 1270 kW
Short-circuit current (max)	6,4 kA / 7 kA

Tabla 1. Características inversor

La potencia fotovoltaica instalada es de 19353.6kWp por lo tanto se instalarán 4 inversores cuya potencia nominal es de 20000 kW. Cada inversor tendrá una potencia de entrada de 4838.4kWp cuyo valor es ligeramente inferior a su potencia nominal 5000kW.

3- Cálculo asociación de módulos.

Para garantizar el correcto funcionamiento del inversor se deben de cumplir las siguientes condiciones:

- Asociación en serie de paneles fotovoltaicos, denominados también cadenas o strings

$$N_{\text{máx paneles serie}} = \frac{U_{\text{max MPP}}}{V_{\text{co mín temp}}} = \frac{1500 V}{49.38 V} = 30.37 \text{ paneles}$$

$$N_{\text{mín paneles serie}} = \frac{U_{\text{min MPP}}}{V_{\text{co máx temp}}} = \frac{1006 V}{49.13 V} = 20.47 \text{ paneles}$$

La instalación está diseñada con strings de 27 paneles a partir de los cuales se han proyectado sobre la parcela disponible con la finalidad de obtener el número máximo de paneles que se pueden instalar resultando un número de 34020 paneles fotovoltaicos y teniendo así una potencia pico de:

$$P_{\text{pico generador FV}} = n^{\circ} \text{paneles} \cdot P_{\text{pico panel}}$$

$$P_{\text{pico generador FV}} = 48384 \cdot 400 W_p = 19353.6 kWp$$

- Asociación de ramales o strings en paralelo

$$N_{\text{ramales paralelo}} = \frac{N_{\text{paneles totales}}}{N_{\text{paneles en serie}}} = \frac{48384}{27} = 1792 \text{ ramales}$$

$$N_{\text{máx ramales paralelo}} = \frac{I_{\text{max sc inv}}}{I_{\text{sc mín temp}}} = \frac{6400 \text{ A}}{10.48 \text{ A}} = 610.69 \text{ ramales por inversor}$$

4- Esquema de la instalación.

El esquema adoptado en la instalación de los paneles se corresponde con una configuración de 3 filas de paneles superpuestos horizontalmente hasta formar un string de 27 paneles en serie cuya nomenclatura es 3Hx27. Esta es la mínima asociación que se podrá realizar en caso de ampliación del parque fotovoltaico ya que su asociación en serie proporciona la tensión nominal del parque solar.

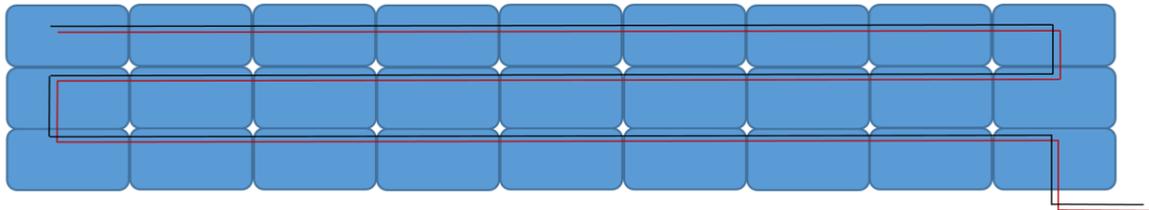


Ilustración 2. Esquema configuración de paneles 3Hx27

Como se ha indicado anteriormente, la instalación está formada por 4 inversores, este esquema muestra la configuración adoptada por cada inversor que se conectará a su transformador correspondiente.

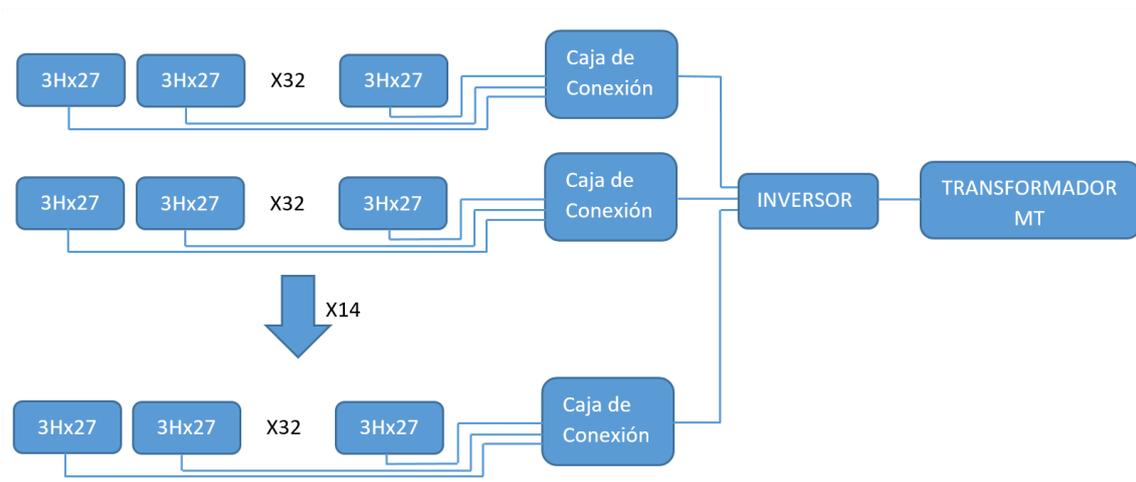


Ilustración 3. Esquema de la instalación.

Finalmente, la configuración adoptada será la siguiente:

Disposición Adoptada	
Nº paneles en serie	27
Nº ramales en paralelo totales	1792
Nº ramales paralelo por inversor	448

Tabla 1. Disposición adoptada

Comprobaciones:

$$N_{\text{paneles serie}} \cdot V_{CO_{\text{mín temp}}} = 27 \cdot 49.38 = 1333.34 \text{ V} < 1500 \text{ V} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$N_{\text{paneles serie}} \cdot V_{CO_{\text{máx temp}}} = 27 \cdot 49.13 = 1327.8 \text{ V} > 1006 \text{ V} \rightarrow \text{Cumple}$$

$$N_{\text{ramales por inversor}} \cdot I_{sc_{\text{máx temp}}} = 448 \cdot 10.48 = 4695.04 \text{ A} < 6400 \text{ A} \rightarrow \text{Cumple}$$

5- Cajas de conexiones (Combiner Box)

En la instalación solar se dispondrán cajas de conexiones con la capacidad de agrupar 32 grupos de paneles en serie en un conductor de sección mayor que será el que se conecte con el inversor.

$$\text{Cajas de conexiones} = \frac{n^{\circ} \text{ paneles instalados}}{n^{\circ} \text{ paneles serie} \cdot \text{Capacidad caja de conexiones}} = \frac{48384}{27 \cdot 32} = 56$$

Se instalarán 56 cajas de conexiones que se repartirán entre los 4 inversores instalados en el parque solar, por lo tanto, a cada inversor se le conectarán 14 entradas procedentes de estas cajas de conexiones.

6- Cálculo cableado de corriente continua.

La instalación del cableado de corriente continua se realiza bajo la normativa del Reglamento electrotécnico para baja tensión actualizada a 1 de octubre del año 2020 siguiendo la ITC-BT de la 19 a la 22 dispuesto para las INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS.

Se denomina instalación de baja tensión aquella cuya tensión nominal en corriente continua sea igual o inferior a 1500 V.

El cálculo del cableado de corriente continua está diferenciado en dos tramos:

- Primer Tramo: Cableado desde el panel fotovoltaico hasta la caja de conexiones o combiner box.
- Segundo Tramo: Cableado desde la caja de conexiones hasta el inversor.

La caída de tensión máxima admisible desde el generador fotovoltaico hasta el inversor es de un 2% pudiendo repartir esta caída de tensión entre los dos tramos.

6.1- Cálculo cableado de los strings a combiner box

En este tramo se empleará un conductor de cobre con un aislamiento termoestable de polietileno reticulado (XLPE). El método de canalización desde el panel hasta la caja de conexión

se realizará bajo tubo enterrado y profundidad de 0.7m. El método de instalación empleado corresponde al D1 tal y como se indica en la UNE 20460-5-523 en su tabla 52.

- **Criterio de intensidad máxima admisible.**

La máxima intensidad producida por el panel se corresponde con la Intensidad de cortocircuito que nos proporciona el fabricante en la placa de características, en este caso se corresponde con:

$$I_{sc} = 9.86 A$$

Por definición la corriente que circula por el string es la misma que la circula por un panel, por lo tanto:

$$I_{sc} = I_{string} = 9.86 A$$

Según el punto nº5 de la ITC-BT 40 - INSTALACIONES GENERADORAS DE BAJA TENSIÓN: “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador”

$$I_{cálculo\ string} = 9.86 \cdot 1.25 = 12.325 A$$

A partir de la intensidad de cálculo se aplican los coeficientes de corrección según las condiciones en las que se realice el tramo de la instalación teniendo en cuenta que discurrirán desde los paneles hasta la caja de conexiones enterrados bajo tubo.

Según norma en el terreno se comprueba que:

- Temperatura del terreno: 20°C
- Resistividad térmica del terreno: 1 Km/W

La intensidad final a la que puede ser sometido el conductor está condicionada a su método de instalación y los distintos factores de corrección que se han de aplicar con la finalidad de hacer un cálculo más preciso tal y como se recoge en el reglamento electrotécnico de baja tensión.

Factor de corrección en función de la profundidad de la instalación.

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 2. Factor de corrección según profundidad.

Fuente REpBT

Factor de corrección en función de la temperatura ambiente del terreno en el que se realiza la instalación.

Aislamiento	Temperatura ambiente () (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



Tabla 3. Factor de corrección Ft para temperatura ambiente del terreno distinta de 25°C.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

El factor de corrección en función de la resistividad térmica del terreno ha sido modificado a 2.5Km/W sustituyendo a 1Km/W como valor de referencia en su última modificación correspondiente al año 2004 de la norma de intensidades admisibles modificando la ITC-BT-07 redactada basándose en la norma UNE 20435.

RESISTIVIDAD TÉRMICA K-m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Cables en conductos enterrados (D1)	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Cables enterrados directamente (D2)	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

Tabla 4. Factores de corrección de la intensidad admisible para cables soterrados en terrenos de resistividad térmica diferente a 2.5Km/W.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

Se agruparán en la misma zanja un máximo de 12 cables hasta la caja de conexiones, por lo tanto, el factor de corrección en función del número de circuitos se determina según la siguiente tabla:

NÚMERO DE CABLES MULTICOLORES O DE GRUPOS DE 2 O 3 CABLES UNIPOLARES (UN CIRCUITO POR CONDUCTO)	DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a)			
	Nula (tubos en contacto)	0,25m	0,50m	1,0m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

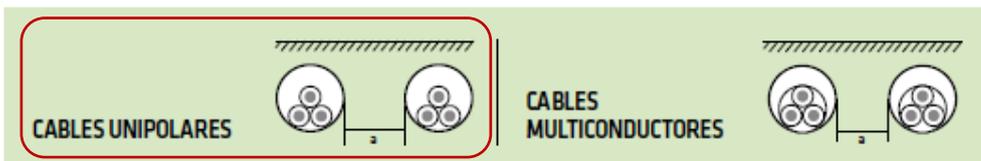


Tabla 5. Factor de corrección Fa cables multiconductores en conductos enterrados tipo D1 o cables unipolares en un solo conducto.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

Universidad de Valladolid

Se aplican los factores de corrección a la intensidad de cálculo del string con la finalidad de calcular la intensidad corregida:

$$I_{\text{cálculo corregida}} = \frac{I_{\text{cálculo string}}}{\Sigma \text{factores corrección}} = \frac{12.325}{1.05 \cdot 1.18 \cdot 0.45} = 22.11 \text{ A}$$

Consultando la tabla de intensidades máximas admisibles según nuestro tipo de montaje y conductor empleado seleccionamos una intensidad igual o superior a la anteriormente calculada para cumplir el criterio de intensidad.

MÉTODO DE INSTALACIÓN TIPO SEGÚN TABLA 52-B2		TIPO DE AISLAMIENTO TÉRMICO (XLPE o PVC) + NÚMERO DE CONDUCTORES GARGADOS (2 o 3) (TEMPERATURA MÁXIMA DE LOS CONDUCTORES EN RÉGIMEN PERMANENTE → 70°C TIPO PVC Y 90°C TIPO XLPE)																		
A1			PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)						XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)									
A2		PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)							XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)									
B1					PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)											XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)		
B2					PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)											XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)		
C																	XLPE3 (90 °C)	PVC2 (90 °C)		
D1/D2*		VER SIGUIENTE TABLA																		
E																	PVC2 (70 °C)	XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)	
F																	PVC3 (70 °C)	PVC2 (70 °C)	XLPE3 (90 °C)	XLPE2 (90 °C)
Cobre	mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
	1.5	11	11.5	12.5	13.5	14	14.5	15.5	16	16.5	17	17.5	19	20	20	20	21	23	25	
	2.5	15	15.5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	34	
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	46	
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	59	
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	82	
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	110	
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146	
	35	72	77	86	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182	
	50	86	94	103	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220	
	70	109	118	130	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282	
	95	131	143	156	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343	
	120	150	164	179	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397	
	150	171	188	196	224	236	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458	
185	194	213	222	256	268	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523		
240	227	249	258	299	315	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617		
300	259	285	295	343	360	398	396	432	414	461	468	516	524	547	549	630	674	713		
Aluminio	2.5	11.5	12	13	14	15	16	16.5	17	17.5	18	19	20	20	21	23	25			
	4	15	16	17	19	20	21	22	22	23	24	25	26	28	27	29	31	34		
	6	20	20	22	24	25	27	29	28	30	31	32	33	35	36	38	40	44		
	10	26	27	31	33	35	38	40	40	41	42	44	46	49	50	52	56	60		
	16	35	37	41	46	48	50	52	53	55	57	60	63	66	66	70	76	82	82	
	25	46	49	54	60	63	63	66	67	70	72	75	78	81	84	88	91	98	110	
	35				74	78	78	81	83	87	89	93	97	101	104	109	114	122	136	
	50				90	94	95	100	101	106	108	113	118	123	127	132	140	149	167	
	70				115	121	121	127	130	136	139	145	151	158	162	170	180	192	215	
	95				140	146	147	154	159	166	169	177	183	192	197	206	219	233	262	
	120				161	169	171	179	184	192	196	205	213	222	228	239	254	273	306	
	150					187	196	205	213	222	227	237	246	257	264	276	294	314	353	
	185					212	222	232	243	254	259	271	281	293	301	315	337	361	406	
	240					248	261	273	287	300	306	320	332	347	355	372	399	427	482	
300					285		313		331		366		400		429	462	494	558		

NOTAS: con fondo naranja figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios). Los valores con fondo azul no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la propia norma UNE-HD 60364-5-52. Los valores con fondo amarillo no figuran en la tabla original y no es posible calcularlos con la UNE-HD 60364-5-52, por lo que se ha recurrido al método de cálculo de la última versión internacional de la norma IEC 60364-5-52, que curiosamente no ha eliminado el método de cálculo como se ha hecho en la versión UNE-HD.

* Métodos D1/D2	Sección mm²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20	27	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	23	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24	32	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21	27	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2	-	-	-	-	-	70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3	-	-	-	-	-	58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

Tabla 6. Intensidades admisibles en amperios en función del conductor y del método de instalación empleado.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

Según el criterio de intensidad la sección mínima que se podría instalar se corresponde con 2.5mm² cuya intensidad máxima es de 32A.

- **Criterio de caída de tensión en corriente continua**

El cálculo de la caída de tensión a partir de la sección seleccionada se realiza a partir de la siguiente expresión:

L: Longitud del string a la combiner box (m)

I: Corriente nominal del circuito (7.88 A)

S: Sección del cable (mm²)

γ: Conductividad del material Cu (XLPE) - (90°C) (45.5 m/Ωmm²)

e: caída de tensión máxima admisible (V)

$$e = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot S}$$

Se puede observar que la caída de tensión es proporcional a la longitud del cable, por ello, se ha elaborado una tabla con las distintas longitudes medidas en el plano desde el string hasta su correspondiente caja de conexión.

Expresión empleada en el cálculo del porcentaje de caída de tensión:

$$e (\%) = \frac{e}{U} = \frac{e}{37.6 \cdot 27} \cdot 100$$

Según el criterio de diseño se escogerá una sección tal que en todos los strings del tramo 1 no se supere el 0.5% de caída de tensión.

Se elabora una tabla de cálculo de la caída de tensión en función de las diferentes longitudes de los tramos con la finalidad de buscar la solución óptima entre las posibles secciones cuya intensidad máxima admisible sea superior a los 22.11A. Finalmente la sección que cumple que la caída de tensión sea inferior al 0.5% en todos los tramos es la de 25mm².

Tabla de cálculo:

Tramo 1 (Strings - Combiner Box)

String	Combiner Box	Long (m)	S (mm ²)	I (A)	e (V)	e(%)
S01	CB01	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB01	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB01	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB01	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB01	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB01	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB01	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB01	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB01	163,89	25	7,88	2,27	0,22



Universidad de Valladolid

S10	CB01	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB01	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB01	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB01	38,21	25	7,88	0,53	0,05
S14	CB01	56,42	25	7,88	0,78	0,08
S15	CB01	74,63	25	7,88	1,03	0,10
S16	CB01	92,84	25	7,88	1,29	0,13
S17	CB01	111,05	25	7,88	1,54	0,15
S18	CB01	129,26	25	7,88	1,79	0,18
S19	CB01	147,47	25	7,88	2,04	0,20
S20	CB01	165,68	25	7,88	2,30	0,23
S21	CB01	183,89	25	7,88	2,55	0,25
S22	CB01	202,1	25	7,88	2,80	0,28
S23	CB01	220,31	25	7,88	3,05	0,30
S24	CB01	238,52	25	7,88	3,30	0,33
S25	CB01	48,21	25	7,88	0,67	0,07
S26	CB01	66,42	25	7,88	0,92	0,09
S27	CB01	84,63	25	7,88	1,17	0,12
S28	CB01	102,84	25	7,88	1,42	0,14
S29	CB01	121,05	25	7,88	1,68	0,17
S30	CB01	139,26	25	7,88	1,93	0,19
S31	CB01	157,47	25	7,88	2,18	0,21
S32	CB01	175,68	25	7,88	2,43	0,24
S01	CB02	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB02	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB02	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB02	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB02	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB02	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB02	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB02	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB02	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB02	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB02	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB02	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB02	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB02	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB02	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB02	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB02	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB02	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB02	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB02	82,84	25	7,88	1,15	0,11



Universidad de Valladolid

S21	CB02	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB02	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB02	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB02	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB02	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB02	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB02	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB02	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB02	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB02	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB02	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB02	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB03	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB03	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB03	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB03	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB03	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB03	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB03	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB03	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB03	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB03	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB03	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB03	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB03	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB03	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB03	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB03	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB03	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB03	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB03	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB03	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB03	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB03	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB03	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB03	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB03	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB03	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB03	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB03	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB03	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB03	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB03	283,15	25	7,88	3,92	0,39



Universidad de Valladolid

S32	CB03	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB04	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB04	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB04	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB04	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB04	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB04	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB04	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB04	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB04	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB04	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB04	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB04	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB04	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB04	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB04	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB04	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB04	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB04	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB04	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB04	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB04	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB04	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB04	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB04	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB04	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB04	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB04	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB04	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB04	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB04	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB04	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB04	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB05	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB05	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB05	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB05	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB05	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB05	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB05	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB05	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB05	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB05	182,1	25	7,88	2,52	0,25



Universidad de Valladolid

S11	CB05	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB05	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB05	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB05	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB05	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB05	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB05	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB05	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB05	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB05	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB05	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB05	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB05	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB05	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB05	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB05	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB05	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB05	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB05	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB05	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB05	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB05	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB06	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB06	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB06	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB06	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB06	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB06	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB06	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB06	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB06	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB06	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB06	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB06	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB06	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB06	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB06	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB06	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB06	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB06	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB06	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB06	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB06	101,05	25	7,88	1,40	0,14



Universidad de Valladolid

S22	CB06	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB06	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB06	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB06	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB06	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB06	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB06	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB06	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB06	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB06	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB06	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB07	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB07	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB07	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB07	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB07	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB07	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB07	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB07	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB07	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB07	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB07	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB07	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB07	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB07	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB07	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB07	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB07	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB07	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB07	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB07	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB07	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB07	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB07	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB07	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB07	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB07	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB07	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB07	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB07	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB07	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB07	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB07	301,36	25	7,88	4,18	0,41



Universidad de Valladolid

S01	CB08	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB08	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB08	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB08	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB08	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB08	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB08	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB08	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB08	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB08	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB08	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB08	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB08	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB08	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB08	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB08	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB08	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB08	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB08	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB08	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB08	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB08	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB08	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB08	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB08	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB08	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB08	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB08	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB08	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB08	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB08	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB08	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB09	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB09	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB09	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB09	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB09	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB09	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB09	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB09	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB09	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB09	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB09	200,31	25	7,88	2,78	0,27



Universidad de Valladolid

S12	CB09	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB09	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB09	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB09	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB09	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB09	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB09	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB09	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB09	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB09	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB09	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB09	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB09	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB09	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB09	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB09	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB09	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB09	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB09	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB09	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB09	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB10	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB10	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB10	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB10	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB10	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB10	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB10	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB10	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB10	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB10	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB10	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB10	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB10	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB10	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB10	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB10	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB10	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB10	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB10	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB10	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB10	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB10	119,26	25	7,88	1,65	0,16



Universidad de Valladolid

S23	CB10	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB10	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB10	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB10	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB10	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB10	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB10	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB10	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB10	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB10	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB11	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB11	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB11	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB11	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB11	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB11	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB11	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB11	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB11	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB11	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB11	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB11	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB11	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB11	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB11	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB11	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB11	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB11	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB11	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB11	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB11	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB11	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB11	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB11	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB11	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB11	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB11	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB11	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB11	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB11	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB11	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB11	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB12	18,21	25	7,88	0,25	0,02



Universidad de Valladolid

S02	CB12	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB12	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB12	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB12	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB12	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB12	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB12	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB12	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB12	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB12	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB12	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB12	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB12	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB12	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB12	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB12	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB12	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB12	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB12	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB12	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB12	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB12	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB12	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB12	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB12	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB12	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB12	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB12	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB12	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB12	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB12	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB13	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB13	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB13	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB13	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB13	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB13	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB13	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB13	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB13	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB13	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB13	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB13	218,52	25	7,88	3,03	0,30



Universidad de Valladolid

S13	CB13	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB13	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB13	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB13	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB13	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB13	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB13	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB13	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB13	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB13	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB13	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB13	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB13	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB13	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB13	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB13	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB13	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB13	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB13	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB13	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB14	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB14	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB14	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB14	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB14	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB14	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB14	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB14	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB14	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB14	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB14	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB14	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB14	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB14	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB14	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB14	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB14	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB14	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB14	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB14	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB14	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB14	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB14	137,47	25	7,88	1,90	0,19



Universidad de Valladolid

S24	CB14	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB14	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB14	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB14	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB14	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB14	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB14	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB14	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB14	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB15	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB15	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB15	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB15	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB15	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB15	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB15	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB15	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB15	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB15	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB15	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB15	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB15	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB15	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB15	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB15	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB15	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB15	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB15	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB15	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB15	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB15	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB15	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB15	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB15	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB15	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB15	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB15	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB15	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB15	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB15	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB15	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB16	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB16	36,42	25	7,88	0,50	0,05



Universidad de Valladolid

S03	CB16	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB16	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB16	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB16	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB16	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB16	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB16	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB16	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB16	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB16	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB16	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB16	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB16	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB16	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB16	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB16	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB16	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB16	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB16	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB16	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB16	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB16	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB16	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB16	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB16	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB16	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB16	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB16	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB16	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB16	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB17	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB17	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB17	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB17	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB17	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB17	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB17	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB17	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB17	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB17	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB17	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB17	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB17	236,73	25	7,88	3,28	0,32



Universidad de Valladolid

S14	CB17	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB17	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB17	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB17	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB17	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB17	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB17	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB17	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB17	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB17	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB17	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB17	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB17	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB17	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB17	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB17	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB17	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB17	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB17	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB18	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB18	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB18	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB18	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB18	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB18	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB18	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB18	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB18	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB18	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB18	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB18	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB18	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB18	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB18	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB18	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB18	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB18	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB18	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB18	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB18	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB18	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB18	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB18	155,68	25	7,88	2,16	0,21



Universidad de Valladolid

S25	CB18	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB18	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB18	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB18	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB18	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB18	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB18	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB18	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB19	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB19	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB19	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB19	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB19	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB19	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB19	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB19	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB19	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB19	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB19	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB19	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB19	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB19	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB19	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB19	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB19	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB19	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB19	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB19	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB19	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB19	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB19	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB19	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB19	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB19	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB19	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB19	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB19	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB19	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB19	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB19	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB20	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB20	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB20	54,63	25	7,88	0,76	0,07



Universidad de Valladolid

S04	CB20	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB20	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB20	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB20	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB20	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB20	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB20	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB20	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB20	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB20	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB20	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB20	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB20	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB20	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB20	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB20	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB20	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB20	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB20	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB20	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB20	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB20	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB20	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB20	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB20	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB20	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB20	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB20	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB20	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB21	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB21	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB21	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB21	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB21	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB21	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB21	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB21	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB21	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB21	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB21	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB21	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB21	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB21	254,94	25	7,88	3,53	0,35



Universidad de Valladolid

S15	CB21	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB21	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB21	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB21	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB21	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB21	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB21	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB21	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB21	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB21	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB21	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB21	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB21	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB21	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB21	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB21	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB21	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB21	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB22	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB22	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB22	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB22	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB22	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB22	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB22	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB22	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB22	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB22	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB22	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB22	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB22	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB22	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB22	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB22	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB22	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB22	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB22	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB22	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB22	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB22	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB22	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB22	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB22	173,89	25	7,88	2,41	0,24



Universidad de Valladolid

S26	CB22	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB22	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB22	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB22	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB22	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB22	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB22	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB23	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB23	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB23	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB23	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB23	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB23	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB23	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB23	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB23	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB23	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB23	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB23	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB23	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB23	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB23	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB23	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB23	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB23	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB23	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB23	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB23	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB23	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB23	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB23	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB23	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB23	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB23	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB23	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB23	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB23	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB23	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB23	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB24	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB24	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB24	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB24	72,84	25	7,88	1,01	0,10



Universidad de Valladolid

S05	CB24	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB24	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB24	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB24	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB24	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB24	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB24	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB24	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB24	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB24	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB24	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB24	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB24	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB24	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB24	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB24	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB24	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB24	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB24	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB24	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB24	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB24	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB24	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB24	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB24	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB24	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB24	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB24	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB25	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB25	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB25	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB25	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB25	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB25	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB25	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB25	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB25	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB25	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB25	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB25	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB25	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB25	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB25	273,15	25	7,88	3,78	0,37



Universidad de Valladolid

S16	CB25	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB25	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB25	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB25	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB25	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB25	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB25	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB25	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB25	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB25	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB25	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB25	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB25	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB25	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB25	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB25	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB25	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB26	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB26	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB26	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB26	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB26	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB26	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB26	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB26	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB26	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB26	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB26	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB26	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB26	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB26	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB26	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB26	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB26	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB26	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB26	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB26	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB26	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB26	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB26	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB26	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB26	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB26	192,1	25	7,88	2,66	0,26



Universidad de Valladolid

S27	CB26	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB26	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB26	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB26	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB26	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB26	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB27	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB27	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB27	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB27	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB27	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB27	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB27	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB27	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB27	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB27	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB27	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB27	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB27	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB27	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB27	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB27	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB27	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB27	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB27	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB27	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB27	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB27	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB27	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB27	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB27	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB27	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB27	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB27	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB27	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB27	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB27	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB27	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB28	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB28	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB28	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB28	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB28	91,05	25	7,88	1,26	0,12



Universidad de Valladolid

S06	CB28	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB28	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB28	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB28	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB28	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB28	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB28	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB28	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB28	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB28	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB28	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB28	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB28	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB28	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB28	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB28	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB28	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB28	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB28	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB28	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB28	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB28	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB28	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB28	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB28	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB28	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB28	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB29	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB29	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB29	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB29	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB29	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB29	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB29	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB29	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB29	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB29	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB29	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB29	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB29	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB29	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB29	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB29	291,36	25	7,88	4,04	0,40



Universidad de Valladolid

S17	CB29	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB29	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB29	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB29	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB29	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB29	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB29	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB29	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB29	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB29	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB29	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB29	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB29	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB29	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB29	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB29	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB30	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB30	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB30	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB30	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB30	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB30	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB30	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB30	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB30	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB30	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB30	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB30	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB30	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB30	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB30	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB30	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB30	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB30	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB30	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB30	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB30	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB30	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB30	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB30	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB30	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB30	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB30	210,31	25	7,88	2,91	0,29



Universidad de Valladolid

S28	CB30	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB30	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB30	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB30	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB30	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB31	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB31	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB31	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB31	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB31	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB31	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB31	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB31	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB31	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB31	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB31	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB31	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB31	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB31	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB31	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB31	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB31	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB31	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB31	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB31	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB31	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB31	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB31	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB31	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB31	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB31	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB31	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB31	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB31	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB31	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB31	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB31	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB32	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB32	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB32	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB32	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB32	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB32	109,26	25	7,88	1,51	0,15



Universidad de Valladolid

S07	CB32	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB32	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB32	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB32	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB32	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB32	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB32	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB32	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB32	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB32	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB32	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB32	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB32	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB32	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB32	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S22	CB32	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB32	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB32	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB32	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB32	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB32	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB32	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB32	170	25	7,88	2,36	0,23
S30	CB32	188,21	25	7,88	2,61	0,26
S31	CB32	206,42	25	7,88	2,86	0,28
S32	CB32	224,63	25	7,88	3,11	0,31
S01	CB33	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB33	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB33	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB33	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB33	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB33	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB33	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB33	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB33	91,21	25	7,88	1,26	0,12
S10	CB33	109,42	25	7,88	1,52	0,15
S11	CB33	127,63	25	7,88	1,77	0,17
S12	CB33	145,84	25	7,88	2,02	0,20
S13	CB33	164,05	25	7,88	2,27	0,22
S14	CB33	182,26	25	7,88	2,53	0,25
S15	CB33	200,47	25	7,88	2,78	0,27
S16	CB33	218,68	25	7,88	3,03	0,30
S17	CB33	101,21	25	7,88	1,40	0,14



Universidad de Valladolid

S18	CB33	119,42	25	7,88	1,65	0,16
S19	CB33	137,63	25	7,88	1,91	0,19
S20	CB33	155,84	25	7,88	2,16	0,21
S21	CB33	174,05	25	7,88	2,41	0,24
S22	CB33	192,26	25	7,88	2,66	0,26
S23	CB33	210,47	25	7,88	2,92	0,29
S24	CB33	228,68	25	7,88	3,17	0,31
S25	CB33	148,21	25	7,88	2,05	0,20
S26	CB33	166,42	25	7,88	2,31	0,23
S27	CB33	184,63	25	7,88	2,56	0,25
S28	CB33	202,84	25	7,88	2,81	0,28
S29	CB33	158,21	25	7,88	2,19	0,22
S30	CB33	176,42	25	7,88	2,44	0,24
S31	CB33	194,63	25	7,88	2,70	0,27
S32	CB33	212,84	25	7,88	2,95	0,29
S01	CB34	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB34	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB34	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB34	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB34	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB34	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB34	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S08	CB34	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S09	CB34	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S10	CB34	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S11	CB34	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S12	CB34	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S13	CB34	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S14	CB34	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S15	CB34	38,21	25	7,88	0,53	0,05
S16	CB34	56,42	25	7,88	0,78	0,08
S17	CB34	74,63	25	7,88	1,03	0,10
S18	CB34	92,84	25	7,88	1,29	0,13
S19	CB34	111,05	25	7,88	1,54	0,15
S20	CB34	129,26	25	7,88	1,79	0,18
S21	CB34	147,47	25	7,88	2,04	0,20
S22	CB34	48,21	25	7,88	0,67	0,07
S23	CB34	66,42	25	7,88	0,92	0,09
S24	CB34	84,63	25	7,88	1,17	0,12
S25	CB34	102,84	25	7,88	1,42	0,14
S26	CB34	121,05	25	7,88	1,68	0,17
S27	CB34	139,26	25	7,88	1,93	0,19
S28	CB34	58,21	25	7,88	0,81	0,08



Universidad de Valladolid

S29	CB34	76,42	25	7,88	1,06	0,10
S30	CB34	94,63	25	7,88	1,31	0,13
S31	CB34	112,84	25	7,88	1,56	0,15
S32	CB34	131,05	25	7,88	1,82	0,18
S01	CB35	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB35	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB35	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB35	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB35	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB35	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB35	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB35	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB35	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB35	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB35	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB35	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S13	CB35	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S14	CB35	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S15	CB35	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S16	CB35	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S17	CB35	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S18	CB35	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S19	CB35	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S20	CB35	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S21	CB35	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S22	CB35	38,21	25	7,88	0,53	0,05
S23	CB35	56,42	25	7,88	0,78	0,08
S24	CB35	74,63	25	7,88	1,03	0,10
S25	CB35	92,84	25	7,88	1,29	0,13
S26	CB35	111,05	25	7,88	1,54	0,15
S27	CB35	129,26	25	7,88	1,79	0,18
S28	CB35	147,47	25	7,88	2,04	0,20
S29	CB35	165,68	25	7,88	2,30	0,23
S30	CB35	183,89	25	7,88	2,55	0,25
S31	CB35	139,3	25	7,88	1,93	0,19
S32	CB35	157,51	25	7,88	2,18	0,21
S01	CB36	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB36	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB36	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB36	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB36	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB36	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB36	127,47	25	7,88	1,77	0,17



Universidad de Valladolid

S08	CB36	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB36	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S10	CB36	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S11	CB36	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S12	CB36	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S13	CB36	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S14	CB36	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S15	CB36	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S16	CB36	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S17	CB36	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S18	CB36	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S19	CB36	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S20	CB36	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S21	CB36	38,21	25	7,88	0,53	0,05
S22	CB36	56,42	25	7,88	0,78	0,08
S23	CB36	74,63	25	7,88	1,03	0,10
S24	CB36	92,84	25	7,88	1,29	0,13
S25	CB36	111,05	25	7,88	1,54	0,15
S26	CB36	129,26	25	7,88	1,79	0,18
S27	CB36	147,47	25	7,88	2,04	0,20
S28	CB36	165,68	25	7,88	2,30	0,23
S29	CB36	183,89	25	7,88	2,55	0,25
S30	CB36	202,1	25	7,88	2,80	0,28
S31	CB36	220,31	25	7,88	3,05	0,30
S32	CB36	238,52	25	7,88	3,30	0,33
S01	CB37	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB37	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB37	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB37	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB37	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB37	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB37	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB37	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB37	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S10	CB37	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S11	CB37	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S12	CB37	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S13	CB37	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S14	CB37	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S15	CB37	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S16	CB37	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S17	CB37	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S18	CB37	192,1	25	7,88	2,66	0,26



Universidad de Valladolid

S19	CB37	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S20	CB37	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S21	CB37	38,21	25	7,88	0,53	0,05
S22	CB37	56,42	25	7,88	0,78	0,08
S23	CB37	74,63	25	7,88	1,03	0,10
S24	CB37	92,84	25	7,88	1,29	0,13
S25	CB37	111,05	25	7,88	1,54	0,15
S26	CB37	129,26	25	7,88	1,79	0,18
S27	CB37	147,47	25	7,88	2,04	0,20
S28	CB37	165,68	25	7,88	2,30	0,23
S29	CB37	183,89	25	7,88	2,55	0,25
S30	CB37	202,1	25	7,88	2,80	0,28
S31	CB37	220,31	25	7,88	3,05	0,30
S32	CB37	238,52	25	7,88	3,30	0,33
S01	CB38	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB38	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB38	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB38	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB38	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB38	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB38	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB38	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB38	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB38	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S11	CB38	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S12	CB38	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S13	CB38	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S14	CB38	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S15	CB38	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S16	CB38	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S17	CB38	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S18	CB38	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S19	CB38	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S20	CB38	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S21	CB38	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S22	CB38	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S23	CB38	64,65	25	7,88	0,90	0,09
S24	CB38	82,86	25	7,88	1,15	0,11
S25	CB38	101,07	25	7,88	1,40	0,14
S26	CB38	119,28	25	7,88	1,65	0,16
S27	CB38	137,49	25	7,88	1,90	0,19
S28	CB38	155,7	25	7,88	2,16	0,21
S29	CB38	173,91	25	7,88	2,41	0,24



Universidad de Valladolid

S30	CB38	192,12	25	7,88	2,66	0,26
S31	CB38	210,33	25	7,88	2,91	0,29
S32	CB38	228,54	25	7,88	3,17	0,31
S01	CB39	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB39	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB39	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB39	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB39	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB39	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB39	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB39	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB39	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB39	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB39	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB39	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB39	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB39	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB39	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S16	CB39	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S17	CB39	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S18	CB39	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S19	CB39	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S20	CB39	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S21	CB39	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S22	CB39	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S23	CB39	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S24	CB39	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S25	CB39	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S26	CB39	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S27	CB39	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S28	CB39	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S29	CB39	184	25	7,88	2,55	0,25
S30	CB39	202,21	25	7,88	2,80	0,28
S31	CB39	220,42	25	7,88	3,05	0,30
S32	CB39	238,63	25	7,88	3,31	0,33
S01	CB40	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB40	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB40	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB40	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB40	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S06	CB40	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S07	CB40	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S08	CB40	72,84	25	7,88	1,01	0,10



Universidad de Valladolid

S09	CB40	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S10	CB40	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S11	CB40	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S12	CB40	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S13	CB40	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S14	CB40	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S15	CB40	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S16	CB40	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S17	CB40	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S18	CB40	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S19	CB40	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S20	CB40	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S21	CB40	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S22	CB40	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S23	CB40	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S24	CB40	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S25	CB40	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S26	CB40	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S27	CB40	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S28	CB40	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S29	CB40	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S30	CB40	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S31	CB40	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S32	CB40	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S01	CB41	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB41	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB41	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB41	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB41	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB41	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB41	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB41	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S09	CB41	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S10	CB41	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S11	CB41	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S12	CB41	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S13	CB41	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S14	CB41	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S15	CB41	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S16	CB41	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S17	CB41	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S18	CB41	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S19	CB41	218,52	25	7,88	3,03	0,30



Universidad de Valladolid

S20	CB41	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S21	CB41	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S22	CB41	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S23	CB41	93,21	25	7,88	1,29	0,13
S24	CB41	111,42	25	7,88	1,54	0,15
S25	CB41	129,63	25	7,88	1,80	0,18
S26	CB41	147,84	25	7,88	2,05	0,20
S27	CB41	166,05	25	7,88	2,30	0,23
S28	CB41	184,26	25	7,88	2,55	0,25
S29	CB41	202,47	25	7,88	2,81	0,28
S30	CB41	220,68	25	7,88	3,06	0,30
S31	CB41	238,89	25	7,88	3,31	0,33
S32	CB41	257,1	25	7,88	3,56	0,35
S01	CB42	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB42	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB42	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB42	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB42	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB42	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB42	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB42	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB42	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB42	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S11	CB42	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S12	CB42	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S13	CB42	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S14	CB42	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S15	CB42	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S16	CB42	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S17	CB42	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S18	CB42	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S19	CB42	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S20	CB42	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S21	CB42	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S22	CB42	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S23	CB42	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S24	CB42	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S25	CB42	148,2	25	7,88	2,05	0,20
S26	CB42	166,41	25	7,88	2,31	0,23
S27	CB42	184,62	25	7,88	2,56	0,25
S28	CB42	202,83	25	7,88	2,81	0,28
S29	CB42	221,04	25	7,88	3,06	0,30
S30	CB42	239,25	25	7,88	3,31	0,33



Universidad de Valladolid

S31	CB42	257,46	25	7,88	3,57	0,35
S32	CB42	275,67	25	7,88	3,82	0,38
S01	CB43	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB43	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB43	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB43	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB43	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB43	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB43	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB43	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB43	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB43	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB43	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S12	CB43	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S13	CB43	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S14	CB43	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S15	CB43	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S16	CB43	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S17	CB43	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S18	CB43	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S19	CB43	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S20	CB43	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S21	CB43	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S22	CB43	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S23	CB43	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S24	CB43	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S25	CB43	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S26	CB43	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S27	CB43	202	25	7,88	2,80	0,28
S28	CB43	220,21	25	7,88	3,05	0,30
S29	CB43	238,42	25	7,88	3,30	0,33
S30	CB43	256,63	25	7,88	3,56	0,35
S31	CB43	274,84	25	7,88	3,81	0,38
S32	CB43	293,05	25	7,88	4,06	0,40
S01	CB44	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB44	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB44	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB44	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB44	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB44	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB44	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB44	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB44	163,89	25	7,88	2,27	0,22



Universidad de Valladolid

S10	CB44	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB44	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S12	CB44	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S13	CB44	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S14	CB44	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S15	CB44	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S16	CB44	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S17	CB44	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S18	CB44	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S19	CB44	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S20	CB44	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S21	CB44	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S22	CB44	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S23	CB44	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S24	CB44	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S25	CB44	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S26	CB44	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S27	CB44	183,95	25	7,88	2,55	0,25
S28	CB44	202,16	25	7,88	2,80	0,28
S29	CB44	220,37	25	7,88	3,05	0,30
S30	CB44	238,58	25	7,88	3,31	0,33
S31	CB44	256,79	25	7,88	3,56	0,35
S32	CB44	275	25	7,88	3,81	0,38
S01	CB45	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB45	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB45	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB45	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB45	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB45	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB45	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB45	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB45	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB45	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB45	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S12	CB45	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S13	CB45	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S14	CB45	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S15	CB45	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S16	CB45	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S17	CB45	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S18	CB45	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S19	CB45	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S20	CB45	192,1	25	7,88	2,66	0,26



Universidad de Valladolid

S21	CB45	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S22	CB45	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S23	CB45	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S24	CB45	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S25	CB45	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S26	CB45	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S27	CB45	202,16	25	7,88	2,80	0,28
S28	CB45	220,37	25	7,88	3,05	0,30
S29	CB45	238,58	25	7,88	3,31	0,33
S30	CB45	256,79	25	7,88	3,56	0,35
S31	CB45	275	25	7,88	3,81	0,38
S32	CB45	293,21	25	7,88	4,06	0,40
S01	CB46	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB46	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB46	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB46	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB46	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB46	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB46	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB46	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB46	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S10	CB46	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S11	CB46	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S12	CB46	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S13	CB46	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S14	CB46	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S15	CB46	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S16	CB46	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S17	CB46	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S18	CB46	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S19	CB46	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S20	CB46	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S21	CB46	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S22	CB46	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S23	CB46	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S24	CB46	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S25	CB46	319,57	25	7,88	4,43	0,44
S26	CB46	202,16	25	7,88	2,80	0,28
S27	CB46	220,37	25	7,88	3,05	0,30
S28	CB46	238,58	25	7,88	3,31	0,33
S29	CB46	256,79	25	7,88	3,56	0,35
S30	CB46	275	25	7,88	3,81	0,38
S31	CB46	293,21	25	7,88	4,06	0,40



Universidad de Valladolid

S32	CB46	311,42	25	7,88	4,31	0,43
S01	CB47	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB47	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB47	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB47	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB47	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB47	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB47	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S08	CB47	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S09	CB47	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S10	CB47	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S11	CB47	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S12	CB47	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S13	CB47	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S14	CB47	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S15	CB47	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S16	CB47	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S17	CB47	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S18	CB47	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S19	CB47	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S20	CB47	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S21	CB47	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S22	CB47	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S23	CB47	309,57	25	7,88	4,29	0,42
S24	CB47	165,73	25	7,88	2,30	0,23
S25	CB47	183,94	25	7,88	2,55	0,25
S26	CB47	202,15	25	7,88	2,80	0,28
S27	CB47	220,36	25	7,88	3,05	0,30
S28	CB47	238,57	25	7,88	3,31	0,33
S29	CB47	256,78	25	7,88	3,56	0,35
S30	CB47	274,99	25	7,88	3,81	0,38
S31	CB47	293,2	25	7,88	4,06	0,40
S32	CB47	311,41	25	7,88	4,31	0,42
S01	CB48	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB48	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB48	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S04	CB48	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S05	CB48	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S06	CB48	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S07	CB48	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S08	CB48	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S09	CB48	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S10	CB48	145,68	25	7,88	2,02	0,20



Universidad de Valladolid

S11	CB48	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S12	CB48	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S13	CB48	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S14	CB48	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S15	CB48	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S16	CB48	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S17	CB48	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S18	CB48	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S19	CB48	309,57	25	7,88	4,29	0,42
S20	CB48	327,78	25	7,88	4,54	0,45
S21	CB48	129,3	25	7,88	1,79	0,18
S22	CB48	147,51	25	7,88	2,04	0,20
S23	CB48	165,72	25	7,88	2,30	0,23
S24	CB48	183,93	25	7,88	2,55	0,25
S25	CB48	202,14	25	7,88	2,80	0,28
S26	CB48	220,35	25	7,88	3,05	0,30
S27	CB48	238,56	25	7,88	3,31	0,33
S28	CB48	256,77	25	7,88	3,56	0,35
S29	CB48	274,98	25	7,88	3,81	0,38
S30	CB48	293,19	25	7,88	4,06	0,40
S31	CB48	311,4	25	7,88	4,31	0,42
S32	CB48	329,61	25	7,88	4,57	0,45
S01	CB49	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB49	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB49	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB49	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB49	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB49	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB49	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB49	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB49	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB49	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB49	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB49	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB49	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB49	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB49	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB49	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB49	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S18	CB49	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S19	CB49	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S20	CB49	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S21	CB49	101,05	25	7,88	1,40	0,14



Universidad de Valladolid

S22	CB49	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S23	CB49	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S24	CB49	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S25	CB49	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S26	CB49	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S27	CB49	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S28	CB49	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S29	CB49	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S30	CB49	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S31	CB49	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S32	CB49	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S01	CB50	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB50	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB50	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB50	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB50	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB50	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB50	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB50	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB50	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB50	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB50	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S12	CB50	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S13	CB50	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S14	CB50	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S15	CB50	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S16	CB50	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S17	CB50	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S18	CB50	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S19	CB50	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S20	CB50	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S21	CB50	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S22	CB50	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S23	CB50	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S24	CB50	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S25	CB50	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S26	CB50	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S27	CB50	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S28	CB50	319,57	25	7,88	4,43	0,44
S29	CB50	337,78	25	7,88	4,68	0,46
S30	CB50	355,99	25	7,88	4,93	0,49
S31	CB50	311,46	25	7,88	4,32	0,43
S32	CB50	329,67	25	7,88	4,57	0,45



Universidad de Valladolid

S01	CB51	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB51	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB51	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB51	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB51	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB51	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S07	CB51	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S08	CB51	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S09	CB51	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S10	CB51	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S11	CB51	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S12	CB51	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S13	CB51	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S14	CB51	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S15	CB51	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S16	CB51	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S17	CB51	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S18	CB51	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S19	CB51	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S20	CB51	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S21	CB51	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S22	CB51	319,57	25	7,88	4,43	0,44
S23	CB51	337,78	25	7,88	4,68	0,46
S24	CB51	355,99	25	7,88	4,93	0,49
S25	CB51	220,38	25	7,88	3,05	0,30
S26	CB51	238,59	25	7,88	3,31	0,33
S27	CB51	256,8	25	7,88	3,56	0,35
S28	CB51	275,01	25	7,88	3,81	0,38
S29	CB51	293,22	25	7,88	4,06	0,40
S30	CB51	311,43	25	7,88	4,31	0,43
S31	CB51	329,64	25	7,88	4,57	0,45
S32	CB51	347,85	25	7,88	4,82	0,47
S01	CB52	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB52	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB52	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB52	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB52	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB52	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB52	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB52	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB52	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB52	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB52	200,31	25	7,88	2,78	0,27



Universidad de Valladolid

S12	CB52	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S13	CB52	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S14	CB52	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S15	CB52	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S16	CB52	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S17	CB52	309,57	25	7,88	4,29	0,42
S18	CB52	327,78	25	7,88	4,54	0,45
S19	CB52	101,08	25	7,88	1,40	0,14
S20	CB52	119,29	25	7,88	1,65	0,16
S21	CB52	137,5	25	7,88	1,91	0,19
S22	CB52	155,71	25	7,88	2,16	0,21
S23	CB52	173,92	25	7,88	2,41	0,24
S24	CB52	192,13	25	7,88	2,66	0,26
S25	CB52	210,34	25	7,88	2,91	0,29
S26	CB52	228,55	25	7,88	3,17	0,31
S27	CB52	246,76	25	7,88	3,42	0,34
S28	CB52	264,97	25	7,88	3,67	0,36
S29	CB52	283,18	25	7,88	3,92	0,39
S30	CB52	301,39	25	7,88	4,18	0,41
S31	CB52	319,6	25	7,88	4,43	0,44
S32	CB52	337,81	25	7,88	4,68	0,46
S01	CB53	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB53	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB53	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB53	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB53	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB53	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB53	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB53	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB53	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S10	CB53	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S11	CB53	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S12	CB53	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S13	CB53	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S14	CB53	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S15	CB53	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S16	CB53	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S17	CB53	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S18	CB53	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S19	CB53	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S20	CB53	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S21	CB53	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S22	CB53	228,52	25	7,88	3,17	0,31



Universidad de Valladolid

S23	CB53	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S24	CB53	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S25	CB53	283,15	25	7,88	3,92	0,39
S26	CB53	301,36	25	7,88	4,18	0,41
S27	CB53	319,57	25	7,88	4,43	0,44
S28	CB53	337,78	25	7,88	4,68	0,46
S29	CB53	111,08	25	7,88	1,54	0,15
S30	CB53	129,29	25	7,88	1,79	0,18
S31	CB53	147,5	25	7,88	2,04	0,20
S32	CB53	165,71	25	7,88	2,30	0,23
S01	CB54	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB54	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB54	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB54	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB54	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB54	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB54	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S08	CB54	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S09	CB54	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S10	CB54	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S11	CB54	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S12	CB54	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S13	CB54	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S14	CB54	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S15	CB54	163,89	25	7,88	2,27	0,22
S16	CB54	182,1	25	7,88	2,52	0,25
S17	CB54	200,31	25	7,88	2,78	0,27
S18	CB54	218,52	25	7,88	3,03	0,30
S19	CB54	236,73	25	7,88	3,28	0,32
S20	CB54	254,94	25	7,88	3,53	0,35
S21	CB54	273,15	25	7,88	3,78	0,37
S22	CB54	291,36	25	7,88	4,04	0,40
S23	CB54	309,57	25	7,88	4,29	0,42
S24	CB54	202,56	25	7,88	2,81	0,28
S25	CB54	220,77	25	7,88	3,06	0,30
S26	CB54	238,98	25	7,88	3,31	0,33
S27	CB54	257,19	25	7,88	3,56	0,35
S28	CB54	275,4	25	7,88	3,82	0,38
S29	CB54	293,61	25	7,88	4,07	0,40
S30	CB54	311,82	25	7,88	4,32	0,43
S31	CB54	330,03	25	7,88	4,57	0,45
S32	CB54	348,24	25	7,88	4,82	0,48
S01	CB55	18,21	25	7,88	0,25	0,02



Universidad de Valladolid

S02	CB55	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB55	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB55	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB55	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB55	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB55	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB55	145,68	25	7,88	2,02	0,20
S09	CB55	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S10	CB55	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S11	CB55	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S12	CB55	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S13	CB55	101,05	25	7,88	1,40	0,14
S14	CB55	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S15	CB55	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S16	CB55	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S17	CB55	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S18	CB55	192,1	25	7,88	2,66	0,26
S19	CB55	210,31	25	7,88	2,91	0,29
S20	CB55	228,52	25	7,88	3,17	0,31
S21	CB55	246,73	25	7,88	3,42	0,34
S22	CB55	264,94	25	7,88	3,67	0,36
S23	CB55	129,3	25	7,88	1,79	0,18
S24	CB55	147,51	25	7,88	2,04	0,20
S25	CB55	165,72	25	7,88	2,30	0,23
S26	CB55	183,93	25	7,88	2,55	0,25
S27	CB55	202,14	25	7,88	2,80	0,28
S28	CB55	220,35	25	7,88	3,05	0,30
S29	CB55	238,56	25	7,88	3,31	0,33
S30	CB55	256,77	25	7,88	3,56	0,35
S31	CB55	274,98	25	7,88	3,81	0,38
S32	CB55	293,19	25	7,88	4,06	0,40
S01	CB56	18,21	25	7,88	0,25	0,02
S02	CB56	36,42	25	7,88	0,50	0,05
S03	CB56	54,63	25	7,88	0,76	0,07
S04	CB56	72,84	25	7,88	1,01	0,10
S05	CB56	91,05	25	7,88	1,26	0,12
S06	CB56	109,26	25	7,88	1,51	0,15
S07	CB56	127,47	25	7,88	1,77	0,17
S08	CB56	28,21	25	7,88	0,39	0,04
S09	CB56	46,42	25	7,88	0,64	0,06
S10	CB56	64,63	25	7,88	0,90	0,09
S11	CB56	82,84	25	7,88	1,15	0,11
S12	CB56	101,05	25	7,88	1,40	0,14

S13	CB56	119,26	25	7,88	1,65	0,16
S14	CB56	137,47	25	7,88	1,90	0,19
S15	CB56	155,68	25	7,88	2,16	0,21
S16	CB56	173,89	25	7,88	2,41	0,24
S17	CB56	38,21	25	7,88	0,53	0,05
S18	CB56	56,42	25	7,88	0,78	0,08
S19	CB56	74,63	25	7,88	1,03	0,10
S20	CB56	92,84	25	7,88	1,29	0,13
S21	CB56	111,05	25	7,88	1,54	0,15
S22	CB56	129,26	25	7,88	1,79	0,18
S23	CB56	147,47	25	7,88	2,04	0,20
S24	CB56	165,68	25	7,88	2,30	0,23
S25	CB56	183,89	25	7,88	2,55	0,25
S26	CB56	202,1	25	7,88	2,80	0,28
S27	CB56	220,31	25	7,88	3,05	0,30
S28	CB56	165,73	25	7,88	2,30	0,23
S29	CB56	183,94	25	7,88	2,55	0,25
S30	CB56	202,15	25	7,88	2,80	0,28
S31	CB56	220,36	25	7,88	3,05	0,30
S32	CB56	238,57	25	7,88	3,31	0,33

Los tramos más críticos son los siguientes: S29-CB50 y S24-CB51, los cuales poseen la mayor longitud en la instalación (355m) cuya caída de tensión es del 0.49%. Se comprueba que está dentro del margen establecido del 0.5% en nuestras condiciones del diseño dentro de este primer tramo.

6.2- Cálculo cableado de las combiner box a los inversores

Nuestra instalación fotovoltaica se compone de 4 inversores, al disponer de 65 cajas de conexiones que se sitúan en el extremo más próximo al camino central de la instalación instalándose en el final de cada fila, se conectarán 14 cajas de conexión a cada inversor.

El conductor empleado será un conductor de cobre unipolar con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE).

Cálculos justificativos del conductor seleccionado.

- **Criterio de intensidad máxima admisible.**

Las cajas de conexión empleadas disponen de 32 entradas que se combinarán para formar una única salida que será dirigida hasta el inversor.

$$I_{sc \text{ salida combiner box}} = 9.86 \cdot 32 = 315.52 \text{ A}$$

Aplicando el criterio de incrementar esa intensidad máxima en un 25% indicado en el punto nº5 de la ITC-BT 40

$$I_{sc \text{ salida combiner box}} = 315.52 \cdot 1.25 = 394.4 \text{ A}$$

Universidad de Valladolid

El método de instalación desde las combiner box hasta los inversores se corresponde también con el D1, enterrada en zanja bajo tubo a una profundidad de 0.5m agrupando como máximo 7 circuitos distintos en una misma zanja con una distancia de 0.5m entre ellos.

Los factores de corrección en el segundo tramo según su instalación son los siguientes:

Factor de corrección de la temperatura del terreno:

Aislamiento	Temperatura ambiente (t_a) (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



Tabla 7. Factor de corrección F_t para temperatura ambiente del terreno distinta de 25°C.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

Factor de corrección de la resistividad del terreno:

Resistividad térmica K·m / W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96



Tabla 8. Factor de corrección de la intensidad admisible para cables en terrenos de resistividad diferente de 2.5km/W.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

Factor de corrección de la profundidad de la zanja en el terreno:

Profundidad de instalación (m)	0,4	0,5	0,6	0,7	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95

Tabla 9. Factor de corrección para diferentes profundidades.

Fuente: REpBT

Factor de corrección según la distancia entre conductores:

NÚMERO DE CABLES MULTICOLORES O DE GRUPOS DE 2 O 3 CABLES UNIPOLARES (UN CIRCUITO POR CONDUCTO)	DISTANCIA ENTRE CONDUCTOS (a)			
	Nóta (tubos en contacto)	0,25m	0,50m	1,0m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

CABLES UNIPOLARES

CABLES MULTICONDUCTORES

Consideramos suficiente seguridad utilizar éstos valores para circuitos con cables unipolares enterrados bajo tubo o conducto (la norma omite éste frecuente caso).

Tabla 10. Factor de corrección por agrupación de cables multiconductores en conductos enterrados o cables unipolares en un solo conducto (D1)

Fuente: PRYSMIAN cables bt

$$I_{sc \text{ salida combiner box corregida}} = \frac{I_{sc \text{ salida combiner box}}}{\Sigma f} = \frac{394.4}{1.05 \cdot 1.18 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 390 \text{ A}$$

$$I_{sc \text{ salida combiner box corregida}} = 390 \text{ A}$$

Seleccionamos un conductor cuya sección permita una intensidad sea igual o superior a la intensidad de salida de la caja de conexiones.

* Métodos D1/D2	Sección mm ²	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20	27	36	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17	22	29	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	292	319
	XLPE2	24	32	42	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	365	402	455
	XLPE3	21	27	35	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2	-	-	-	-	-	70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3	-	-	-	-	-	58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

Tabla 11. Intensidades admisibles en amperios en función del conductor y del método de instalación empleado.

Fuente: PRYSMIAN cables bt

El conductor seleccionado que cumple el criterio de intensidad máxima admisible es de cobre con aislamiento de XLPE y una sección de 240mm²

- **Criterio de caída de tensión en corriente continua**

La máxima caída de tensión en ambos tramos debe ser inferior al 2%, teniendo en cuenta que la caída de tensión en el primer tramo se ha diseñado para no superar en ningún caso el 0.5% resta una caída de tensión máxima del 1.5% para cumplir la normativa de caída de tensión máxima.

No todas las agrupaciones de cajas de conexiones están a la misma distancia de los inversores, por lo que se ha realizado una tabla en la cual se indica la caída de tensión sufrida en cada tramo desde la caja de conexiones hasta el inversor.

El cálculo de la caída de tensión a partir de la sección escogida anteriormente a partir de la siguiente expresión donde:

- L: Longitud de la línea desde la caja de conexiones hasta el inversor (m).
- I: Corriente nominal que circula por el tramo ($I_n = 7.88 \text{ A}$)
- S: Sección del cable (500 mm^2)
- γ : Conductividad del material (90°C) ($45.5 \text{ m}/\Omega\text{mm}^2$)

$$e(V) = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot S} \qquad e(\%) = \frac{e}{U}$$

En primer lugar, antes de elaborar la tabla se calcula la intensidad nominal en la salida de las cajas de conexión que se corresponde a la agrupación de intensidades provenientes de los 32 strings que se conectan en la misma.

$$I_{n \text{ combiner box}} = I_{pmp} \cdot n^\circ \text{ de strings} = 7.88 \cdot 32$$

$$I_{n \text{ combiner box}} = 252.16 \text{ A}$$

Tabla de cálculo de caídas de tensión en el tramo 2:

Tramo 2 (Combiner box - Inversor)

Inversor	Combiner Box	Long (m)	S (mm ²)	I (A)	e(V)	e(%)
1	CB01	173	240	252,16	7,99	0,79
1	CB02	123	240	252,16	5,68	0,56
1	CB03	70	240	252,16	3,23	0,32
1	CB04	65	240	252,16	3,00	0,30
1	CB05	45	240	252,16	2,08	0,20
1	CB06	25	240	252,16	1,15	0,11
1	CB07	7	240	252,16	0,32	0,03
1	CB08	25	240	252,16	1,15	0,11
1	CB09	45	240	252,16	2,08	0,20
1	CB10	65	240	252,16	3,00	0,30
1	CB11	85	240	252,16	3,93	0,39
1	CB12	105	240	252,16	4,85	0,48
1	CB13	125	240	252,16	5,77	0,57
1	CB14	145	240	252,16	6,70	0,66



2	CB15	125	240	252,16	5,77	0,57
2	CB16	107	240	252,16	4,94	0,49
2	CB17	89	240	252,16	4,11	0,40
2	CB18	71	240	252,16	3,28	0,32
2	CB19	53	240	252,16	2,45	0,24
2	CB20	35	240	252,16	1,62	0,16
2	CB21	17	240	252,16	0,79	0,08
2	CB22	27	240	252,16	1,25	0,12
2	CB23	46	240	252,16	2,12	0,21
2	CB24	65	240	252,16	3,00	0,30
2	CB25	84	240	252,16	3,88	0,38
2	CB26	103	240	252,16	4,76	0,47
2	CB27	122	240	252,16	5,63	0,55
2	CB28	141	240	252,16	6,51	0,64
3	CB29	47	240	252,16	2,17	0,21
3	CB30	32	240	252,16	1,48	0,15
3	CB31	61	240	252,16	2,82	0,28
3	CB32	70	240	252,16	3,23	0,32
3	CB33	123	240	252,16	5,68	0,56
3	CB48	145	240	252,16	6,70	0,66
3	CB49	136	240	252,16	6,28	0,62
3	CB50	117	240	252,16	5,40	0,53
3	CB51	98	240	252,16	4,53	0,45
3	CB52	89	240	252,16	4,11	0,40
3	CB53	68	240	252,16	3,14	0,31
3	CB54	51	240	252,16	2,36	0,23
3	CB55	32	240	252,16	1,48	0,15
3	CB56	7	240	252,16	0,32	0,03
4	CB34	178	240	252,16	8,22	0,81
4	CB35	150	240	252,16	6,93	0,68
4	CB36	122	240	252,16	5,63	0,55
4	CB37	94	240	252,16	4,34	0,43
4	CB38	66	240	252,16	3,05	0,30
4	CB39	38	240	252,16	1,75	0,17
4	CB40	10	240	252,16	0,46	0,05
4	CB41	8	240	252,16	0,37	0,04
4	CB42	25	240	252,16	1,15	0,11
4	CB43	45	240	252,16	2,08	0,20
4	CB44	64	240	252,16	2,96	0,29
4	CB45	83	240	252,16	3,83	0,38
4	CB46	102	240	252,16	4,71	0,46
4	CB47	121	240	252,16	5,59	0,55

En el segundo tramo la mayor caída de tensión se corresponde con la CB34 hasta el inversor nº4 resultando una caída de tensión de 0.81% y con un valor inferior al establecido en nuestro criterio de diseño del 1.5%

Se comprueba que instalando un conductor de cobre con aislamiento de XLPE y una sección de 240 mm² se cumple con el criterio establecido de caída de tensión.

6.3- Cálculo diámetro tubo de canalización.

Los tubos en canalizaciones enterradas serán conformes a lo establecido en la norma UNE-EN 50.086-2-4. En la tabla a continuación se establecen los diámetros exteriores de los tubos en función del número y la sección de los conductores o cables a conducir.

Sección nominal de los conductores unipolares (mm ²)	Diámetro exterior de los tubos (mm)				
	Número de conductores				
	< 6	7	8	9	10
1,5	25	32	32	32	32
2,5	32	32	40	40	40
4	40	40	40	40	50
6	50	50	50	63	63
10	63	63	63	75	75
16	63	75	75	75	90
25	90	90	90	110	110
35	90	110	110	110	125
50	110	110	125	125	140
70	125	125	140	160	160
95	140	140	160	160	180
120	160	160	180	180	200
150	180	180	200	200	225
185	180	200	225	225	250
240	225	225	250	250	--

Tabla 12. Diámetros exteriores mínimos de los tubos. Fuente: REpBT

En el tramo 1, desde el string hasta la caja de conexiones el diámetro del tubo empleado tendrá un diámetro exterior de 90mm.

En el tramo 2, desde la caja de conexiones hasta el inversor el diámetro del tubo empleado tendrá un diámetro exterior de 240mm.

7- Cálculo del cableado de corriente alterna.

El inversor empleado Sinacon PV 5000 permite obtener una tensión de salida en corriente alterna de 690V por lo que en la salida de cada inversor se dispondrá un centro de transformación el cual además de incorporar los sistemas de medida y protección necesarios incorporará un transformador compacto cuya función es elevar la tensión de salida del inversor hasta los 45kV que se corresponde a la tensión de la red en la que se establece el punto de conexión.

Los conductores que salen de cada centro de transformación se unirán posteriormente en el centro de unión y seccionamiento (CdS) que será donde finalmente se dirijan hacia el punto de vertido en la línea de Iberdrola.

El conductor empleado en este tramo será de aluminio con cubierta de polietileno reticulado XLPE cuya sección se determina a continuación a partir de los cálculos pertinentes.

- **Criterio de intensidad máxima admisible.**

Según el criterio de intensidad máxima admisible en primer lugar se calcula la intensidad de la línea a partir de la siguiente expresión donde:

I: Intensidad de corriente de línea en A

P: Potencia activa del inversor (5000kW)

U: Tensión entre fases (45kV)

$\cos(\varphi)$: Factor de potencia en la salida del inversor. Las características técnicas del mismo indican que su fdp es la unidad, pero se considera un fdp=0.98 con la finalidad de prever una situación más desfavorable.

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi}$$
$$I = \frac{5000}{\sqrt{3} \cdot 45 \cdot 0.98} = 65.46 \text{ A}$$

Tal y como se indicó anteriormente se aplica el criterio de incrementar esa intensidad máxima en un 25% indicado en el punto nº5 de la ITC-BT 40.

$$I_{\text{cálculo}} = 81.82 \text{ A}$$

La instalación de este tramo se realiza haciendo referencia al Reglamento de Líneas para Alta Tensión (R.D. 223/2008), a las Normas UNE y a los documentos de la IEC.

En primer lugar, se define el empleo de los cables según el contenido de RLAT (artículo 3 y tabla 1 de la ITC-LAT 06) en el que estableceremos la categoría de la línea en función de su tensión nominal.

REDES TRIFÁSICAS DE CORRIENTE ALTERNA CON TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 30 kV Y SIN EXCEDER DE 220 kV (SEGUNDA Y PRIMERA CATEGORÍA)

Tensión nominal (U) kV	Tensión máxima (Um) kV
45	52 (2ª CAT)
66	66 (2ª CAT)
132	132 (1ª CAT)
220	220 (1ª CAT)

Tabla 13. Redes trifásicas de corriente alterna con tensión nominal superior a 30kV y sin exceder de 220kV (Segunda y primera categoría)

Fuente: PRYSMIAN cables MT

En el caso de nuestra instalación la tensión nominal será de 45kV con una tensión máxima de 52kV. La clasificación según su categoría se corresponde con la A, aquella en la cual si el conductor de cualquier fase entra en contacto con tierra se desconectará del sistema en un tiempo inferior a 1 minuto tal y como se establece en la ITC-LAT 06 en el punto 2.1 – Categorías de las redes.

Las características mínimas del cable y los accesorios que se instalen en Media Tensión deberán reunir las características descritas en la tabla que se indican en la tabla recogida en el punto 2.2 de la ITC-LAT 06 y mostrada a continuación, así como mantener los niveles de aislamiento tanto en cables como accesorios de Alta Tensión indicados en las normas UNE 20435-1 y UNE-EN 60071-1

Tensión nominal de la red U_n kV	Tensión más elevada de la red U_s kV	Categoría de la red	Características mínimas del cable y accesorios	
			U_0/U_1 ó U_0 kV	U_p Kv
3	3,6	A-B	1,8/3	45
		C		
6	7,2	A-B	3,6/6	60
		C		
10	12	A-B	6/10	75
		C		
15	17,5	A-B	8,7/15	95
		C		
20	24	A-B	12/20	125
		C		
25	30	A-B	15/25	145
		C		
30	36	A-B	18/30	170
		C		
45	52	A-B	26/45	250
66	72,5	A-B	36	(1)
110	123	A-B	64	(1)
132	145	A-B	76	(1)
150	170	A-B	87	(1)
220	245	A-B	127	(1)
400	420	A-B	220	(1)

(1) El nivel de aislamiento a impulsos tipo rayo se determinará conforme a los criterios de coordinación de aislamiento establecidos en la norma UNE-EN 60071-1.

Donde:

U_0 : Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

U_1 : Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.

Nota: Esta magnitud afecta al diseño de cables de campo no radial y a sus accesorios.

U_p : Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

Tabla 14. Nivel de aislamiento de los cables y accesorios según tensión nominal de la red.

Fuente: ITC-LAT

El método de instalación empleado para la línea de alta tensión será mediante conductores directamente enterrados con una profundidad de 1.2m agrupando como máximo 4 circuitos distintos en una misma zanja manteniendo entre ellos una distancia de 0.4m.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material equivalentes de espesor mínimo 5cm y exenta de cuerpos extraños. Por encima del cable se dispondrá otra capa de al menos 10 cm de espesor que podrá ser arena o material de características equivalentes.

El cable deberá ser protegido frente a excavaciones hechas por terceros debiendo de poseer una protección mecánica que en condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J además de una cinta de señalización advirtiendo de la existencia del cable eléctrico de alta tensión, con tal fin se instalarán placas con la doble misión de proteger tanto mecánicamente como ejercer de elemento de señalización.

Universidad de Valladolid

El conductor empleado es de aluminio compactado con una cubierta de etileno propileno de alto módulo (HEPR) y con una cubierta exterior de poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS).

A continuación, se aplican los factores de corrección según la instalación y las características del terreno.

Factor de corrección en función de la temperatura del terreno y la temperatura del conductor en servicio permanente.

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	26/45 kV
Tensión nominal simple, U_0 (kV)	26
Tensión nominal entre fases, U (kV)	45
Tensión máxima entre fases, U_m (kV)	52
Tensión a impulsos, U_p (kV)	250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

Tabla 15. Características eléctricas EPROTENAX HEPRZ1 26/45kV.

Fuente: PRYSMIAN cables MT

Temperatura máxima en el conductor Θ_c , en °C	Temperatura ambiente Θ_a , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (Eprotenax H Compact)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (Voltalene H)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

Tabla 16. Coeficiente de corrección.

Fuente: PRYSMIAN cables MT

Factor de corrección en función de la resistencia térmica del terreno.

Tipo de instalación	Sección del conductor mm^2	Resistividad térmica del terreno, K·m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados 	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73	

Tabla 17. Coeficiente de corrección según la resistividad del terreno.

Fuente: PRYSMIAN cables MT

Factor de corrección en función de distancia entre ternos

Tipo de instalación		Separación de los ternos	Factor de corrección								
			Número de ternos en la zanja								
			2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)		0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m		0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	→	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m		0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m		0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-
Cables bajo tubo	En contacto (d = 0 cm)		0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m		0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m		0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m		0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m		0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

Tabla 18. Coeficientes de corrección en función de la separación de los ternos y el número de ternos en la zanja. Fuente: PRYSMIAN cables MT

$$I_{\text{cálculo corregida}} = \frac{I_{\text{línea}}}{\Sigma f} = \frac{81.82}{1.03 \cdot 1.10 \cdot 0.77} = 88.15 \text{ A}$$

$$I_{\text{cálculo corregida}} = 88.15 \text{ A}$$

Seleccionamos un conductor cuya sección permita una intensidad sea igual o superior a la intensidad de salida del transformador.

Sección (mm²)		Tensión	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (A)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (A)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x300KAI	H75	26/45(52) kV	(S) 20044598	E _{ca}	425	485	39,4	17,5	0.1000	0.383
1x300KAI	H75	26/45(52) kV	(AS) 20046189	C _{ca} -s1b,d2,a1	410	475	39,4	17,5	0.1000	0.383
1x500KAI	H75	26/45(52) kV	(S) 20044587	E _{ca}	550	650	65,7	17,5	0.0605	0.453
1x500KAI	H75	26/45(52) kV	(AS) 20046185	C _{ca} -s1b,d2,a1	530	630	65,7	17,5	0.0605	0.453

* De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAI"
 ** Condiciones de instalación: una terna de cables al trespelillo y en contacto, enterrados con centro a 1200 mm de profundidad, temperatura del terreno reno 25°C y resistividad térmica de 1 K.m/W.
 *** Condiciones de instalación: una terna de cables al trespelillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.
 NOTA: valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").
 IMPORTANTE: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

Tabla 19. Intensidad máxima admisible en régimen permanente.

Fuente: PRYSMIAN cables MT

- **Criterio de caída de tensión en corriente alterna MT**

El cálculo de la caída de tensión a partir de la sección seleccionada se realiza a partir de la siguiente expresión:

ΔU : caída de tensión máxima admisible en V

L: Longitud de la línea en kilómetros

I: Intensidad de corriente (88.15 A)

S: Sección del cable (500 mm²)

γ : Conductividad del Aluminio (35.5 m/ Ω mm²)

$f_{dp} = 0.98$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos(\varphi)}{\gamma \cdot S}$$

En el reglamento de baja tensión se establece que la caída de tensión máxima entre el generador y el punto de interconexión a la red de distribución pública no será superior al 1.5% para la intensidad nominal, según el punto nº5 – ITC-BT 40.

Expresión empleada en el cálculo del porcentaje de caída de tensión:

$$e (\%) = \frac{\Delta U}{U} = \frac{\Delta U}{45000} \cdot 100$$

Se elabora una tabla de cálculo midiendo la longitud en el plano desde la salida de los centros de transformación hasta el Centro de Seccionamiento, donde se agruparán las fases en un único conductor y desde este hacia el entronque o punto de vertido.

Tramo 3 - Cableado de Corriente Alterna - MT

Tramos	Long (m)	S (mm ²)	I (A)	e (V)	e (%)
CdT 1 - CdS	81	300	88,15	1,154	0,003
CdT 2 - CdS	347	300	88,15	4,945	0,011
CdT 3 - CdS	500	300	88,15	7,125	0,016
CdT 4 - CdS	230	300	88,15	3,278	0,007
CdS – Entronque	332	300	352,6	18,924	0,042

Se observa unas caídas de tensión prácticamente despreciables que permiten que la caída de tensión máxima en toda la instalación sea en todo caso inferior al 2% reglamentario.

Finalmente, el conductor empleado en el tercer tramo es de Aluminio Compactado con una cubierta de HEPR y con una cubierta exterior de poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) con una sección de 300mm².

8- Cálculo de protecciones

Todo circuito debe estar protegido en cabecera frente a posibles sobrecargas que puedan aparecer en el mismo y ha de ser interrumpido en un tiempo determinado. Existen dos criterios de protección de circuitos:

- **Criterio de protección contra sobrecargas**

Se debe satisfacer las dos siguientes condiciones:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_z$$

Siendo:

I_b : Corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.

I_z : Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado

I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección

I_2 : Corriente que asegura la actuación del dispositivo para un tiempo largo

- **Criterio de protección contra cortocircuitos.**

Existen tres principales condiciones para asegurar la correcta protección de la instalación frente a cortocircuitos. En primer lugar, se tiene que cumplir la condición de que el dispositivo de protección tiene mayor poder de corte que la máxima intensidad de cortocircuito.

$$PdC \geq I_{cc_{max}}$$

En segundo lugar, se debe asegurar que el tiempo de corte que pudiera producirse a causa de un cortocircuito en un punto cualquiera del circuito será eliminada en un tiempo inferior al que los conductores necesitan para alcanzar su temperatura máxima admisible. Siguiendo la norma UNE-HD 60364-4-43 se puede calcular la corriente máxima que puede soportar el cable a partir de la fórmula siguiente:

$$I_{cc} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

I_{cc} : Corriente de cortocircuito en amperios.

k : Constante que depende del conductor y de su tipo de aislamiento

S : Sección del conductor en mm^2

t : Duración del cortocircuito en segundos (tiempo máximo de 5s).

Esta intensidad debe ser superior a la intensidad máxima alcanzada por la protección antes de interrumpir el circuito para el mismo intervalo de tiempo.

$$I_{f(t=5s)} \leq I_{cc(t=5s)}$$

Por último, debemos de cumplir la condición con la cual nos aseguramos la actuación de la protección cuando la intensidad de cortocircuito sea mínima.

$$I_f(t=5s) \leq I_{cc_{min}(t=5s)}$$

Se deberá calcular los elementos de protección según los distintos tramos empleados en la instalación.

8.1- Protecciones instaladas en la caja de conexiones

8.1.1- Fusibles

Todos los strings estarán protegidos por un fusible con curva de fusión tipo “gG” según la norma UNE-60269 que irán alojados en las cajas de conexión donde se agrupan 32 ramales. La intensidad nominal por cada rama es de 7.88 A y se ha empleado un conductor de cobre cuya sección es de 25mm² capaz de soportar una intensidad máxima en régimen permanente de 116 A.

CLASES DE CURVAS DE FUSIÓN		
1ª Letra	g	Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir todas las corrientes desde su intensidad asignada (I_n) hasta su poder de corte asignado. Cortan intensidades de sobrecarga y de cortocircuito
	a	Cartucho fusible limitador de la corriente que es capaz de interrumpir las corrientes comprendidas entre el valor mínimo indicado en sus características tiempo-corriente ($k_2 I_n$) y su poder de corte asignado. Cortan solo intensidades de cortocircuito
2ª Letra	G	Cartuchos fusibles para uso general
	M	Cartuchos fusibles para protección de motores
	Tr	Cartuchos fusibles para protección de transformadores
	B	Cartuchos fusibles para protección de líneas de gran longitud
	R	Cartuchos fusibles para la protección de semiconductores
	D	Cartuchos fusibles con tiempo de actuación retardado

Tabla 20. Clases de curvas de fusión.

Fuente: GUÍA-BT-22

La elección del fusible de tipo gG es debida a su doble protección tanto sobrecargas como frente a cortocircuitos. A continuación, se indica la curva característica de tiempo-corriente de este tipo de fusibles donde se indican los significados de Intensidad nominal (I_n), Intensidad de No Fusión (I_{nf}) e Intensidad de Fusión (I_f).

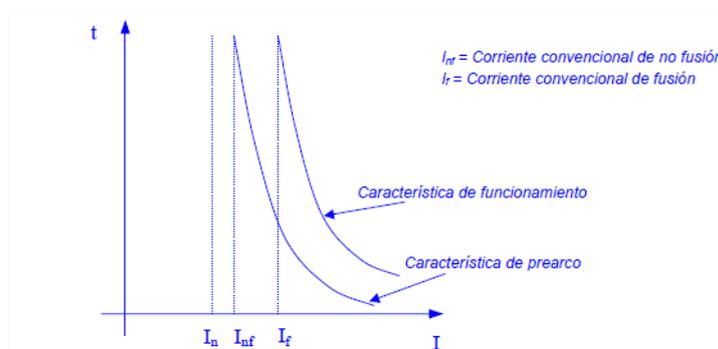


Tabla 21. Curva característica tiempo-corriente de un cartucho fusible tipo "g".

Fuente: GUÍA-BT-22

- Criterio de protección por sobrecarga:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$7.88 A \leq I_n \leq 116 A$$

$$7.88 A \leq 10A \leq 116 A$$

Se escoge una intensidad nominal normalizada de 10 A y se comprueba que satisfaga la segunda condición.

En el caso de los fusibles la intensidad equivalente a la citada I_2 se corresponde con la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) y que para los fusibles del tipo gG toma los siguientes valores sacados de la norma UNE-EN 602069 y obtenida a través de la GUÍA-BT-22.

Si la intensidad nominal del fusible seleccionado es superior a 4A e inferior a 16A:

$$I_f = 1.90 I_n$$

$$I_f = 1.90 \cdot 10A = 19 A$$

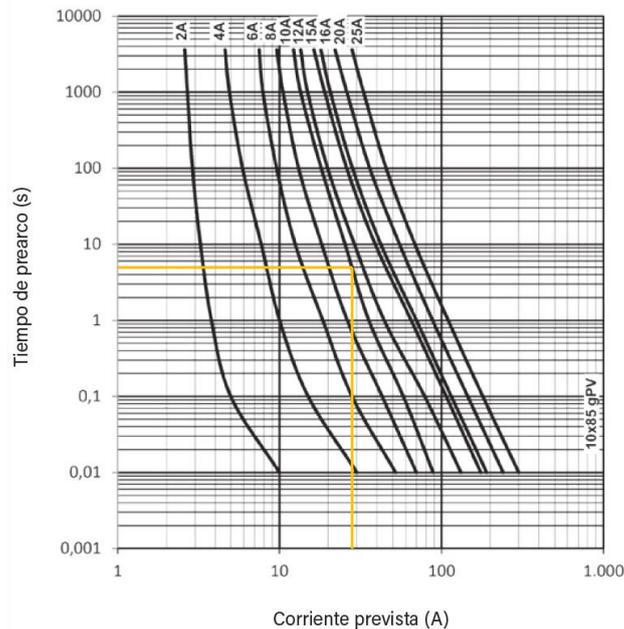
$$I_f \leq 1.45 \cdot 116 A$$

$$19 A \leq 168.2 A \rightarrow OK$$

- Criterio de protección contra cortocircuitos:

Acudiendo a la curva del catálogo del fabricante del fusible seleccionado se tienen las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS t-I



- Poder de corte del fusible: 30 kA
- Intensidad de fusión t=5s: 28 A

Mediante el uso de las siguientes expresiones, se calculará la intensidad máxima de cortocircuito que corresponde con el tramo de menor longitud y por tanto menor resistencia y la intensidad de cortocircuito mínima, que se corresponde con el tramo de mayor longitud y por tanto mayor resistencia. Los tramos de mayor y menor longitud son de 356 y 18.21 metros respectivamente.

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R}$$

Donde:

- U: Tensión nominal en voltios (1015.2 V)
- I: Intensidad en amperios
- R: Resistencia en ohmios

$$R = \rho \cdot \frac{2 \cdot L}{S}$$

Donde:

- R: Resistencia en ohmios
- ρ : Resistividad de Cu (XLPE) (90°C) - (1/45.5 m/Ωmm²)
- L: Longitud en metros
- S: Sección del conductor en mm² - (25mm²)

Sustituyendo valores en las ecuaciones anteriores comprobaremos si la potencia de corte del fusible es superior a la intensidad máxima de cortocircuito.

$$R = \frac{1}{45.5} \cdot \frac{2 \cdot 18.21}{25} = 0.032 \Omega$$

$$I_{cc_{max}} = \frac{0.8 \cdot 1015.2}{0.032} = 25380 \text{ A}$$

$$I_{cc_{max}} \leq \text{Poder de corte fusible} \rightarrow OK$$

A continuación, comprobamos que la intensidad de fusión en 5s es superior a la intensidad mínima de cortocircuito.

$$R = \frac{1}{45.5} \cdot \frac{2 \cdot 356}{25} = 0.626 \Omega$$

$$I_{cc_{min}} = \frac{0.8 \cdot 1015.2}{0.626} = 1297.52 \text{ A}$$

$$I_{f_{t=5s}} \leq I_{cc_{min}} \rightarrow OK$$

La intensidad que soporta el cable durante 5s se calcula a partir de la siguiente expresión donde k toma el valor de 143 por ser un conductor de cobre con aislamiento de polietileno reticulado obtenido de la norma UNE 20460-4-43.

	Aislamiento de los conductores						Mineral Con PVC	Mineral Desnudo
	PVC 70°C ≤ 300 mm²	PVC 70°C > 300 mm²	PVC 90°C ≤ 300 mm²	PVC 90°C > 300 mm²	PR/EPR	Goma 60 °C		
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 ^{*)}	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-
^{*)} Este valor se debe utilizar para cables desnudos expuestos al contacto. NOTA 1 Para duraciones muy cortas (< 0,1 s) donde la asimetría de la intensidad es importante y para dispositivos limitadores de la intensidad, $k^2 \cdot S^2$ debe ser superior a la energía ($I^2 t$) que deja pasar el dispositivo de protección, indicada por el fabricante. NOTA 2 Otros valores de k están en estudio para: - los conductores de pequeña sección (especialmente para secciones inferiores a 10mm ²); - las duraciones de cortocircuitos superiores a 5s; - otros tipos de conexiones en los conductores; - los conductores desnudos. NOTA 3 La corriente nominal del dispositivo de protección contra los cortocircuitos puede ser superior a la corriente admisible de los conductores del circuito. NOTA 4 Los valores de esta tabla están basados en la norma UNE 211003-1.								

Tabla 22. Tabla de valores de k y de temperaturas admisibles.

Fuente: GUÍA-BT-22

$$I_{cc(t=5s)} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

$$I_{cc(t=5s)} = 143 \cdot \frac{25}{\sqrt{5}} = 1598.79 \text{ A}$$

$$I_{f_{t=5s}} \leq I_{cc(t=5s)} \rightarrow OK$$

Se comprueba que los fusibles de 10 A cumplen los requisitos para proteger el tramo del string hasta la caja de conexiones.

8.1.2- Interruptor - Seccionador

La caja de conexiones también será la encargada de proteger la cabecera de la línea que agrupa los ramales con el inversor. Se instalará un interruptor-seccionador con una capacidad de corte de 400 A además de los citados fusibles con el fin de habilitar la desconexión de las ramas del generador fotovoltaico que requieran labores de mantenimiento, así como reparar posibles fallas.

Se comprueba que la intensidad nominal en la caja de conexiones será inferior a la intensidad de corte del interruptor.

$$I_{nominal} = I_{string} \cdot n^{ostrings} = 7.88 \cdot 32 = 252.16 A$$

Por tanto, cumple holgadamente la intensidad nominal que deberá ser capaz de interrumpir.

8.1.3- Descargador de sobretensiones del tipo CC

Los criterios establecidos en la protección de las sobretensiones están incluidos en la norma IEC 61643-11 y en el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

El dispositivo debe poseer las siguientes características técnicas:

- Nivel de protección superior a 2.5 kV equivalente a la Categoría II aplicable a los equipos destinados a conectarse a una instalación eléctrica fija.
- Tensión Nominal del dispositivo equivalente a la tensión nominal de la instalación
- Intensidad nominal de descarga superior a 5 kA
- El cable de unión del dispositivo con tierra tiene que ser de cobre de sección superior a 4 mm²

Las características de las descargas producidas por rayos se muestran en la siguiente tabla:

Superior a la probabilidad máx. P%	Pico de corriente I (kA)	Gradiente s (kA/μs)	Total duración T (s)	Número de descargas n
95	7	9,1	0,001	1
50	33	24	0,01	2
5	85	65	1,1	6

Tabla 23. Valores de caídas de rayos facilitados por el comité de protección contra rayos.

Fuente: Guía diseño instalaciones eléctricas según IEC – Schneider Electric

En esta tabla se observa que la probabilidad de que la corriente transmitida sea superior a 7kA es suficientemente elevada como para buscar un protector de sobretensiones cuya intensidad nominal de descarga sea superior a la mínima exigida por el reglamento electrotécnico.

Las características técnicas del protector contra sobretensiones empleado VPU II 3 R PV 1500V DC – Weidmüller

- Nivel de protección: 5.2 kV
- Tensión nominal: 1500 V
- Intensidad nominal de descarga – Corriente de fuga: 20 kA
- Clase de requisitos: Tipo II

Por tanto, se comprueba que ofrece protección frente el 95% de las corrientes de descargas registradas por el comité de protección contra rayos por supuesto superando los mínimos exigidos por el reglamento electrotécnico.

8.2- Protecciones instaladas en el inversor.

8.2.1- Fusibles

El inversor SINACON PV en sus características técnicas indica que dispone de fusibles cuya intensidad nominal es de 250 A hasta 315 A, basándonos en el cálculo realizado en el apartado anterior, la intensidad nominal en cada entrada del inversor será de 252.16 A por lo que se instalarán fusibles de 315 A.

La corriente nominal que circula en la salida de la caja de conexiones es:

$$I_b = I_{string} \cdot n^{\circ}strings = 7.88 \cdot 32 = 252.16 A$$

- Criterio de protección por sobrecarga:

El conductor seleccionado en este tramo admite una intensidad máxima I_z de 402 A, sustituyendo en la primera condición:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$
$$252.16 A \leq 315 A \leq 402 A$$

La I_n es superior a 16 A por lo que la GUIA-BT-22 establece para fusibles un valor de $I_f = 1.60 I_n$ que aplicándolo en la segunda condición se obtiene.

$$I_f = 1.60 I_n$$

$$I_f = 1.60 \cdot 315 A = 504 A$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot 402$$

$$504 A \leq 582.9 A$$

Se comprueba que con los fusibles de 315 A para proteger la salida de la caja de conexiones será suficiente.

- Criterio de protección contra cortocircuitos:

Primeramente, se calculará la intensidad máxima de cortocircuito para este tramo la cual se corresponde a la longitud mínima entre las cajas de conexiones y el inversor. Midiendo sobre el plano se ha determinado que la longitud mínima existente es de 7 metros.

Empleando las expresiones correspondientes y sustituyendo valores obtenemos los siguientes resultados.

$$R = \rho \cdot \frac{2 \cdot L_{min}}{S} = \frac{1}{45.5} \cdot \frac{2 \cdot 7}{240} = 0.0013 \Omega$$

$$I_{cc_{max}} = \frac{0.8 \cdot U}{R} = \frac{0.8 \cdot 1015.2}{0.0013} = 633485 A$$

$$I_{cc_{max}} = 63 \text{ kA}$$

El fusible seleccionado que satisface las necesidades de la instalación posee las siguientes características:

- Poder de corte del fusible: 200 kA
- Intensidad nominal: 315 A
- Tensión nominal (DC): 1500 V

Se cumple la primera condición que exige que el poder de corte del fusible sea superior a la corriente máxima de cortocircuito

$$I_{cc_{max}} = 63 \text{ kA} \leq 200 \text{ kA} \rightarrow OK$$

La expresión empleada para el cálculo de la corriente máxima que puede soportar el conductor para los cortocircuitos de una duración no superior a 5 segundos se determina mediante la expresión proporcionada por la GUÍA-BT-22.

$$I_{cc(t=5s)} = k \cdot \frac{S}{\sqrt{t}}$$

También presentada de forma práctica por:

$$(I^2t)_{fusible} \leq (I^2t)_{cable} = k^2 S^2$$

Donde:

- t: duración del cortocircuito en segundos
- K: constante que toma los siguientes valores a partir de la norma UNE 20460-4-43
- I: corriente de cortocircuito efectiva en A, expresada en valor eficaz
- S: Sección del conductor en mm² - (240mm²)

Sustituyendo valores:

$$(63000 \cdot 5)_{fusible} \leq 143^2 240^2$$

$$315000 \leq 1178 \cdot 10^6$$

Se comprueba que el conductor soportará la corriente de cortocircuito durante el tiempo requerido asegurando así una buena protección del tramo.

8.2.2- Interruptor - Seccionador

El propio inversor está provisto de un interruptor seccionador con capacidad de corte suficiente que garantice la correcta desconexión del mismo.

8.2.3- Descargador de sobretensiones

El inversor también incluye protección contra las sobretensiones que se puedan producir tanto en el lado de corriente continua como en el lado de corriente alterna, empleando en ambos casos dispositivos de categoría II tal y como se establece en la normativa.

8.2.4- Interruptor diferencial

El inversor deberá incluir una protección diferencial que proteja el tramo que conecta la salida del inversor con la conexión en el primario del transformador, garantizando la seguridad de las personas de los contactos indirectos como consecuencia de una corriente residual.

8.3- Cálculo de protecciones de media tensión (CA)

Los centros de transformación instalados en la salida de cada inversor estarán formados por los mismos elementos con las siguientes características:

- Transformador:
 - Potencia nominal: 5000kVA
 - Tensión nominal: 690V / 45kV
- Celdas y conectores:
 - Celda de remonte
 - Celda de protección del transformador
 - Celda de protección general (IA + Seccionador PaT + Fusible)
 - Celda de Medida
 - Celda de Seccionamiento
 - Celda de línea

El interruptor automático seleccionado soportará una intensidad nominal de 147.28 A y deberá tener un poder de corte superior a la corriente de cortocircuito máxima en ese punto.

Para el cálculo de la corriente máxima de cortocircuito se emplea la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Siendo:

- I_d : Intensidad máxima de defecto a tierra en A
- U: Tensión compuesta de servicio de la red en V
- R_n : Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red MT en Ω
- R_t : Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT en Ω
- X_n : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de red MT en Ω

El cálculo de la máxima intensidad de defecto se produce en un cortocircuito unipolar fase-tierra cuando consideramos nulas las resistencias del transformador y del neutro únicamente considerando la reactancia a tierra del neutro, cuyo valor típico es de 25 Ω .

Sustituyendo valores en la expresión anterior obtenemos la intensidad máxima de defecto

$$I_{d_{max}} = \frac{45000}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0 + 0)^2 + 25^2}} = 1039.23 \text{ A}$$

El poder de corte del interruptor automático deberá ser superior a 1039 A accionado por un relé de tiempo inverso que garantice su desconexión en menos de 1s y respaldado por un fusible de alto poder de corte.

8.3.1- Tensiones e intensidades de defecto mínimos exigidos por Iberdrola

El centro de transformación de Iberdrola puede inducir a través de la conexión tensiones e intensidades de defecto superiores a las que se puedan generar en nuestra instalación, por ello especifica las tensiones nominales y niveles de aislamiento que se deben emplear en los centros de transformación que se conecten a sus líneas.

Tensión eficaz kV		Tensión soportada nominal de corta duración a frecuencia industrial Valor eficaz kV 1 min.		Tensión soportada nominal a los impulsos tipo rayo Valor cresta (kV)	
Nominal de red	Más elevada para el material	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento	A tierra y entre fases	A distancia de seccionamiento
20	24	50	60	125	145
30	36	70	80	170	195
45	52	95	110	250	290
66	72,5	140	160	325	375
132	145	275	315	650	750

Tabla 24. Tensiones nominales y niveles de aislamiento.

Fuente: Iberdrola

Tensión nominal de la red U_n (kV)	Tipo de puesta a tierra	Impedancia equivalente Z_{LTH} (Ω)	Intensidad máxima de corriente de defecto a tierra (A)
13,2	Rígido	1,863	4500
13,2	Reactancia 4 Ω	4,5	1863
15	Rígido	2,117	4500
15	Reactancia 4 Ω	4,5	2117
20	Zig-Zag 500A	25,4	500
20	Zig-Zag 1000A	12,7	1000
20	Reactancia 5,2 Ω	5,7	2228
30	Zig-Zag 1300 A **	2,117	9000
45	Rígido	1,143	25000
66	Rígido	1,677	25000
132	Rígido	2,794	30000

Tabla 25. Intensidades máximas de defecto a tierra.

Fuente: Iberdrola

8.3.2- Aparataje de MT en los Centros de Transformación

A partir de los valores calculados anteriormente los criterios mínimos que deben satisfacer las celdas de media tensión que protejan los centros de transformación son los siguientes

- Tensión Nominal: 45 kV
- Intensidad Nominal: 150 A
- Poder de corte: 25 kA
- Relé digital

Las características generales de las celdas de media tensión según el fabricante son las siguientes:

- Tensión nominal: 52kV

Universidad de Valladolid

- Intensidad nominal: 630 A
- Intensidad nominal de cortocircuito: 25 kA
- Seccionador: 630 A
- Posibilidad de relé convencional o digital

Cumple los requisitos mínimos de protección de los centros de transformación.

8.3.3- Aparata de MT en el centro de Unión y Seccionamiento

En el centro de unión la intensidad total soportada se corresponde a la suma de intensidades provenientes de todo el parque.

La intensidad total será:

$$I_{Total} = 4 \times I_{CdT} = 4 \times 147.28 = 589.92 \text{ A}$$

Las características mínimas de las celdas de MT en el centro de unión y seccionamiento serán las siguientes:

- Tensión Nominal: 45 kV
- Intensidad Nominal: 600 A
- Poder de corte: 25 kA
- Relé digital

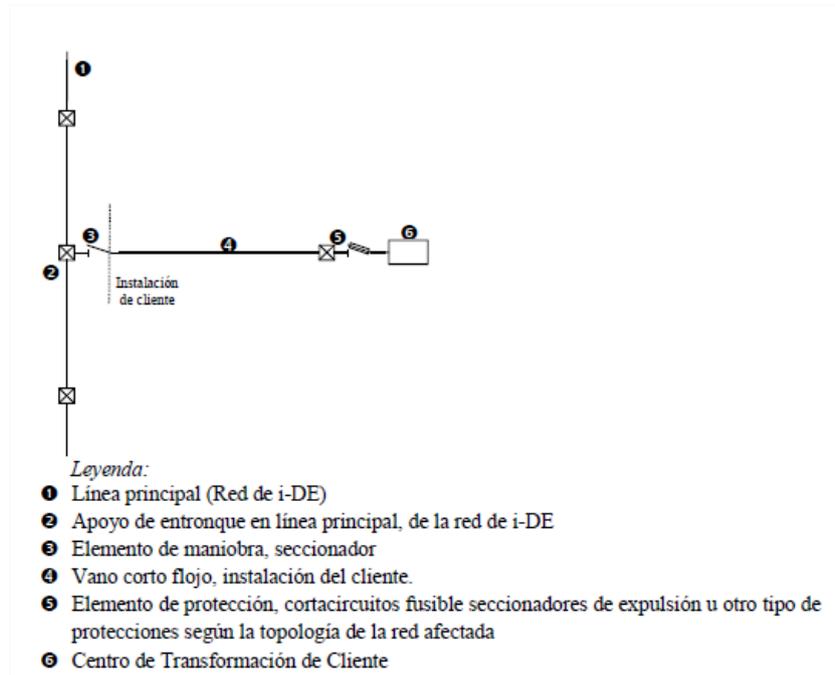
Características de las celdas de MT según el fabricante:

- Tensión nominal: 52kV
- Intensidad nominal: 630 A
- Intensidad nominal de cortocircuito: 25 kA
- Seccionador: 630 A
- Posibilidad de relé convencional o digital

Se cumplen los requisitos mínimos de protección en el Centro de Unión y Seccionamiento empleando estas cabinas de MT.

8.3.4- Aparata de MT en el punto de conexión

En el punto de conexión Iberdrola establece en sus condiciones técnicas de instalaciones los siguientes requisitos de protección eléctrica.



Se instalará un Seccionador en el apoyo de entronque perteneciente a Iberdrola

Se instalará un Órgano de Corte en Red en el primer apoyo de la derivación del cliente dotado de:

- Interruptor-Seccionador aislado en SF6
- Reconectador automático
- Protección de sobretensiones
- Cortacircuitos seccionadores fusibles de expulsión

Las características técnicas del órgano de corte en red deberán iguales o superiores a los requisitos impuestos por la compañía.

Según normas CEI 60265-2			
Versión			
Tensión asignada (kV ef.)		52	
Intensidad nominal (A)		630	
Nivel de aislamiento	kV eficaces, 50 Hz/1 min	en relación a la masa	95
		a la distancia de seccionamiento	110
	Onda de choque kV, 1,2/50 μs	en relación a la masa	250
		a la distancia de seccionamiento	290
Poder de corte (A)		carga principalmente activa	630
		carga en bucle	630
		transformador en vacío	10
		línea en vacío	10
Poder de cierre		kA (valor cresta)	31,5
Intensidad de corta duración		kA (valor eficaz) - 3 s	12,5
		kA (valor cresta)	31,5
Otras características			
Temperatura (°C)	máxima	+ 40	
	mínima	- 25	
Endurancia mecánica	ciclos CA	1000	
	ciclos CA	100 a 400 A 10 a 630 A	
Grado de protección	envolvente interruptor	IP67	
	mecanismo	IP56	
	armario de control	IP55	
Motoreductor	tiempo máximo de maniobra (s)	7	
Línea de fuga (mm/kV)		25	

Tabla 26. Tabla de características técnicas OCR.

Fuente: MESA

Se comprueba que los valores son iguales o superiores a los requisitos indicados en las tablas 24 y 25.

9- Cálculo de puesta a tierra

Se distinguen dos tipos de puesta a tierra principales en la instalación cuyo objetivo principal es la protección de personas y equipo en la instalación.

- Puesta a tierra de protección.
- Puesta a tierra de servicio.

Con objeto de obtener una primera aproximación de la resistencia a tierra se ha acudido a la siguiente tabla de la guía técnica del reglamento de baja tensión donde indica valores de resistividad del terreno dependiendo de su composición.

Tabla 3. Valores orientativos de la resistividad en función del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.000
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

Tabla 4. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad Ohm.m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y otros terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables	3.000

Tabla 5. Fórmulas para estimar la resistencia de tierra en función de la resistividad del terreno y las características del electrodo

Electrodo	Resistencia de Tierra en Ohm
Placa enterrada	$R = 0,8 \rho/P$
Pica vertical	$R = \rho/L$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = 2 \rho/L$

ρ , resistividad del terreno (Ohm.m)
 P , perímetro de la placa (m)
 L , longitud de la pica o del conductor (m)

Tabla 27. Valores medios aproximados de la resistividad en función del terreno.

Fuente: GUÍA-BT-18

La planta fotovoltaica se instalará en un terreno cultivable ya que su uso previo fue agrícola sin embargo con la finalidad de obtener un valor teórico más desfavorable, se supondrá que la resistividad tendrá un valor de:

$$\rho = 200 \Omega/\text{m}.$$

Expresión del cálculo de la resistencia de tierra según el electrodo empleado y las características del terreno.

$$R_T = \frac{2\rho}{L}$$

Se empleará procedimiento de puesta a tierra especificado en UNESA que consiste en un método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría.

Según la ITC-BT-08 se presentan los posibles esquemas de distribución en función de la puesta a tierra del neutro y de las masas. El sistema de puesta a tierra empleado en la instalación fotovoltaica es del tipo TT.

En el sistema TT se conecta un punto de alimentación, generalmente el neutro a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de la alimentación, tal como muestra la siguiente figura:

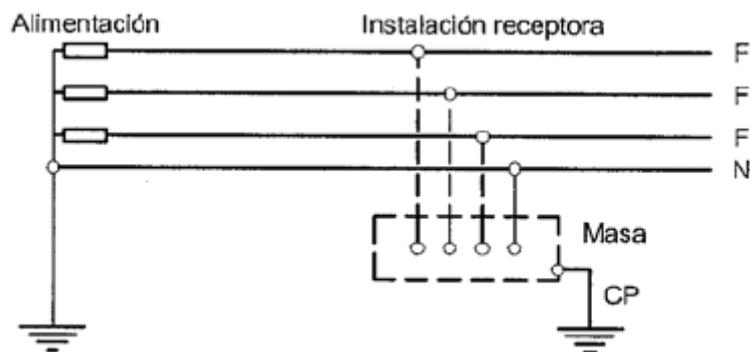


Ilustración 4. Esquema de distribución tipo TT.

Fuente: GUÍA-BT-08

En este esquema las intensidades de defecto entre fase-masa o fase-tierra podrían tener valores inferiores a los de cortocircuito, pero aun así ser lo suficientemente elevados como para ser consideradas tensiones peligrosas, por ello se emplearán los dispositivos de protección que neutralicen dicha amenaza como pueden ser los interruptores diferenciales automáticos.

Se ejecutarán tres instalaciones de puesta a tierra de configuración idéntica para cada uno de los centros de transformación que existen en la instalación.

Los centros de transformación se situarán sobre una base de mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferiores a 4 mm formando una retícula no superior a 0.3 x 0.3m embebido en el suelo de hormigón del centro de transformación a una profundidad de 0.10m. Este mallado se conectará como mínimo en dos puntos, preferiblemente opuestos al electrodo de puesta a tierra de protección del Centro de Transformación.

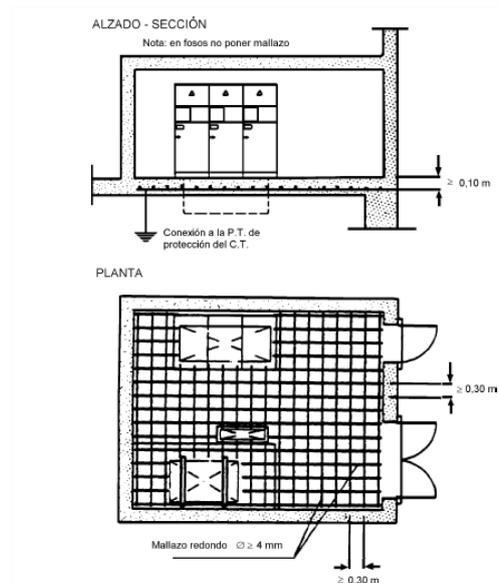


Ilustración 5. Mallado de un centro de transformación en edificio.

Fuente: UNESA

9.1- Puesta a tierra de protección

Se conectarán al mallado todas las partes metálicas del interior del CT que normalmente se encuentran sin tensión pero que podrían llegar a adquirirla como consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones.

Por tanto, se conectarán a la tierra de protección los siguientes elementos:

- Carcasas de transformadores
- Chasis y bastidores de los aparatos de maniobra
- Envoltentes y armazones de los conjuntos de aparamenta de MT (cabinas, celdas)
- Armarios y cofrets con aparatos y elementos de BT
- Pantallas y/o blindajes de los cables MT

En general, todos aquellos elementos metálicos que contengan o soporten elementos en tensión.

9.2- Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a esta puesta a tierra los elementos que formen parte de los circuitos de media y baja tensión como pueden ser:

- Neutro del transformador secundario de BT
- Bornes secundarios de los transformadores de intensidad y de tensión
- El punto de cierre de cortocircuito de las tres fases y la desconexión a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

9.3- Orden de cálculos

Esquema general del orden de cálculos que se emplea en la recomendación de puesta a tierra según UNESA.

9.3.1- Determinar la Intensidad de defecto máxima

En las redes de MT con el neutro conectado a tierra a través de una impedancia la intensidad de defecto a tierra se obtiene a través de la siguiente expresión:

$$I_d = \frac{U/\sqrt{3}}{\sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

Donde:

- I_d : Intensidad máxima de defecto a tierra en A
- U: Tensión compuesta de servicio de la red en V
- R_n : Resistencia de la puesta a tierra del neutro de la red MT en Ω
- R_t : Resistencia de la puesta a tierra de protección del CT en Ω
- X_n : Reactancia de la puesta a tierra del neutro de red MT en Ω

Con la finalidad de obtener la intensidad de defecto máxima, suponemos que las resistencias de puesta a tierra y del neutro son nulas y utilizamos un valor típico de reactancia de neutro de los transformadores de 25 Ω

$$I_{d_{max}} = \frac{45000/\sqrt{3}}{\sqrt{(0 + 0)^2 + 25^2}} = 1039.23 \text{ A}$$

9.3.2- Diseño preliminar

UNESA establece las siguientes condiciones que se deben cumplir simultáneamente:

1) Condición de intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U/\sqrt{3}}{\sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

2) Condición de sobretensiones admisibles en la parte de BT:

$$V_{BT} \geq R_t \cdot I_d$$

Donde:

- V_{BT} : Sobretensión máxima admisible en la parte de BT siendo 10000V la recomendada por UNESA.
- R_t : Resistencia del electrodo de puesta a tierra, en Ω .
- I_d : Intensidad de defecto, en A.

3) Condición de actuación de la protección:

$$I_d > I_a$$

Donde:

- I_d : Intensidad de defecto, en A.
- I_a : Intensidad actuación de la protección, en A.

Cálculo del diseño preliminar:

$$I_d = \frac{45000/\sqrt{3}}{\sqrt{(0 + R_t)^2 + 25^2}}$$

$$10000 \geq R_t \cdot I_d$$

Resolviendo el sistema se obtienen los siguientes valores de intensidad de defecto y resistencia del electrodo de puesta a tierra.

$$R_t = 10.43 \Omega$$

$$I_d = 958.77 A$$

Cálculo del K_r :

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{10.43}{200} = 0.052 \Omega/\Omega m$$

Se busca un electrodo en las tablas de UNESA cuya $K < K_r$ para una malla rectangular de 6x2.5 m que corresponde con las dimensiones aproximadas de la caseta del centro de transformación con una profundidad en la instalación de 0.8m.

A continuación, se muestra la tabla donde se obtiene el valor de K_r :

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Rectángulo de 6.0 m x 2.5 m.

Sección conductor = 50 mm².
 Diámetro picas = 14 mm.
 L_p = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

CONFIGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _p (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.118	0.0239	0.0715	60-25/5/00
4 picas 	2	0.090	0.0202	0.0442	60-25/5/42
	4	0.074	0.0159	0.0318	60-25/5/44
	6	0.063	0.0130	0.0246	60-25/5/46
	8	0.055	0.0110	0.0199	60-25/5/48
8 picas 	2	0.080	0.0175	0.0358	60-25/5/82
	4	0.062	0.0128	0.0229	60-25/5/84
	6	0.052	0.0100	0.0165	60-25/5/86
	8	0.045	0.0082	0.0127	60-25/5/88

PROFUNDIDAD = 0'8 m

CONFIGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _p (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.113	0.0167	0.0681	60-25/8/00
4 picas 	2	0.087	0.0139	0.0430	60-25/8/42
	4	0.071	0.0110	0.0312	60-25/8/44
	6	0.061	0.0091	0.0243	60-25/8/46
	8	0.053	0.0077	0.0198	60-25/8/48
8 picas 	2	0.077	0.0124	0.0348	60-25/8/82
	4	0.060	0.0092	0.0226	60-25/8/84
	6	0.050	0.0073	0.0165	60-25/8/86
	8	0.043	0.0060	0.0128	60-25/8/88

K_r, Ω / (Ω · m)
 K_p, K_c = K_p(acc) V / (Ω · m)(A)

Tabla 28. Parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra.

Fuente: UNESA

El código de la configuración escogida es el 60-25/8/88 y presenta los siguientes valores de cálculo:

- Número de picas= 8
- Longitud de picas= 8 m
- Resistencia Kr= 0.043 Ω/Ωm
- Tensión de paso Kp= 0.006 V/(Ωm)(A)
- Tensión de contacto Kc= 0.0128 V/(Ωm)(A)

9.3.3- Cálculo de la verdadera resistencia del electrodo de puesta a tierra
 Se calcula a partir del verdadero parámetro de resistencia de la tabla anterior.

$$R_t = \rho \cdot K_r = 200 \cdot 0.043 = 8.6 \Omega$$

9.3.4- Intensidad de defecto real

Se recalcula la intensidad de defecto a partir del valor de la nueva resistencia de puesta a tierra.

$$I_d = \frac{45000/\sqrt{3}}{\sqrt{(0 + 8.6)^2 + 25^2}} = 982.71 \text{ A}$$

Se observa que debido a las consideraciones que implican mejorar la puesta a tierra la intensidad de defecto real es inferior a la calculada con anterioridad.

9.3.5- Tensiones de paso exterior instalación

Valor de la tensión de paso máxima (V'_p) que se podría llegar a obtener en caso de falla en el exterior de la instalación.

$$V'_p = \rho \cdot I_d \cdot K_p = 200 \cdot 982.71 \cdot 0.006 = 1179.25 \text{ V}$$

9.3.6- Tensiones de paso de acceso

Valor de la tensión de acceso máxima (V'_{pacc}) que se podría llegar a alcanzar en caso de falla en la instalación.

$$V'_{pacc} = \rho \cdot I_d \cdot K_{pacc} = 200 \cdot 982.71 \cdot 0.0128 = 2515.74 \text{ V}$$

9.3.7- Tensiones de paso y contacto con el interior de la instalación

UNESA garantiza que siempre que el piso del centro de transformación esté constituido por un mallazo electrosoldado como el descrito anteriormente y esté cubierto por una capa de hormigón del al menos 10 cm:

Las tensiones de paso y contacto interiores serán prácticamente nulas y por lo tanto no será necesario su cálculo.

9.3.8- Comprobaciones

La ITC-RAT 13 establece que los valores admisibles de tensión de contacto aplicada (V_{ca}) a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies en función de la duración de la corriente de falla se dan en la siguiente tabla.

Duración de la corriente de falta, t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible, U_{ca} (V)
0.05	735
0.10	633
0.20	528
0.30	420
0.40	310
0.50	204
1.00	107
2.00	90
5.00	81
10.00	80
> 10.00	50

Tabla 29. Valores admisibles de tensión de contacto aplicada en función de la duración de la corriente de falla.
Fuente: ITC- RAT 13

Garantizando la eliminación del defecto en un segundo, mediante un relé a tiempo independiente sin enchance e intensidad de arranque de 200 A.

La ITC – RAT 13 establece que los valores admisibles de la tensión de paso aplicada entre los dos pies de una persona considerando únicamente la propia impedancia del cuerpo humano sin resistencias adicionales como las del contacto con el terreno o las del calzado se define como diez veces el valor admisible de la tensión de contacto aplicada.

$$V_{pa} = 10 V_{ca}$$

Luego:

$$V_{ca} = 107 V$$

$$V_{pa} = 1070 V$$

Para el cálculo de las tensiones de paso y contacto resultantes admisibles en una instalación se recurre a las expresiones dispuestas en la ITC – RAT 01 y 13.

Donde:

V_{ca} es el valor admisible de la tensión de contacto aplicada que es función de la duración de la corriente de falta

V_{pa} Tensión de paso aplicada admisible, la tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre los dos pies.

Z_B Impedancia del cuerpo humano, se considerará un valor de 1000Ω

V_c Tensión de contacto máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante)

V_p Tensión de paso máxima admisible en la instalación que garantiza la seguridad de las personas, considerando resistencias adicionales (por ejemplo, resistencia a tierra del punto de contacto, calzado, presencia de superficies de material aislante)

R_{a1} Es, por ejemplo, la resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se puede emplear como valor 2000Ω . Se considera nula esta resistencia cuando las personas puedan estar descalzas, en instalaciones situadas en lugares tales como jardines, piscinas, campings y áreas recreativas.

R_{a2} Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie. $R_{a2}=3 \rho_s$, donde ρ_s es la resistividad del suelo cerca de la superficie.

Las expresiones son las siguientes:

$$V_p = V_{pa} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right)$$

$$V_{pacc} = V_{pa} \left(1 + \frac{2R_{a1} + R_{a21} + R_{a22}}{Z_B} \right)$$

Para el cálculo de la resistividad superficial en caso en el que el terreno este recubierto por una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc) se aplicará el coeficiente reductor a partir de la siguiente expresión:

$$C_s = 1 - 0.106 \left(\frac{1 - \frac{\rho}{\rho^*}}{2h_s + 0.106} \right)$$

Siendo:

- C_s coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial
- h_s espesor de la capa superficial, en metros
- ρ resistividad del terreno natural
- ρ^* resistividad de la capa superficial

9.3.9- Cálculo de las comprobaciones

Comprobación de la tensión de paso en la instalación.

$$V_p = V_{pa} \left(1 + \frac{2R_{a1} + 2R_{a2}}{Z_B} \right)$$

$$V_p = 1070 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 2 \cdot 3 \cdot 200}{1000} \right) = 6634 V$$

$$V_p' = 1179.25 V < V_p = 6634 V \rightarrow OK$$

Comprobación de la tensión de paso de acceso en la instalación.

$$V_{pacc} = V_{pa} \left(1 + \frac{2R_{a1} + R_{a21} + R_{a22}}{Z_B} \right)$$

$$V_{pacc} = 1070 \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 200 + 3 \cdot \rho_{s2}}{Z_B} \right)$$

Donde:

$$\rho_{s2} = C_s \cdot \rho_{hormigón}$$

$$\rho_{s2} = \left(1 - 0.106 \left(\frac{1 - \left(\frac{200}{3000} \right)}{2 \cdot 0.2 + 0.106} \right) \right) \cdot 3000 = 2413.44 \Omega m$$

Sustituyendo en la expresión anterior obtenemos una tensión máxima de paso de acceso de:

$$V_{pacc} = 13739.14 V$$

Se comprueba que la protección del personal frente a las tensiones de paso, paso de acceso y de contacto en la instalación cumplen los requisitos establecidos.

$$V'_p = 1179.25 V < V_p = 6634 V \rightarrow OK$$

$$V'_{pacc} = 2515.74 V < V_{pacc} = 13739.14 V \rightarrow OK$$

Comprobación de las sobretensiones máximas admisibles en la parte de baja tensión del centro de transformación

$$V_{BT} \geq R_t \cdot I_d$$

$$10000 \geq 8.6 \cdot 982.71$$

$$10000 \geq 8451.31 \rightarrow OK$$

Se cumplen las condiciones de seguridad establecidas en el reglamento, por lo tanto, no será necesaria ninguna modificación en el diseño de la puesta a tierra.

9.3.10- Investigación de tensiones transferidas

Debido a que la máxima diferencia de potencial que puede aparecer entre el neutro de baja tensión y una tierra lejana no afectada no debe ser superior a 1000 V siguiendo la recomendación de UNESA sin embargo en nuestra instalación la tensión de defecto es de 8451.31 V.

No será posible la unión de la tierra de protección y la tierra de servicio de la instalación debiendo tener una distancia mínima de separación la dictada a partir de la expresión de la ITC-BT-19:

$$D \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot 1000}$$

$$D \geq \frac{200 \cdot 982.71}{2 \cdot \pi \cdot 1000} = 31.28 m$$

9.3.11- Calculo de tierra de servicio (Neutro del transformador)

La ejecución de la puesta a tierra del neutro deberá ser mediante un cable aislado de 0.6/1kV protegido con tubo de PVC y una resistencia $R_B = 37 \Omega$ deducida a partir de una tensión máxima de 24V y un diferencial máximo de 650mA.

Calculo del coeficiente K_{rB} a partir del cual se seleccionará el electrodo en las tablas de UNESA:

$$K_{rB} \leq \frac{R_B}{\rho} = \frac{37}{200} = 0.185 \Omega/\Omega m$$

En el Anexo 2 correspondiente a picas alineadas se selecciona una configuración que presente un $K_r \leq K_{rB}$

PARAMETROS CARACTERÍSTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
 Separación entre picas : 3 m
 Longitud pica = 2 m.

Sección conductor = 50 mm².
 Diámetro picas = 14 mm.

PROFUNDIDAD = 0'5 m.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Tabla 30. Parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra.

Fuente:UNESA

La configuración escogida en la puesta a tierra de servicio es la 5/32 y presenta los siguientes valores:

- Número de picas= 3
- Longitud de picas= 2 m
- Separación entre picas= 3m
- Resistencia $K_r= 0.135 \Omega/\Omega m$
- Tensión de paso $K_p= 0.0252 V/(\Omega m)(A)$

Finalmente, la puesta a tierra de servicio se tendrá que alejar mediante un conductor asilado de cobre de 50mm² de sección a una distancia de 32m, a partir de la cual se instalarán 3 picas alineadas de 2m de longitud y un diámetro de 14mm, enterradas a una profundidad de 0.5m y manteniendo una separación de 3m entre ellas.

9.4- Puesta a tierra de protección de elementos externos.

La instalación de la puesta a tierra de protección de los elementos externos al centro de transformación consiste en un conductor de cobre desnudo de 32mm² de sección que discurrirá bajo zanja uniendo eléctricamente las partes metálicas de la instalación que normalmente no se encuentren en tensión pero que pudieran llegar a estarlo por poseer conductividad eléctrica.

Se conectarán a la red de tierra de protección los siguientes elementos externos al CdT:

- Estructuras de los paneles solares
- Vallas y cercas metálicas
- Tuberías y conductos metálicos
- Puertas metálicas

Se instalarán los metros de cable necesarios de tal forma que la tensión de contacto no sea superior a 24V tal y como se establece en el reglamento electrotécnico de baja tensión en locales húmedos y se limita la corriente de defecto mediante un interruptor diferencial a 30 mA.

A través de la siguiente expresión se calcula la resistencia máxima que podría presentar la instalación.

$$V_c = I_d \cdot R_T$$

Donde:

- V_c : Tensión de contacto, según REBT (24V)
- I_d : Intensidad diferencial, o intensidad máxima de defecto a tierra (0.03A)
- Resistencia de puesta a tierra

La máxima longitud de conductor enterrado en zanja medida sobre el plano recorriendo las estructuras de los paneles solares hasta el interruptor diferencial que se encuentra en el cuadro de baja tensión del centro de transformación es de 356m medidos sobre el plano.

Cálculo de la tensión de contacto resultante de la instalación:

$$V_c = I_d \cdot R_T$$

Donde:

$$R_T = \frac{2\rho}{356}$$

Sustituyendo la expresión de la resistencia de tierra en función del método de instalación en la expresión anterior obtenemos:

$$V_c = I_d \cdot \frac{2\rho}{L} = 0.03 \frac{2 \cdot 200}{356} = 0.034 V$$

$$V_c = 0.034V < 24V \rightarrow OK$$



Universidad de Valladolid



ANEJO IV:

FICHAS TÉCNICAS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN



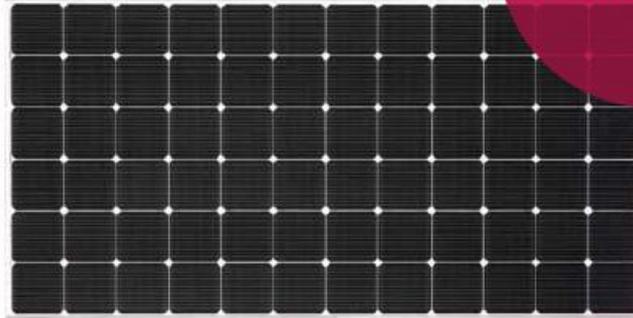
ÍNDICE ANEJO IV

1-	Módulo fotovoltaico.....	1
2-	Inversor solar.....	3
3-	Caja de conexiones.....	6
4-	Tipos de conductores	8
4.1-	Conductor de corriente continua.....	8
4.3-	Conductor de corriente alterna	10
4.4-	Conductor de Puesta a Tierra	11
5-	Fusibles.....	14
5.1-	Fusibles instalados en las cajas de conexiones.....	14
5.2-	Fusibles instalados en los inversores fotovoltaicos	16
6-	Descargador de sobretensiones.....	19
7-	Estructura solar	21
8-	Interruptor - seccionador de corte en carga OCR	23

1- Módulo fotovoltaico



Innovation for
a Better Life



LG NeON[®] 2 72cell LG400N2W-A5

72 cell

LG's new module, LG NeON[®] 2, adopts Cello technology. Cello technology replaces 3 busbars with 12 thin wires to enhance power output and reliability. LG NeON[®] 2 demonstrates LG's efforts to increase customer's value beyond efficiency. It features enhanced warranty, durability, performance under real environment, and aesthetic design suitable for roofs.



Enhanced Performance Warranty

LG NeON[®] 2 has an enhanced performance warranty. The annual degradation has fallen from -0.6%/yr to -0.5%/yr. Even after 25 years, the cell guarantees 1.2% more output than the previous LG NeON[®] 2 modules.



High Power Output

Compared with previous models, the LG NeON[®] 2 has been designed to significantly enhance its output efficiency, thereby making it efficient even in limited space.



Aesthetic Roof

LG NeON[®] 2 has been designed with aesthetics in mind; thinner wires that appear all black at a distance. The product may help increase the value of a property with its modern design.



Outstanding Durability

With its newly reinforced frame design, LG has extended the warranty of the LG NeON[®] 2 for an additional 2 years. Additionally, LG NeON[®] 2 can endure a front load up to 5400 Pa, and a rear load up to 4300 Pa.



Better Performance on a Sunny Day

LG NeON[®] 2 now performs better on sunny days thanks to its improved temperature coefficient.



Double-Sided Cell Structure

The rear of the cell used in LG NeON[®] 2 will contribute to generation, just like the front; the light beam reflected from the rear of the module is reabsorbed to generate a great amount of additional power.

About LG Electronics

LG Electronics is a global player who has been committed to expanding its operations with the solar market. The company first embarked on a solar energy source research program in 1985, supported by LG Group's vast experience in the semi-conductor, LCD, chemistry, and materials industries. In 2010, LG Solar successfully released its first Mono X[®] series to the market, which is now available in 32 countries. The LG NeON[®] (previously known as Mono X[®] NeON) and the LG NeON[®] 2 won the "Intersolar Award" in 2013 and 2015, which demonstrates LG Solar's lead, innovations and commitment to the industry.

LG NeON² 72cell LG400N2W-A5

Mechanical Properties

Cells	6 x 12
Cell Vendor	LG
Cell Type	Monocrystalline / N-type
Cell Dimensions	161.7 x 161.7 mm / 6 inches
# of Busbar	12 (Multi Wire Busbar)
Dimensions (L x W x H)	2024 x 1024 x 40 mm 79.69 x 40.31 x 1.57 inch
Front Load	3400Pa
Rear Load	4300Pa
Weight	21.7 kg
Connector Type	MC4
Junction Box	IP68 with 3 Bypass Diodes
Cables	1200 mm x 2 ea
Glass	High Transmission Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium

Certifications and Warranty

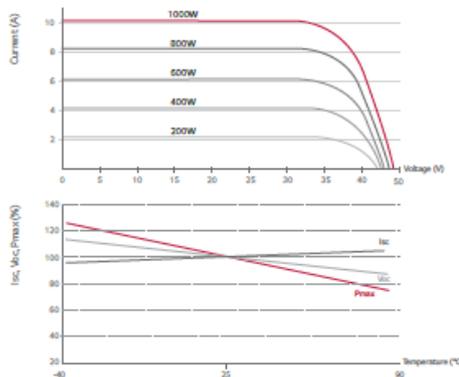
Certifications	IEC 61215, IEC 61730-1/-2 UL 1703 IEC 61701 (Salt mist corrosion test) IEC 62716 (Ammonia corrosion test) ISO 9001
Module Fire Performance (USA)	Type 1
Fire Rating (CANADA)	Class C (ULC / ORD C1703)
Product Warranty	13 years
Output Warranty of Pmax	Linear warranty**

** 1) 1st year: 98%, 2) After 1st year: 0.5% annual degradation, 3) 25 years: 86%

Temperature Characteristics

NOCT	45 ± 3 °C
Pmpp	-0.36%/°C
Voc	-0.26%/°C
Isc	0.02 %/°C

Characteristic Curves



Electrical Properties (STC *)

Module	400W
Maximum Power (Pmax)	400
MPP voltage (Vmpp)	40.6
MPP Current (Impp)	9.86
Open Circuit Voltage (Voc)	49.3
Short Circuit Current (Isc)	10.47
Module Efficiency	19.3
Operating Temperature	-40 ~ +90
Maximum System Voltage	1500 (UL)
Maximum Series Fuse Rating	20
Power Tolerance (%)	0 ~ +3

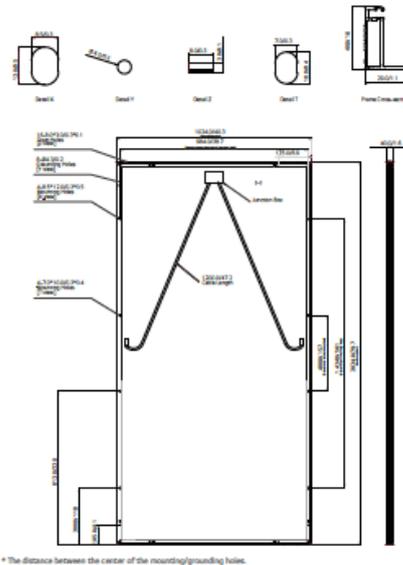
* STC (Standard Test Condition): Irradiance 1,000 W/m², Ambient Temperature 25 °C, AM 1.5
* The nameplate power output is measured and determined by LG Electronics at its sole and absolute discretion.
* The Typical change in module efficiency at 200W/m² in relation to 1000W/m² is -2.0%.

Electrical Properties (NOCT*)

Module	400W
Maximum Power (Pmax)	296
MPP voltage (Vmpp)	37.6
MPP Current (Impp)	7.88
Open Circuit Voltage (Voc)	46.1
Short Circuit Current (Isc)	8.41

* NOCT (Nominal Operating Cell Temperature): Irradiance 800W/m², ambient temperature 20 °C, wind speed 1m/s

Dimensions (mm/in)



North America Solar Business Team
LG Electronics U.S.A. Inc.
1000 Sylvan Ave, Englewood Cliffs, NJ 07632
Contact: lg_solar@lge.com
www.lgsolarusa.com

Product specifications are subject to change without notice.

Copyright © 2017 LG Electronics. All rights reserved.
01/01/2017

Innovation for a Better Life

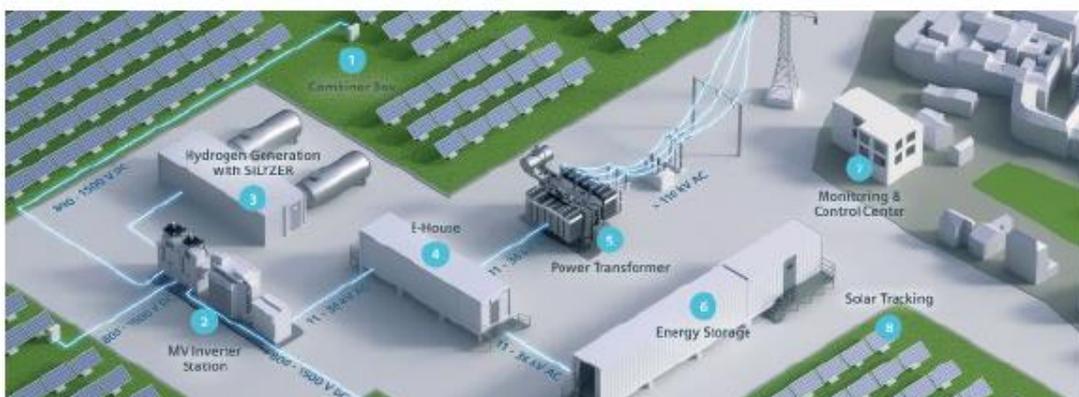


2- Inversor solar



The SINACON PV inverter is used in medium and large utility-scale photovoltaic power plants to achieve high efficiency. It is equipped with 3-level IGBT modules for input voltages of up to DC 1,500 V to maximize energy efficiency. The integrated DC and AC distribution makes the SINACON PV inverter cost efficient. Standardized interfaces for easy plug and play reduce engineering hours.

- Designed for harsh environments
- IP65 without humidity limits
- Liquid cooling (-40°C... +60°C possible)
- Late power derating over 40°C
- Extreme high quality standards



The SINACON PV inverter is part of the MV-Inverter Station with the transformer and RMU (Ring Main Unit) in the eBoP solution (electrical Balance of Plant).

SINACON PV series | Technical data

Storage, transportation and operation	
Temperature	-40°C ... +60°C
Relative humidity	0% ... 100%
Maximum altitude of installation site without derating	< 1,500 m above MSL

Cooling	
Cooling method	Forced cooling by means of fans and liquid cooling

Applicable standards and conformity	
BDEW (Germany)	BDEW Guideline, FGW TG3, TG4 and TG8
IEC 61683 (efficiency)	IEC 61683: 1999
IEC 62116 (anti islanding)	IEC 62116: 2014 (at 50 Hz)
EMC Emission	IEC 61000-6-4: 2007 + A1: 2011
EMC Immunity	IEC 61000-6-2: 2005
Electrical Safety	IEC 62109-1: 2010, IEC 62109-2: 2011, IP65 according to IEC 60529: 1989
Degree of protection: IP65 (cabinet only)	IEC 60529

General data		
Control strategy	MPPT	
Efficiency (PV 5000)	(97.6 98.5 98.9 98.9 99.0 98.9 98.8 98.7)%	For (5 10 20 25 30 50 75 100)% power at 1,006 V _{DC} without self-consumption for cooling
EU and CEC efficiency	98.8%	Without internal consumption
Infeed starts from	260 W ... 2,500 W	Depending on cooling
Standby loss	80 W ... 150 W	-
Max. self-consumption for cooling	5,000 W	Without cabinet heating

Mechanical data		
Mounting position	Vertical	-
Type of mounting	Floor mounting	-



	1	2	3	4
Number of Power Units	1	2	3	4
SINACON PV series	PV1000 ... PV1250	PV2000 ... PV2500	PV3000 ... PV3750	PV4000 ... PV5000
Dimensions (without pallet, with heat exchanger); (W x H x D)	2,120 x 3,760 x 1,170 mm		3,690 x 3,760 x 1,170 mm	
Weight ¹⁾	< 1,600 kg	< 2,200 kg	< 3,300 kg	< 3,900 kg
Color	RAL 7035			

Input data (DC)		
Independent inputs	1 ... 2	Depending on configuration
Nominal voltage	min. MPP voltage	-
DC voltage (max. MPP)	1,500 V	Depending on application
DC voltage (min. MPP)	802 V / 882 V (AC 550 V) 838 V / 922 V (AC 575 V) 875 V / 962 V (AC 600 V) 919 V / 1,010 V (AC 630 V) 962 V / 1,058 V (AC 660 V) 1,006 V / 1,107 V (AC 690 V)	For 100% / 110% nominal grid voltage
DC current (max.)	1 ... 4 x 1,200 A	-
Short-circuit current (max.)	6,4 kA / 7 kA	250 A / 315 A DC fuses
Nominal power	1 ... 4 x 1,016 kW 1 ... 4 x 1,062 kW 1 ... 4 x 1,108 kW 1 ... 4 x 1,159 kW 1 ... 4 x 1,209 kW 1 ... 4 x 1,270 kW	-
Capacitance to ground (max.)	2,000 µF	Per IT system

¹⁾ The weight refers to a complete system without extra options.

SINACON PV series | Technical data

Order information – The order number consists of several digits depending on the configuration.

Description	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	-	8.	9.	10.	11.	12.	-	13.	14.	15.	16.
SINACON PV inverter for medium voltage supply	6	S	P	1														
Number of power units																		
• 1 power unit					1													
• 2 power units					2													
• 3 power units					3													
• 4 power units					4													
Input connections (per power unit on plus and minus)																		
• 7 x M10 bolt and nut						0												
Initial current measurement at DC input																		
• Each + input measured							1											
Minimum operating ambient temperature																		
• Up to -10 °C								0										
• Up to -25 °C, with cabinet heating								1										
• Up to -40 °C, with cabinet heating and insulation								2										
Applied standards																		
• IEC with external AC connection										E								
• UL with external AC connection										U								
Network / optical fiber switch connection																		
• Singlemode unmanaged											S							
• Multimode unmanaged											M							
• RJ45											R							
Seismic design																		
• Without seismic design												0						
• With seismic design												1						
Frequency																		
• 50 Hz													5					
• 60 Hz													6					
Inverter output AC voltage																		
• 550 V (PV1000 ... PV4000)																4		
• 575 V (PV1045 ... PV4180)																5		
• 600 V (PV1090 ... PV4360)																6		
• 630 V (PV1140 ... PV4560)																7		
• 660 V (PV1200 ... PV4800)																8		
• 690 V (PV1250 ... PV5000)																9		
Grounding / Insulation monitoring																		
• Insulation monitoring internal																	I	
• Negative-pole grounding without isolation monitoring																	N	
Inverter options																		
• None																		N
• AC precharge																		A
Additional internal transformer																		
• 63 A fuse																		2
• Transformer with 8 kVA, AC 400 V																		3
• none																		9
Example:	6	S	P	1	4	0	1	-	0	E	S	0	5	-	6	N	N	3

Published by
Siemens AG

Smart Infrastructure
Distribution Systems
Mozartstrasse 31c
91052 Erlangen, Germany

Article No. SIDS-B10020-00-7600
HL 19125033 WS 01200.0
© Siemens 2020

For the U.S. published by
Siemens Industry Inc.

100 Technology Drive
Alpharetta, GA 30005
United States

Subject to changes and errors. The information given in this document only contains general descriptions and/or performance features which may not always specifically reflect those described, or which may undergo modification in the course of further development of the products. The requested performance features are binding only when they are expressly agreed upon in the concluded contract

3- Caja de conexiones

INGECON

SUN

StringBox

SIMPLE AND SAFE CONNECTION OF PHOTOVOLTAIC STRINGS, 1500 V

12 / 16 / 18 / 20 / 24 / 32

The new INGECON® SUN StringBox is a cost-effective PV string combiner box series designed for central inverter-based PV systems. The INGECON® SUN StringBox features efficient input and output DC wiring with fully rated DC disconnect switches for safe maintenance.

When used in combination with INGECON® SUN series central inverters, the INGECON® SUN StringBox outputs can be monitored by means of the optional DC input groups monitoring kit available for B and C series.

A complete range of equipment for all types of projects

Available in models ranging from 12 to 32 inputs and 1,500 V max. DC voltage, the INGECON® SUN StringBox provides the maximum flexibility and expandability in system design. The compact and rugged IP65 enclosure is designed for installation in outdoor environments, such as roof-mounted systems and large-scale solar farms.

Maximum protection

The INGECON® SUN StringBox is a passive combiner box equipped with touch-safe DC fuse holders, DC fuses, lightning induced DC surge arresters and load disconnect switch.

PROTECTIONS

- Up to 32 pairs of DC fuses.
- Available fuses: 10A, 12A, 15A, 16A, 20A, 25A, 30A, 32A (15A standard).
- Lightning induced DC surge arresters, type 2.
- Manual DC isolating switch.

OPTIONAL ACCESSORIES

- Lightning induced DC surge arresters, type 1+2.
- Pole mounting kit.
- PV connectors.

MAIN FEATURES

- Built to minimize system costs by providing the maximum flexibility.
- Available in 12, 16, 18, 20, 24, 32 inputs configurations.
- Rated for 1,500 Vdc maximum voltage
- Simplifies input and output wiring.
- Capability to connect up to 2 DC output cables per polarity (only for 12 and 16 inputs).
- IP65 protection rating.
- Maximum protection to corrosion and pollution thanks to the isolating polyester enclosure reinforced with fiberglass.



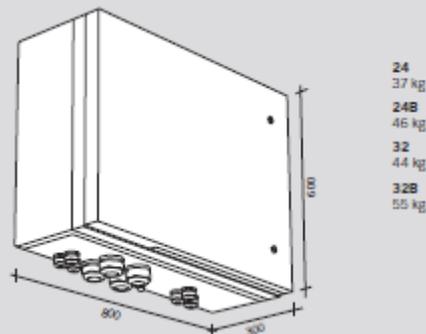
www.ingeteam.com
solar.energy@ingeteam.com

Ingeteam

	1,500 V			
	StringBox 24	StringBox 24B	StringBox 32	StringBox 32B
Input				
Maximum number of input strings	24	24	32	32
Maximum current per input (A)	12	12	12	12
Number of protection fuses	24	48	32	64
Type of fuses	gPV fuses, 10 x 85 mm, 30 kA			
Available fuses	10 A, 12 A, 15 A, 16 A, 20 A, 25 A, 30 A, 32 A (15 A / 30 A standard)			
Maximum DC voltage	1,500 Vdc			
Cable inlet	M40 cable glands (n.4 cables entry diameter: 6 to 10 mm for each cable gland)			
Inlet connections	Direct connection to fuse holders or distribution bar, wiring gauge 1.5 to 16 mm ²			
Output				
Rated total current (A) ¹⁾	288	288	384	384
Cable outlet	Up to 2 pairs of M50 cable glands (cable diameter: 27 to 35 mm)			
Outlet connections	Direct connection on copper plates, wiring gauge up to 2 x 240 mm ² per pole			
DC switch disconnect rating (A)	400	400	400	400
SPD				
Type	Type 1 (optional: Type 1+2)			
Grounding connection	M20 cable gland (cable diameter: 7 to 13 mm, wiring gauge 2.5 to 35 mm ²)			
General Information				
Enclosure type	Outdoor use, insulating cabinet (polyester reinforced with fiberglass)			
Protection rating	IP65			
Impact strength	IK10			
Operating temperature range	-20 °C to +55 °C			
Relative humidity (non-condensing)	0 to 95%			
Maximum altitude ²⁾	2,000 m a.s.l.			
DC switch handle	Internal, lockable in open position			
Consumption (W)	0 W			
Size (mm)	800 x 600 x 300 (W x H x D)	1000 x 750 x 320 (W x H x D)		1250 x 750 x 320 (W x H x D)
Weight (kg)	37	46	44	55
Marking	CE			
Electrical installations	IEC 60364-7-712			
LV Switchgear standards	IEC 61439-1, IEC 61439-2, AS/NZS 61439-2, AS/NZS 5033			
Electric shock protection	Class II equipment			

Notes: ¹⁾ Over 50 °C ambient temperature, the current will be reduced at the rate of 3.5% every °C up to 55 °C. ²⁾ Please contact Ingeteam for altitudes higher than 2,000 m.

Size (mm)



4- Tipos de conductores

4.1- Conductor de corriente continua

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS BAJA TENSIÓN

PRYSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kV_{ac} máx.)
1,5/1,5 kV_{dc} (1,8/1,8 kV_{dc} máx.)

Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K






CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



NO PROPAGACIÓN DE LA LLAMA
EN 60332-1-2
IEC 60332-1-2
NFC 32070-C2



LIBRE DE HALÓGENOS
HALOGEN FREE
IEC 60821-1 Anexo B
EN 50525-1 Anexo B



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
EN 61034-2
IEC 61034-2



DESCÁRGATE la DoP (Declaración de Prestaciones) en este código QR.
<https://es.prysmiangroup.com/DoP>



Nº DoP 1009483



MÁXIMA RESISTENCIA AL AGUA (AD)



RESISTENCIA AL FRÍO



CABLE FLEXIBLE



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



RESISTENCIA A LOS GOLPES



RESISTENCIA A LOS AGENTES QUÍMICOS



RESISTENCIA AL OZONO



RESISTENCIA AL CALOR HÚMEDO

ENSAYOS ADICIONALES CABLE FV PRYSUN

Vida estimada	25 años
Certificación	Bureau Veritas LCE
Servicios móviles	SI
Doble aislamiento (clase II)	SI
Tª máxima de conductor	90°C (120°C, 20 000 h)
Resistencia al ozono	IEC 62930 Tab.3 según IEC 60811-403; EN 50610 Tab.2 según EN 50396 tipo de prueba B
Resistencia a los rayos UVA	IEC 62930 Anexo E; EN 50610 Anexo E
Protección contra el agua	(ADT) Inmersión
Resistencia a ácidos y bases	IEC 62930 y EN 50610 Anexo B 7 días; 23 °C N-ácido oxálico, N-hidróxido stóxico (según IEC 60811-404; EN 60811-404)
Prueba de contracción	IEC 62930 Tab.2 según IEC 60811-503; EN 50610 Tab.2 según EN 60811-503 (máxima contracción 2%)
Resistencia al calor húmedo	IEC 62930 Tab.2 y EN 50610 Tab.2 1000h a 90°C y 85% de humedad según IEC 60068-2-78, EN- 60068-2-78
Resistencia de aislamiento a largo plazo	IEC 62821-2; EN 50395-3 (240h/ 85°C, water/1,6kV DC)
Respetuosos con el medioambiente	Directiva RoHS 2011/65/EU de la Unión Europea
Ensayo de penetración dinámica	IEC 62930 Anexo D; EN 50610 Anexo D
Doblado a baja temperatura	Doblado y alargamiento a -40°C según IEC 62930 Tab.2 según IEC 60811-504 y -505 y EN 50610 Tab.2 según EN 60811-1-4 y EN 60811-504 y -505
Resistencia al impacto en frío	Resistencia al impacto a -40° C según IEC 62930 Anexo C según IEC 60811-506 y EN 50610 Anexo C según EN 60811-506
Durabilidad del marcado	IEC 62930; EN 50396

- Temperatura de servicio: -40 °C, +90 °C (120 °C, 20 000 h).
- Tensión continua de diseño: 1,5/1,5 kV.
- Tensión continua máxima: 1,8 kV.
- Tensión alterna de diseño: 1/1 kV.
- Tensión alterna máxima: 1,2 kV.
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min: 6,5 kV.
- Ensayo de tensión continua durante 5 min: 15 kV.
- Radio mínimo de curvatura estático (posición final instalado): 40 (D = diámetro exterior del cable máximo).

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca. 8secciones desde tx4 a tx25.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: IEC 62821-1 Anexo B, EN 50525-1 Anexo B.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS BAJA TENSION

PRYSUN H1Z2Z2-K

Tensión asignada: 1,0/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.)
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)
Norma de referencia: EN 50618; IEC 62930
Designación genérica: H1Z2Z2-K



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR
Metal: cobre estañado.
Flexibilidad: flexible, clase 5, según UNE EN 60228.
Temperatura máxima en el conductor: 90 °C (120 °C, por 20 000 h)
Compuesto reticulado libre de halógenos: 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO
Material: Compuesto reticulado según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
CUBIERTA
Material: Compuesto reticulado libre de halógenos según tabla B.1 de anexo B de EN 50618.
Colores: negro, rojo o azul.

APLICACIONES

- Especialmente diseñado para instalaciones solares fotovoltaicas interiores, exteriores, industriales, agrícolas, fijas o móviles (con seguidores)... Pueden ser instalados en bandejas, conductos y equipos.
- Indicado también el lado de corriente continua en instalaciones de autoconsumo solar fotovoltaico.

DATOS TÉCNICOS

NÚMERO DE CONDUCTORES x SECCIÓN mm ²	DIÁMETRO MÁXIMO DEL CONDUCTOR mm (1)	DIÁMETRO EXTERIOR DEL CABLE (VALOR MÁXIMO) mm	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA DINÁMICO	RADIO MÍNIMO DE CURBATURA ESTÁTICO	PESO kg/km (1)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A 20 °C Ω/km	INTENSIDAD ADMISIBLE ALAIRE (2)A	INTENSIDAD ADMISIBLE ALAIRE, T AMBIENTE 60 °C y T CONDUCTOR 120 °C (3)	CAIDA DE TENSION V/(A·km) (2)
1x1,5	1,8	5,4	22	16	33	13,7	24	30	27,4
1x2,5	2,4	5,9	24	18	45	8,21	34	41	16,42
1x4	3,0	6,6	26	20	61	5,09	46	55	10,18
1x6	3,9	7,4	30	22	80	3,39	59	70	6,78
1x10	5,1	8,8	35	26	124	1,95	82	98	3,90
1x16	6,3	10,1	40	30	186	1,24	110	132	2,48
1x25	7,8	12,5	63	50	286	0,759	140	176	1,59
1x35	9,2	14,0	70	56	390	0,565	182	218	1,13
1x50	11,0	16,3	82	65	542	0,393	220	276	0,786
1x70	13,1	18,7	94	75	792	0,277	282	347	0,554
1x95	15,1	20,8	125	83	953	0,210	343	416	0,42
1x120	17,0	22,8	137	91	1206	0,164	397	488	0,328
1x150	19,0	25,5	153	102	1500	0,132	458	566	0,264
1x185	21,0	28,5	171	114	1843	0,108	523	644	0,216
1x240	24,0	32,1	193	128	2394	0,0817	617	775	0,1634

(1) Valores aproximados.
(2) Instalación monofásica o corriente continua en bandeja perforada al aire (40 °C). Con exposición directa al sol, multiplicar por 0,9.
→ XLPEZ con instalación tipo F → columna B3. (UNE-HD 60364-5-52 e IEC 60364-5-52).
(3) Instalación de conductores separados con renovación eficaz del aire en toda su cubierta (cables suspendidos).
Temperatura ambiente 60 °C (a la sombra) y temperatura máxima en el conductor 120 °C.
Valor que puede soportar el cable, 20 000 h a lo largo de su vida estimada (25 años).

4.3- Conductor de corriente alterna EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV

DATOS TÉCNICOS NORMALIZADO POR IBERDROLA

HEPRZ1

COMPOSICIÓN:



- 1 **Conductor:** cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228.
- 2 **Semiconductora Interna:** capa extruida de material conductor.
- 3 **Aislamiento:** etileno-propileno de alto módulo (HEPR).
- 4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor.
- 5 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.
- 6 **Separador:** cinta poliéster.
- 7 **Cubierta exterior:** poliolefina tipo DMZ2 no propagadora de la llama (S) de color rojo con dos bandas grises o poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES (valores aproximados)

Sección (mm ²)		Tensión	Código	Clase CPR	Ø Diámetro (mm)				Peso (kg/m)	Radio de curvatura (mm)	
Conductor*	Pantalla				Conductor	Aislamiento	Pantalla	Cable		Estático	Dinámico
1x300KAI	H75	26/45(52) kV	(S) 20044598	E _{ca}	20.0	33.3	38.8	45.2	3	800	1000
1x300KAI	H75	26/45(52) kV	(AS) 20046189	C _{ca} -s1b,d2,a1	20.0	33.3	38.8	45.8	3,1	800	1000
1x500KAI	H75	26/45(52) kV	(S) 20044587	E _{ca}	26.0	39.7	45.2	51.6	3,8	900	1100
1x500KAI	H75	26/45(52) kV	(AS) 20046185	C _{ca} -s1b,d2,a1	26.0	39.7	45.2	53.7	4	900	1100

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

		26/45 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)		26
Tensión nominal entre fases, U (kV)		45
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)		52
Tensión a impulsos, U _p (kV)		250
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)		90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)		250

(Valores aproximados)

Sección (mm ²)		Tensión	Código	Clase CPR	Intensidad máxima admisible* (A)		Intensidad máxima de cortocircuito en 0,5 s (A)		Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
Conductor*	Pantalla				Enterrado**	Al aire***	Conductor	Pantalla		
1x300KAI	H75	26/45(52) kV	(S) 20044598	E _{ca}	425	485	39,4	17,5	0.1000	0.383
1x300KAI	H75	26/45(52) kV	(AS) 20046189	C _{ca} -s1b,d2,a1	410	475	39,4	17,5	0.1000	0.383
1x500KAI	H75	26/45(52) kV	(S) 20044587	E _{ca}	550	650	65,7	17,5	0.0605	0.453
1x500KAI	H75	26/45(52) kV	(AS) 20046185	C _{ca} -s1b,d2,a1	530	630	65,7	17,5	0.0605	0.453

* De acuerdo a la norma UNE 211632, los conductores de aluminio compactado se distinguen de los de cobre con los caracteres "KAI"

**Condiciones de instalación: una terna de cables bajo tubos de 160 mmØ al trespelillo y en contacto, enterrados con centro a 1200 mm de profundidad, temperatura del terreno reno 25°C y resistividad térmica de 1K.m/W.

***Condiciones de instalación: una terna de cables al trespelillo y en contacto, al aire a 40°C y sin exposición directa al sol.

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables con conexión de pantallas especial ("single point" o "cross bonding").

IMPORTANTE: Para valores concretos de intensidades máximas según los conexionados de pantalla contactar con Prysmian.

4.4- Conductor de Puesta a Tierra



Cables de Cobre Desnudo



Los conductores de Cobre Desnudo son usados para transmisión y distribución de energía eléctrica principalmente en líneas aéreas y en sistemas de puesta a tierra.

Todos los conductores de cobre de CENTELSA se fabrican con una pureza mínima del 99,9% y en temple duros o suaves, los primeros son utilizados en líneas aéreas donde es requerida una mayor carga de rotura, mientras que el temple suave es utilizado en sistemas de puesta a tierra.

Conductores de Cobre Desnudo



Construcción

Alambres sólidos y cables de cobre de temple duro o suave, cableados concéntricamente.

Aplicaciones

Los conductores de cobre desnudo **CENTELSA** son usados en transmisión y distribución de energía eléctrica, en instalación aérea y para sistemas de puesta a tierra.

Especificaciones

Los alambres de cobre suave **CENTELSA** cumplen con la norma ASTM B3, NTC 359 alambres de cobre suave.

Los cables de cobre **CENTELSA** cumplen con la norma ASTM B8, NTC 307 cables de cobre cableado concéntrico.

Opcionales

Conductores con diferente configuración de cableado para aplicaciones específicas.

Empaque

Carretes de madera de 1000m y rollos por 200m dependiendo del calibre.

Certificaciones

Nota: Todos nuestros productos están certificados y cumplen con el RETIE. Para mayor información, comuníquese con el departamento de calidad de **CENTELSA** o escriba un correo a mercadeo.centelsa@centelsa.com.co



Cableado	Calibre	Diámetros (mm)			Peso Total Aprox. (kg/km)	Cobre Duro (4)			Cobre Suave (4)			Capacidad de Corriente	
		Hilos	Cable	RMG		Carga de Rotura kg -f	Resistencia Eléctrica (Ohm/ km)		Carga de Rotura(1) kg -f	Resistencia Eléctrica (Ohm/ km)		(2)	CC(3)
							DC a 20°C	AC a 75°C		DC a 20°C	AC a 75°C	A	kA
Cableado 1 Hilos 	14 AWG	1,63	1,63	0,63	18,5	-	-	-	42	8,29	10,08	40	0,46
	12 AWG	2,05	2,05	0,80	29,4	-	-	-	67	5,21	6,34	55	0,72
	10 AWG	2,59	2,59	1,01	46,8	-	-	-	106	3,28	3,99	70	1,15
Cableado 7 Hilos 	8 AWG	1,23	3,70	1,34	75,9	353	2,19	2,64	169	2,10	2,56	100	1,83
	6 AWG	1,56	4,67	1,69	120,6	557	1,37	1,66	269	1,32	1,61	130	2,9
	4 AWG	1,96	5,88	2,14	191,8	879	0,865	1,044	427	0,831	1,011	175	4,5
	2 AWG	2,47	7,42	2,69	305,0	1381	0,544	0,657	679	0,523	0,636	235	7,2
Cableado 19 Hilos 	1/0 AWG	1,89	9,47	3,59	484,9	2223	0,342	0,413	1080	0,329	0,400	315	11,7
	2/0 AWG	2,13	10,63	4,03	611,4	2790	0,271	0,328	1362	0,261	0,317	365	14,8
	3/0 AWG	2,39	11,94	4,52	771,0	3492	0,215	0,260	1718	0,207	0,252	420	18,6
	4/0 AWG	2,68	13,40	5,08	972,2	4362	0,171	0,206	2166	0,164	0,199	490	23,5
Cableado 37 Hilos 	250 kcmil	2,09	14,62	5,61	1149	5242	0,144	0,174	2559	0,139	0,169	540	27,2
	300 kcmil	2,29	16,01	6,15	1378	6291	0,120	0,145	3071	0,116	0,141	610	32,7
	350 kcmil	2,47	17,29	6,64	1608	7283	0,103	0,125	3583	0,0992	0,121	670	38,1
	400 kcmil	2,64	18,49	7,10	1838	8311	0,0902	0,109	4095	0,0868	0,106	730	43,5
	500 kcmil	2,95	20,67	7,94	2297	10212	0,0722	0,0872	5119	0,0694	0,0844	840	54,4
Cableado 61 Hilos 	750 kcmil	2,82	25,35	9,78	3446	15462	0,0481	0,0581	7678	0,0463	0,0563	1085	81,6
	1000 kcmil	3,25	29,27	11,30	4595	20424	0,0361	0,0436	10238	0,0347	0,0359	1300	108,8

Notas

Los datos aquí indicados están sujetos a las tolerancias normales de fabricación y pueden ser modificados sin previo aviso.

- (1) La carga de rotura de los conductores de temple suave se indican con carácter informativo.
- (2) Capacidad de corriente a temperatura ambiente 25°C, temperatura conductor 75°C, emisión solar 1kW/m², coeficientes de absorción y emisividad 0,5, velocidad del viento 610 mm/seg, a nivel del mar y a 60 Hz.
- (3) Corriente de corto circuito como conductor de línea o fase para un (1,0) segundo, a una temperatura inicial 75°C y temperatura final 645°C. Como conductor de puesta a tierra la temperatura inicial es de 25°C; multiplicar el valor de corriente por 1,1. Para cables de cobre duro, ME: el Módulo de Elasticidad (ME) es 11939 kgf/mm² y el Coeficiente de Dilatación Lineal (CDL) es 16,9 x 10 exp(-6) /°C. RMG: Radio Medio Geométrico. Otras configuraciones, calibres, colores y longitudes no especificados en este catálogo están disponibles bajo pedido.
- (4) El RETIE especifica los temple duro y suave para sistemas de puesta a tierra, no incluye el temple Semiduro.

5- Fusibles

5.1- Fusibles instalados en las cajas de conexiones.



FOTOVOLTAICOS

FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS



Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC.

Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características.

Para estos fusibles recomendamos la utilización de bases portafusibles PML



U	1600V DC	In (A)	REFERENCIA	EMBALAJE
				Uni./CAJA
PODER DE CORTE 30kA	NORMAS	2	492202 (L)	10/50/1000
		4	492205 (L)	10/50/1000
		6	492210 (L)	10/50/1000
		8	492215 (L)	10/50/1000
		10	492220 (L)	10/50/1000
		12	492225 (L)	10/50/1000
		15	492229 (L)	10/50/1000
U 1200V DC	PODER DE CORTE 10kA	16	492230 (L)	10/50/1000
		20	492235	10/50/1000
		25	492240	10/50/1000
NEUTRO			431010	10/50/1000



492240



FOTOVOLTAICOS

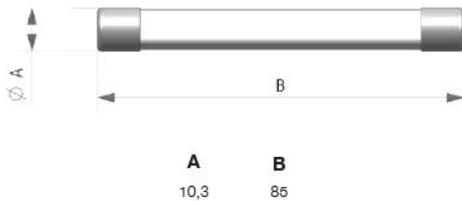
FUSIBLES & BASES PORTAFUSIBLES PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

CIL 10x85 **gPV**
CILINDRICOS
fusibles

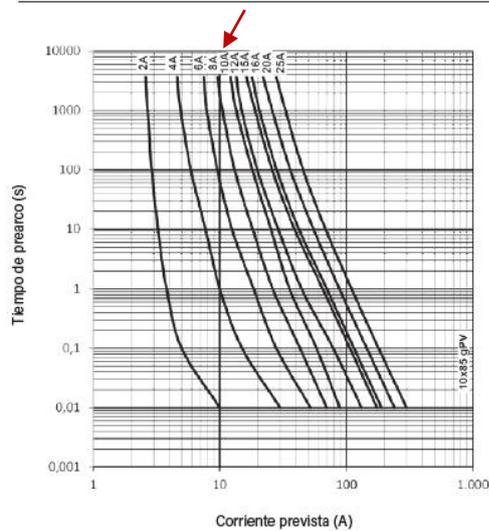
TENSION ASIGNADA	CORRIENTE ASIGNADA	PODER DE CORTE
1500V DC	2A...16A	30kA
1200V DC	20A 25A	10kA



DIMENSIONES



CARACTERISTICAS t-I



POTENCIAS DISIPADAS

	CORRIENTE ASIGNADA (A)	REFERENCIA	POTENCIAS DISIPADAS (W @ 0,7 In)	POTENCIAS DISIPADAS (W @ In)	I ² t PREARCO (A ² s)	I ² t TOTAL (A ² s)	
U	1500V DC	2	492202	1,28	3,2	0,8	1,1
		4	492205	1,16	2,9	13	17
		6	492210	1,04	2,6	65	84
		8	492215	1,13	2,8	175	225
		10	492220	1,36	3,4	44	72
		12	492225	1,56	3,9	78	129
		15	492229	1,79	4,5	121	201
U	1200V DC	20	492235	2,04	5,1	242	478
		25	492240	2,20	5,5	545	1075

5.2- Fusibles instalados en los inversores fotovoltaicos

Fuses – High-Speed

PSX SERIES HIGH-SPEED SQUARE BODY FUSES

Semiconductor Fuses • 1500 V Dc Class aR • 80 A–1400 A





Description

Littelfuse PSX series 1500 V dc high-speed square body fuses are specially designed to protect battery energy storage systems (BESS), photovoltaic inverters, and many of dc applications such as dc common bus systems, larger industrial regenerative drives, rectifiers and, metal processing equipment.

The PSX series fuses are extremely fast-acting, offering high-speed performance up to 1500 V dc, ranging from 80 A to 1400 A in the smallest NH XL package sizes. The PSX series is available with multiple mounting terminations including flush-end style, DIN-style and bolted-blade style. Visual blown fuse indication is standard on all fuses and optional micro-switch is available for external indication.

PSX series are certified to UL248-13 and designed to meet EN high-speed semiconductor fuse standard and upcoming battery protection fuse standard.

Specifications

Voltage Rating	Dc: 1500 V Ac: Consult Factory
Amperage Rating	80 A–1400 A
Interrupting Rating	Dc: 200 kA
Time Constant	5 ms
Microswitch	Yes
Mounting	Bolted-blade style, DIN-blade style, Metric flush-end style
Material	Body: ceramic Contacts: plated copper (bladed) plated brass (flush end)
Approvals	UL 248-13 Recognized cURus (File: E71611)
Environmental	RoHS Compliant, REACH
Operating Temperature	-55 °C to +125 °C
Storage Temperature	Up to +35 °C with relative humidity <65 %
Country of Origin	Mexico

5
High-Speed Fuses

Ordering Part Number

PSX

Series

3XL

Case Size

UB

Termination

1400

Amperage

X

Packing Quantity

1XL, 3XL
 UB = bolted blade
 DB = DIN blade
 FL = flush-metric
 X = (1 pcbbox)

Catalog Number

SERIES	CASE SIZE	TERMINATION	AMPERAGE	CATALOG NUMBER	ORDERING PART NUMBER
PSX	3XL	UB	1400	PSX3XLUB1400	PSX3XLUB1400X

Recommended Accessories

Microswitch: MSXL2000C

Web Resources

Download technical documents: Littelfuse.com/psx

Features/Benefits

- High dc voltage rating up to 1500 V dc
- DC interrupting rating rated at 200 kA
- Extremely fast acting (high-speed performance)
- Low watt loss (energy efficiency for BESS applications)
- Compact NH 1XL and 3XL sizes

Applications

- Battery energy storage systems (BESS)
- Power conversion systems
- Dc common bus systems
- Hybrid PV-BESS inverters
- Regenerative drives
- Industrial heaters and welding equipment
- Metal processing industries



Fuses – High-Speed

PSX SERIES HIGH-SPEED SQUARE BODY FUSES

Electrical Characteristics

Table with columns: CASE SIZE, CATALOG NUMBER (FLUSH METRIC, BOLTED BLADE, DIN BLADE), AMPERE RATING (A), VOLTAGE RATING (V) DC, INTERRUPTING RATING DC, MELTING (PRE-ARC) I^2T (A^2S), TOTAL CLEARING I^2T (A^2S) AT RATED VOLTAGE DC, WATTS LOSS AT 100% RATED CURRENT (W), AGENCY CERTIFICATION cURus.

5

High-Speed Fuses

Ordering Information

Table with columns: CASE SIZE, CATALOG NUMBER, ORDERING PART NUMBER, UPC, BOX QUANTITY. Sub-headers: FLUSH METRIC (FL), BOLTED BLADE (UB), DIN BLADE (DB).

Fuses – High-Speed

PSX SERIES HIGH-SPEED SQUARE BODY FUSES

Dimensions

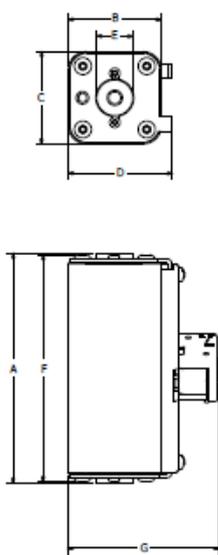


Figure 1. Flush-metric style

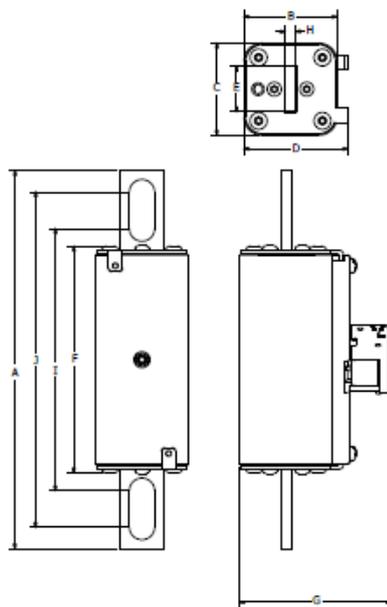


Figure 2. Bolted-blade style

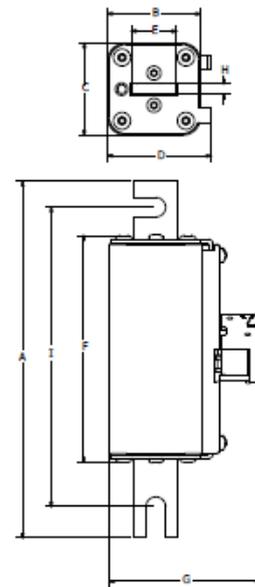


Figure 3. DIN-blade style

5
High-Speed Fuses

DIMENSIONS MM (IN)															
CASE SIZE	MOUNTING STYLE	FIGURE	A	B	C	D	E	F	G*	H	I	J	RECOMMENDED FASTENER	THREAD	RECOMMENDED TORQUE
NH 1XL	FLUSH METRIC (FL)	1	128.5 (5.06)	51.5 (2.03)	51.5 (2.03)	57.5 (2.26)	20.0 (0.79)	126.7 (4.99)	83.9 (3.30)	-	-	-	-	M8 x 1.25	13–20 Nm
	BOLTED BLADE (UB)	2	211.5 (8.33)	51.5 (2.03)	51.5 (2.03)	57.5 (2.26)	25.0 (0.99)	126.7 (4.99)	83.9 (3.30)	6.0 (0.24)	146.5 (5.77)	187.5 (7.38)	12 mm (1/2)	-	64 Nm
	DIN BLADE (DB)	3	199.5 (7.85)	51.5 (2.03)	51.5 (2.03)	57.5 (2.26)	25.0 (0.99)	126.7 (4.99)	83.9 (3.30)	6.0 (0.24)	167.5 (6.59)	-	10 mm (3/8)	-	26 Nm
NH 3XL	FLUSH METRIC (FL)	1	129.5 (5.10)	73.5 (2.89)	73.5 (2.89)	79.5 (3.13)	30.0 (1.18)	128.1 (5.04)	105.9 (4.17)	-	-	-	-	M12 x 1.75	45–55 Nm
	BOLTED BLADE (UB)	2	213.5 (8.41)	73.5 (2.89)	73.5 (2.89)	79.5 (3.13)	36.0 (1.42)	128.7 (5.07)	105.9 (4.17)	6.0 (0.24)	153.1 (6.03)	186.1 (7.33)	14 mm (9/16)	-	92 Nm
	DIN BLADE (DB)	3	199.0 (7.83)	73.5 (2.89)	73.5 (2.89)	79.5 (3.13)	36.0 (1.42)	128.7 (5.07)	105.9 (4.17)	6.0 (0.24)	166.8 (6.57)	-	10 mm (3/8)	-	26 Nm

*These dimensions include the optional bolt-on microswitch.

6- Descargador de sobretensiones

Hoja técnica

Weidmüller

VPU II 3 R PV 1500V DC

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Klingenbergstraße 26

D-32758 Detmold

Germany

www.weidmueller.com



Protector de sobretensión de tipo 2 para aplicaciones fotovoltaicas

- Descargador insertable
- Adecuado para la protección de sistemas DC
- Elevada absorción de energía y tiempo de respuesta corto
- Cumple con EN 50539-11
- Adecuado para su utilización según IEC 60364-7-712 / EN 50539-12
- Nivel de tensión codificado
- Instalación en cuadro de distribución
- Función de protección térmica

Hoja técnica

VPU II 3 R PV 1500V DC

Weidmüller Interface GmbH & Co. KG

Klingenbergstraße 26
D-32758 Detmold
Germany

www.weidmueller.com

Datos técnicos

Dimensiones y pesos

Altura	106 mm	Altura (pulgadas)	4,173 inch
Anchura	53,4 mm	Anchura (pulgadas)	2,102 inch
Medida de fijación, altura	75 mm	Peso neto	411 g
Profundidad	69 mm	Profundidad (pulgadas)	2,717 inch

Temperaturas

Temperatura de almacenamiento	-40 °C...80 °C	Temperatura de servicio	-40 °C...70 °C
-------------------------------	----------------	-------------------------	----------------

Coordenadas del aislamiento según EN 50178

Categoría de sobretensión	III	Grado de polución	2
---------------------------	-----	-------------------	---

Datos nominales IEC / EN

Contacto de aviso	250 V 1A 1CO, 125 V AC / 1 A, 48 V CC / 0,5 A, 24 V DC / 0,5 A	Corriente de fuga I_n (8/20µs) conductor-PE	12,5 kA
Corriente de fuga a U_n	100 µA	Corriente descarga nominal $I_{m\max}$ (8/20µs) conductor-PE	25 kA
Normas	EN 50539-11	Número de polos	3
Tensión PV conforme a IEC 60364-7-712	< 1500 V	Tensión continua máxima, U_c (DC)	1500 V
Tensión nominal (DC)	1500 V	Tiempo de respuesta	≤ 25 ns
Tipo de tensión	DC	tipo SPD	T2

Aplicaciones fotovoltaicas Datos técnicos

Clase de requisitos	Tipo II	Corriente de cortocircuito I_{SCPV}	200 A
Corriente de fuga I_n (8/20 µs)	20 kA	Máx. tensión continua de servicio modo UCPV +/- -./PE, +/-PE	1.500 V DC
Nivel de protección Modo U_p (+/- -./PE, +/-PE)	≤ 5,2 kV	Normas	EN 50539-11
Requisitos y exigencias	EN 50539-11	Tensión de la instalación FV, máx. U_{cpv}	1.500 V

Datos de conexión mensaje remoto

Longitud de desaislado	8 mm	Sección de conexión de conductores, rígido, máx.	1,5 mm ²
Sección de conexión de conductores, rígido, mín.	0,14 mm ²	Tipo de conexión	PUSH IN

Datos generales

Carril	TS 35	Color	negro, naranja
Diseño	Cajas de instalación; 3 TE, Insta IP20	Grado inflamabilidad según UL 94	V-0
Indicación óptica de funcionamiento	verde = OK; rojo = descargador defectuoso, sustituir	Tipo de protección	IP20
Versión	con contacto remoto		

7- Estructura solar



Adeptación al terreno



Carga de viento



Carga de nieve



Carga de sismo



Mínimo Mantenimiento



Túnel de viento



10 años

Garantía

Diseño

- Adaptable al ángulo deseado (Desde 5° a 30°).
- Compatibilidad con todo tipo de módulos (con marco, glass-glass, thinfilm y bifacial), optimización de estructura para cada tipo de módulo y características de proyecto.
- Estructura modular, que se adapta a la configuración eléctrica y necesidades del proyecto.
- Reducción o eliminación de la obra civil.
- Compatible con diferentes soluciones de cimentación: hincas directas, pre-taladros, micropilotes y zapatas.
- Estructura *tailor made* según el tipo de módulo elegido y las particularidades del proyecto facilitando y agilizando la instalación.

Instalación

- Mínimo tiempo de instalación.
- Altas tolerancias al error de posicionamiento de cimentación, tanto en los tres ejes (X,Y,Z) como al giro en los ejes Y y Z.
- 100% uniones atornilladas. Sin necesidad de realizar soldaduras, cortes, ni taladros en obra.
- Diseño alternativo con número reducido de postes de cimentación.

Mantenimiento

- Mínima inversión en labores de O&M gracias a la sencillez y robustez del sistema.
- Mantenimiento mínimo (revisiones visuales anuales).



T. +34 948 260 129
Avda. Sancho el Fuerte, 26. Oficina 1
31008 Pamplona, Navarra (Spain)

info@stinorland.com
www.stinorland.com

STInorland

Especificaciones Técnicas



CARACTERÍSTICAS GENERALES	STI-F3™	STI-F5™
Tipo de estructura	Estructura fija monoposte	Estructura fija biposte
Superficie ocupada estimada por 1MWp	1.5-2ha (En función del ángulo de inclinación)	
DIMENSIONES (estructura ESTÁNDAR)*	STI-F3™	STI-F5™
Largo	En función de la configuración. Estructura modular	
Ancho	Hasta 4m	Hasta 8m
Altura	2.5m aprox.	3m. aprox.
Distancia del panel al suelo	>0.5m	
Inclinación	5° a 30° (otras posibilidades)	
ANÁLISIS ESTRUCTURAL	Eurocódigo como Standard. Adaptable a regulación local: EC, ASCE, CFE, NCH, AS, NZS, SANS	
ESPECIFICACIONES MECÁNICAS	Standard 140km/h*	
Velocidad max. viento	Standard 140km/h*	
Materiales de estructura	HDG Steel S235, S275, S355, S350GD ZM310 o equivalente	
Tornillería	Acero de calidad 10.9 y 8.8 con Zinc níquel o Geomet Grado B (ISO 9227)	
Fijación de los módulos	Unión atornillada, remache o grapas	
CIMENTOS	Terrenos cohesivos consistencia media-firme y granulares de consistencia media a densa	
Hinca directa	Terrenos cohesivos consistencia media-firme y granulares de consistencia media a densa	
Hinca con pretaladro	Terrenos muy firmes o rocosos mediante pretaladro previo	
Microplote	Terrenos de baja capacidad portante o corrosivos	
Tornillo de cimentación	Terrenos muy firmes o rocosos mediante pretaladro previo	
Zapata de hormigón	Suelos difíciles, vertederos	
MANTENIMIENTO	Mínimo (revisión anual)	
Mantenimiento	Mínimo (revisión anual)	
GARANTÍA	10 años	
Estándar	10 años	

8- Interruptor - seccionador de corte en carga OCR



PM6 52 kV
Presentación general

Características generales

Características eléctricas

Según normas CEI 60265-2		
Versión		
Tensión asignada (kV ef.)		52
Intensidad nominal (A)		630
Nivel de aislamiento	kV eficaces, 50 Hz/1 min	en relación a la masa
		a la distancia de seccionamiento
		95
	Onda de choque kV, 1,2/50 µs	en relación a la masa
		a la distancia de seccionamiento
		250
Poder de corte (A)		290
		carga principalmente activa
		630
		carga en bucle
		630
		transformador en vacío
		10
		línea en vacío
		10
Poder de cierre		kA (valor cresta)
		31,5
Intensidad de corta duración		kA (valor eficaz) - 3 s
		12,5
		kA (valor cresta)
		31,5

Otras características		
Temperatura (°C)	máxima	+ 40
	mínima	- 25
Endurancia mecánica	ciclos CA	1000
Número de cortes activos según CEI 60265-2	ciclos CA	100 a 400 A
		10 a 630 A
Grado de protección	envolvente interruptor	IP67
	mecanismo	IP56
	armario de control	IP55
Motoreductor	tiempo máximo de maniobra (s)	7
Línea de fuga (mm/kV)		25



Descripción

La flexibilidad del PM6 52 kV permite que nuestro interruptor-seccionador se pueda adaptar a cualquier tipo de armario de control en caso de que fuese necesario el telemando del equipo.

No obstante, el PM6 52 kV dispone de su propio armario de control: el EASERGY T200P especialmente diseñado por Schneider Electric para poder realizar dichas funciones.

Preparado para ser fijado exteriormente en poste, se trata de un armario de acero inoxidable y realizado conforme a las normas CEM sobre el conjunto de la unidad.

El armario de control del PM6 52 kV es idéntico al resto de la gama PM6, ref. T200P, excepto en el caso de la aplicación para STR.

Componentes

En su interior se encuentran ubicadas las siguientes partes:

- Un rack que agrupa el conjunto de módulos electrónicos:
 - Módulo de conexión con el interruptor.
 - La CPU y el módulo de señalización-mando local.
 - Módulo de comunicación RTU.
 - Módulo de alimentación-cargador de batería.
- Una batería.
- Un transformador de alimentación con su protección asociada.
- Espacio libre para la colocación de una radio ó módem.

Ventajas

Las principales ventajas de nuestro armario de control son:

- Facilidad de instalación y en caso de incidencia sustitución de sus componentes.
- Gestión local del PM6 52 kV desde el propio armario.
- Ajustable a todo tipo de protocolos y sistemas de comunicación.
- Operación remota y mantenimiento por servidor web integrado.

Transformador de tensión



Otros equipos opcionales

Las opciones descritas a continuación pueden ser suministradas e instaladas por el propio cliente.

Transformador de tensión

En los lugares donde normalmente se instalan equipos como el PM6 52 kV no existe una alimentación de energía auxiliar que permita alimentar la unidad de carga del armario de control donde van instaladas la radio, tarjetas electrónicas. De ahí la necesidad de colocar un transformador de tensión exterior que suministre la energía necesaria para el funcionamiento autónomo del equipo completo.

No se suministra soporte para el transformador.

Pararrayos

Posibilidad de incluir pararrayos. En ningún caso se suministrará el soporte para pararrayos debido a las diferentes configuraciones del montaje.



Universidad de Valladolid



ANEJO V:

PRODUCCIÓN Y ANÁLISIS ECONÓMICO



ÍNDICE ANEJO V

1-	Cálculo de la producción energética de la instalación	1
1.1-	Informe PVsyst	2
2-	Análisis económico	10
2.1-	Condiciones generales del proyecto	11
2.2-	Flujos de caja	12
2.3-	Comparación de flujo teórico y flujo según inflación.....	13
2.4-	Análisis de resultados.....	14
2.5-	Análisis de sensibilidad.....	15
2.6-	Gráficos de flujo de caja acumulado.....	16
2.7-	Conclusión.....	17



1- Cálculo de la producción energética de la instalación

Con el objeto de poder realizar los estudios económicos y el pertinente análisis de la viabilidad económica del proyecto, se necesita determinar la producción anual de la instalación de la forma más precisa posible.

En el caso del presente proyecto se ha realizado gracias al software de simulación PVsyst, el cual nos permite simular cualquier tipo de instalación para posteriormente generar un informe de la simulación que se incluye a continuación.

Para ello, en primer lugar, se define el tipo de instalación que se pretende simular, en nuestro caso instalación con conexión a red.

A continuación, se selecciona la localización geográfica donde se pretende realizar la instalación con el fin de poder acudir a una base de datos meteorológicos de la zona.

En tercer lugar, se define el tipo de estructura sobre el que se pretende montar los módulos fotovoltaicos y se define la inclinación.

Por último, se seleccionan los componentes, modelo del módulo fotovoltaico e inversor seleccionado y el número de los mismos que forman la instalación, así como las posibles pérdidas que se pretendan incluir en la simulación.



1.1- Informe PVsyst



Version 7.1.2

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

Variant: Nueva variante de simulación

No 3D scene defined, no shadings

System power: 19.35 MWp

Tordesillas - España

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

| Author



Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.2

VCD, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

Project summary

Geographical Site Tordesillas España	Situation Latitude 41,52 °N Longitude -6,01 °W Altitude 695 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0,20
Meteo data Tordesillas Meteonorm 7.3 (1995-2007), Sat=43% - Sintético		

System summary

Grid-Connected System	No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation Fixed plane Tilt/Azimuth 35 / 0 °	Near Shadings No Shadings	User's needs Unlimited load (grid)
System information		Inverters
PV Array		
Nb. of modules 48384 units	Nb. of units 4 units	
Pnom total 19,35 MWp	Pnom total 20,00 MWac	
	Pnom ratio 0,968	

Results summary

Produced Energy 29643 MWh/year	Specific production 1532 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR 81,48 %
--------------------------------	---------------------------------------	------------------------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Main results	5
Loss diagram	6
Special graphs	7
CO ₂ Emission Balance	8

Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

Variant: Nueva variante de simulación



PVsyst V7.1.2

VC0, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

General parameters

Grid-Connected System		No 3D scene defined, no shadings	
PV Field Orientation		Models used	Horizon
Orientation		Transposition	Perez
Fixed plane		Diffuse	Perez, Meteonom
Tilt/Azimuth	35 / 0 °	Circumsolar	separate
Near Shadings		User's needs	
No Shadings		Unlimited load (grid)	

PV Array Characteristics

PV module		Inverter	
Manufacturer	Generic	Manufacturer	Generic
Model	LG 400 N2W-A5	Model	Sinacon PV5000
(Custom parameters definition)		(Original PVsyst database)	
Unit Nom. Power	400 Wp	Unit Nom. Power	5000 kWac
Number of PV modules	48384 units	Number of inverters	4 units
Nominal (STC)	19.35 MWp	Total power	20000 kWac
Modules	1792 Strings x 27 In series	Operating voltage	1006-1500 V
At operating cond. (50°C)		Phom ratio (DC:AC)	0,97
Pmpp	17,63 MWp	Total inverter power	
U mpp	989 V	Total power	20000 kWac
I mpp	17825 A	Nb. of inverters	4 units
Total PV power		Phom ratio	0,97
Nominal (STC)	19354 kWp		
Total	48384 modules		
Module area	100280 m ²		
Cell area	89983 m ²		

Array losses

Array Soiling Losses		Thermal Loss factor		DC wiring losses					
Loss Fraction	3,0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	0,91 mΩ				
		Uc (const)	20,0 W/m ² K	Loss Fraction	1,5 % at STC				
		Uv (wind)	0,0 W/m ² K/m/s						
Series Diode Loss		LID - Light Induced Degradation		Module Quality Loss					
Voltage drop	0,7 V	Loss Fraction	2,0 %	Loss Fraction	-0,6 %				
Loss Fraction	0,1 % at STC								
Module mismatch losses		Strings Mismatch loss							
Loss Fraction	2,0 % at MPP	Loss Fraction	0,1 %						
IAM loss factor	Incidence effect (IAM): Fresnel AR coating, n(glass)=1,526, n(AR)=1,290								
	0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
	1,000	0,999	0,987	0,962	0,892	0,816	0,681	0,440	0,000



Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.2

VC0, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

Array losses

Spectral correction

FirstSolar model

Precipitable water estimated from relative humidity

Coefficient Set	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Monocrystalline Si	0,85914	-0,02088	-0,0058853	0,12029	0,026814	-0,001781

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 2.0 %
7,3 days,
3 periods

Auxiliaries loss

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

PVsyst TRIAL

Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

Variant: Nueva variante de simulación



PVsyst V7.1.2

VCO, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

Main results

System Production

Produced Energy

29643 MWh/year

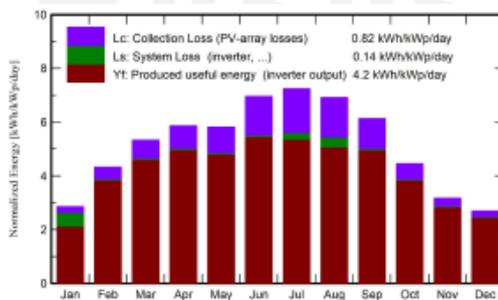
Specific production

1532 kWh/kWp/year

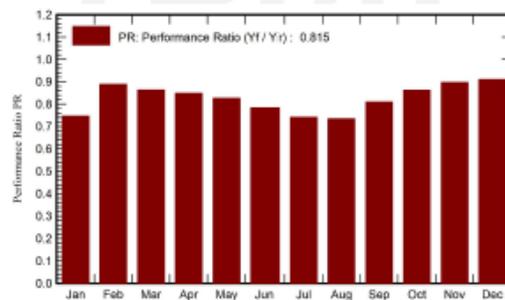
Performance Ratio PR

81.48 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	ratio
January	52,1	24,76	3,80	88,5	84,5	1584	1278	0,746
February	79,5	30,68	5,24	121,1	115,9	2110	2083	0,889
March	128,8	52,85	8,57	165,4	157,2	2798	2763	0,863
April	160,7	70,75	10,27	175,9	166,9	2926	2889	0,849
May	186,2	80,61	14,89	180,3	170,2	2918	2881	0,826
June	225,6	62,92	20,54	208,8	197,3	3208	3167	0,784
July	236,3	60,53	22,71	224,7	212,3	3372	3223	0,741
August	203,6	60,77	22,27	214,4	203,2	3268	3050	0,735
September	150,7	52,45	17,77	184,0	174,9	2920	2884	0,810
October	98,9	45,00	12,77	138,0	131,6	2330	2301	0,861
November	59,3	27,99	6,82	95,0	90,8	1672	1651	0,898
December	46,4	20,40	4,10	83,6	80,0	1493	1473	0,910
Year	1628,2	589,73	12,52	1879,7	1784,7	30598	29643	0,815

Legends

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

Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

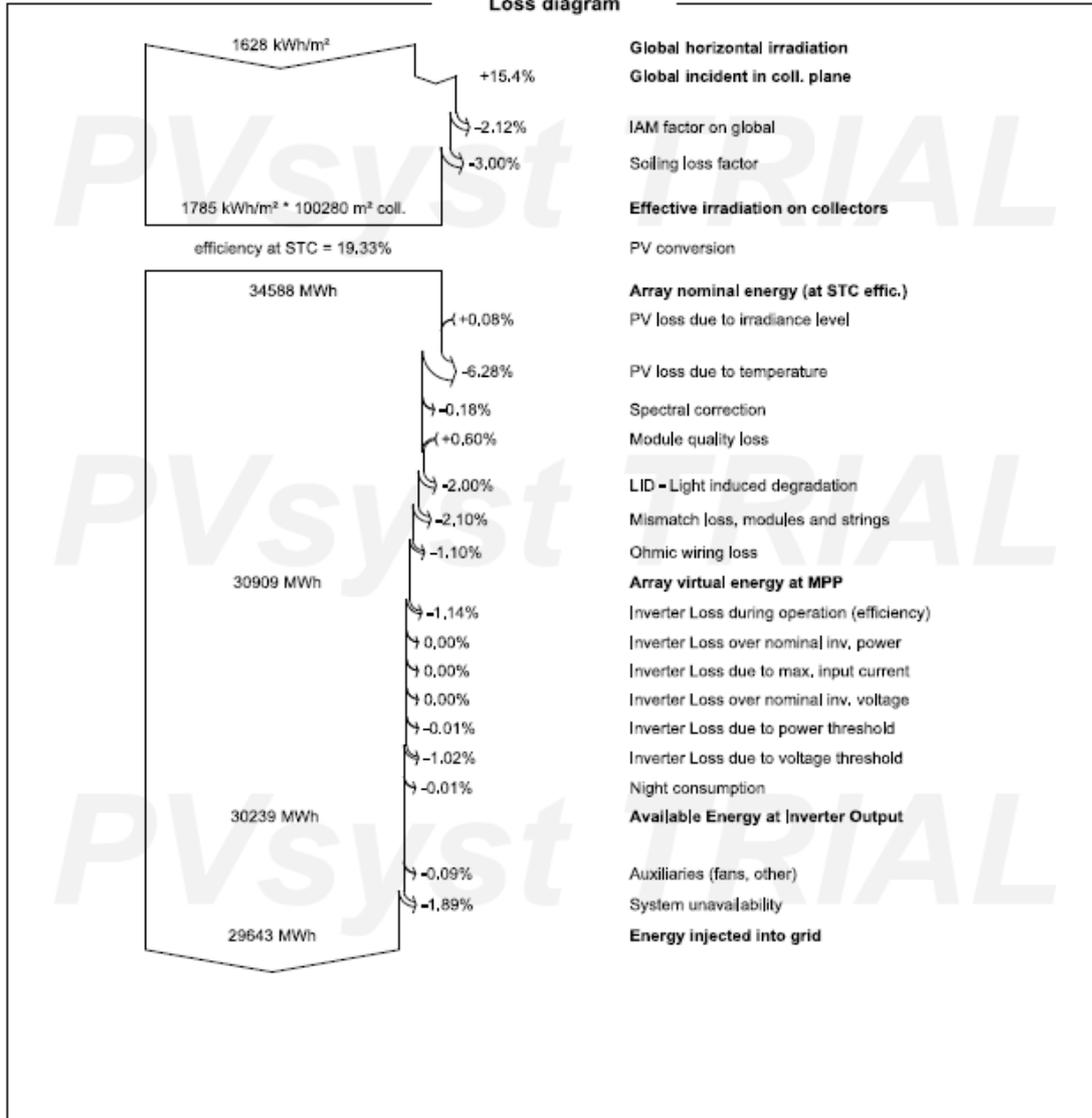
Variant: Nueva variante de simulación



PVsyst V7.1.2

VCO, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

Loss diagram





Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

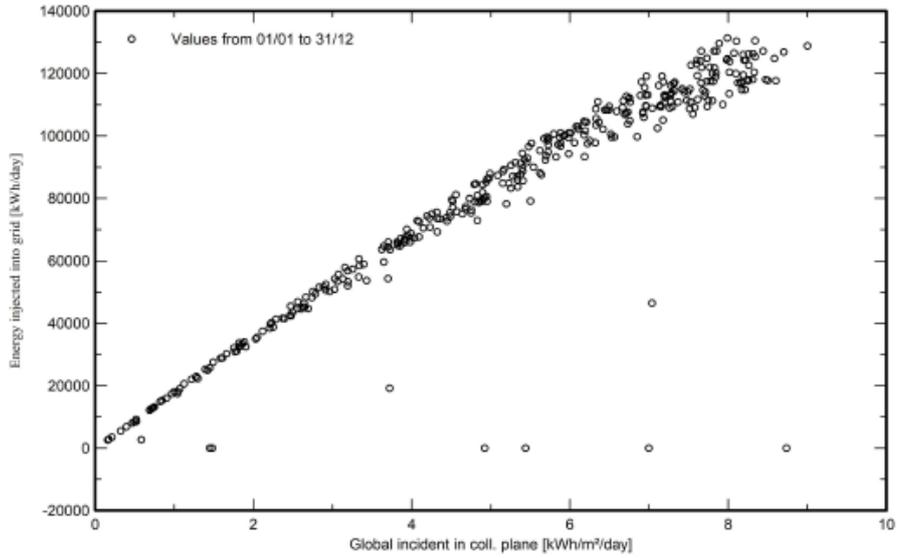
Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.2

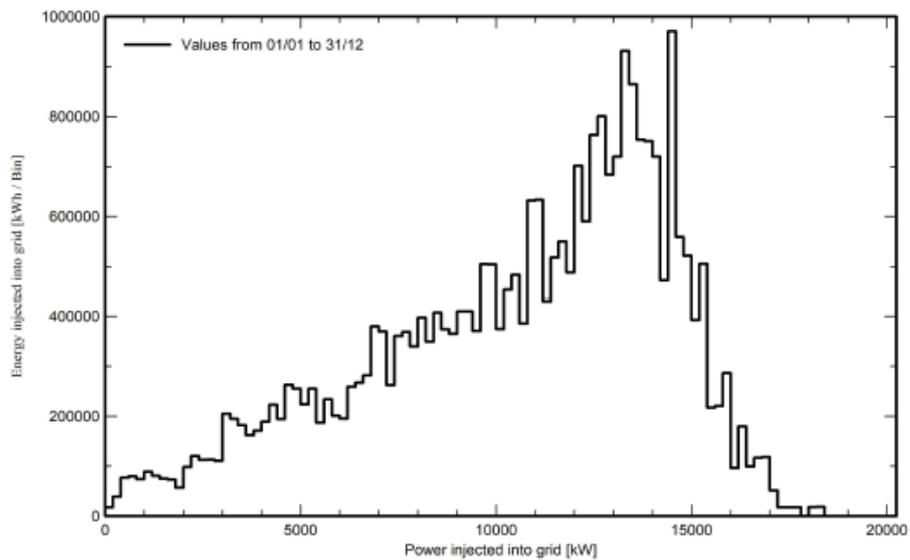
VCO, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema





Project: TFG - Instalación Fotovoltaica Tordesillas

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.2

VCD, Simulation date:
09/01/21 20:47
with v7.1.2

CO₂ Emission Balance

Total: 205477,1 tCO₂

Generated emissions

Total: 15972,34 tCO₂

Source: Detailed calculation from table below:

Replaced Emissions

Total: 255224,4 tCO₂

System production: 29642,79 MWh/yr

Grid Lifecycle Emissions: 287 gCO₂/kWh

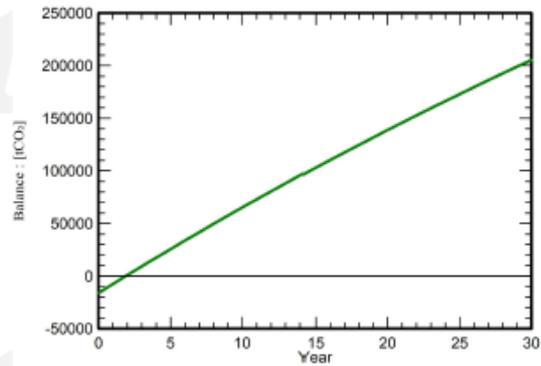
Source: IEA List

Country: Spain

Lifetime: 30 years

Annual degradation: 1,0 %

Saved CO₂ Emission vs. Time



System Lifecycle Emissions Details

Item	LCE	Quantity	Subtotal
			[kgCO ₂]
Modules	1713 kgCO ₂ /kWp	9072 kWp	15537796
Supports	1,91 kgCO ₂ /kg	226800 kg	434161
Inverters	190 kgCO ₂ /	2,00	379

2- Análisis económico

La simulación ha estimado que la instalación podría generar anualmente 29.643MWh a partir de los cuales se realizará el estudio de viabilidad económica tras determinar el coste de inversión y la retribución de la energía inyectada.

Recientemente el Gobierno aprobó el Real Decretoley 17/2019 en el cual se adoptaban las medidas necesarias para garantizar la rentabilidad razonable de las instalaciones de energías renovables, cogeneración y residuos que han entrado en vigor el 1 de enero del 2020.

Resulta sumamente complicado realizar un análisis económico real de la instalación puesto que este tipo de centrales de energías renovables poseen grandes ayudas en la financiación de las mismas provenientes de fondos europeos de desarrollo regional (fondos FEDER). Por lo tanto, dichas ayudas en caso de ser otorgadas lo que garantizarían sería una rentabilidad del proyecto en un menor periodo de tiempo.

El precio de mercado estimado se asume el establecido en el artículo 22.1 del Real Decreto 413/2014 donde se aprueban los precios de mercado estimados para el año 2021 cuyo valor es de 54.42€/MWh.

Se asume como hipótesis que el precio de venta de electricidad continúa creciendo tal y como se indica en la Asociación de Empresas con Gran consumo de Energía (AEGE).

EVOLUCIÓN DEL PRECIO MEDIO DEL MERCADO DIARIO

PERIODO 2013-2021

€/MWh	España	Alemania	Francia	Diferencia (Es-Al)
2013	44.3	37.8	43.2	6.5
2014	42.1	32.8	34.7	9.3
2015	50.3	31.7	38.5	18.6
2016	39.7	29.0	36.7	10.7
2017	52.2	34.2	44.9	18.0
2018	57.3	44.5	50.2	12.8
2019	47.7	37.7	39.4	10.0
2020	34.0	30.5	32.2	3.5
2021	45.2	49.5	52.9	-4.2
2021*	54.1	52.7	54.9	1.3

Fuente: EPEXSPOT, EEX, OMIE, OMIP, Elaboración propia.

(*) Media acumulada del Spot hasta fecha de actualización, completado con los futuros inmediatos hasta final de año.

Tabla 1. Evolución precio medio mercado diario.

Fuente: <https://www.aege.es/barometro-energetico-espana/>

En la tabla evolutiva del precio del mercado diario se observa un aumento del precio de venta que en el caso de nuestro estudio tomaremos un aumento anual del 1% como muestra de la tendencia creciente.

Se simula un préstamo bancario de la cantidad necesaria para realizar la inversión de la instalación cuyo coste es de 17.975.618,81€ suponiendo un interés del 10% el coste de la instalación asciende a un total de 19.773.180,69€ que se devolverá en un plazo de 10 años.

Se estiman unos costes fijos durante el periodo de explotación de la instalación de 25.000€ anuales, en los cuales se incluye el alquiler de la parcela donde está instalada la planta solar y las labores de mantenimiento descritas en la memoria, así como la sustitución de paneles que hayan dejado de funcionar correctamente y estén mermando la producción.

En la mitad de la vida útil se supondrá una avería de mayor importancia cuyo valor se supondrá de 10.000€ con la intención de que el análisis económico resulte más realista.

En el final de la instalación se supone un desembolso económico de 1.000.000€ en los que se asumen los costes de retirada hacia los puntos de reciclaje pertinentes de todo el material instalado en la planta solar de tal forma que la parcela pueda volver a su uso original en el caso en el que el propietario así lo decidiera.

Gracias a la herramienta de cálculo de VALPROIN proporcionado por el área de economía de la Escuela Técnica Superior de Ingenierías Agrarias de Palencia se ha realizado el análisis económico a partir de las suposiciones expuestas anteriormente.

2.1- Condiciones generales del proyecto

TFG INSTALACIÓN SOLAR

Datos del proyecto

Vida del proyecto (años)	25
Pago de la inversión	17.975.618,81
Desembolsos:	
Inicial	17.975.618,81

Condiciones de financiación

Subvenciones

Préstamos 1,00

Anualidades

Año	1	197.731,81
Año	2	197.731,81
Año	3	197.731,81
Año	4	197.731,81
Año	5	197.731,81
Año	6	197.731,81
Año	7	197.731,81
Año	8	197.731,81
Año	9	197.731,81
Año	10	197.731,81

2.2- Flujos de caja

En el flujo de caja se realiza un estudio de la inversión a lo largo de la vida útil de la instalación, para ello se ha tenido en cuenta los ingresos provenientes de la generación de energía eléctrica con su disminución anual del 0.5% debido a la degradación anual de los paneles indicada por el fabricante en sus características y el precio de la energía eléctrica para ese año y por otra parte los pagos, se corresponden a las labores de mantenimiento y a la devolución del crédito bancario. Obteniendo al final de cada año el beneficio indicado en la columna de incremento de flujo.

Estructura de los flujos de caja

Año	Cobros		Pagos		Flujo final	Flujo inicial	Incremento de flujo
	Ord.	Extraord.	Ord.	Extraord.			
1	1.613.172,06		25.000,00	197.731,81	1.390.440,25		1.390.440,25
2	1.621.157,26		25.000,00	197.731,81	1.398.425,45		1.398.425,45
3	1.629.181,99		25.000,00	197.731,81	1.406.450,18		1.406.450,18
4	1.637.246,44		25.000,00	197.731,81	1.414.514,63		1.414.514,63
5	1.645.350,81		25.000,00	197.731,81	1.422.619,00		1.422.619,00
6	1.653.495,30		25.000,00	197.731,81	1.430.763,49		1.430.763,49
7	1.661.680,10		25.000,00	197.731,81	1.438.948,29		1.438.948,29
8	1.669.905,42		25.000,00	197.731,81	1.447.173,61		1.447.173,61
9	1.678.171,45		25.000,00	197.731,81	1.455.439,64		1.455.439,64
10	1.686.478,40		25.000,00	207.731,81	1.453.746,59		1.453.746,59
11	1.694.826,46		25.000,00		1.669.826,46		1.669.826,46
12	1.703.215,86		25.000,00		1.678.215,86		1.678.215,86
13	1.711.646,77		25.000,00		1.686.646,77		1.686.646,77
14	1.720.119,43		25.000,00		1.695.119,43		1.695.119,43
15	1.728.634,02		25.000,00		1.703.634,02		1.703.634,02
16	1.737.190,75		25.000,00		1.712.190,75		1.712.190,75
17	1.745.789,85		25.000,00		1.720.789,85		1.720.789,85
18	1.754.431,51		25.000,00		1.729.431,51		1.729.431,51
19	1.763.115,94		25.000,00		1.738.115,94		1.738.115,94
20	1.771.843,37		25.000,00		1.746.843,37		1.746.843,37
21	1.780.613,99		25.000,00		1.755.613,99		1.755.613,99
22	1.789.428,03		25.000,00		1.764.428,03		1.764.428,03
23	1.798.285,70		25.000,00		1.773.285,70		1.773.285,70
24	1.807.187,22		25.000,00		1.782.187,22		1.782.187,22
25	1.816.132,79		1.000.000,00		816.132,79		816.132,79

2.3- Comparación de flujo teórico y flujo según inflación.

La inflación es el fenómeno que se observa en la economía de un país que se relaciona con el aumento del precio de los bienes y servicios durante un periodo de tiempo sostenido, normalmente un año. Esto refleja la disminución del poder adquisitivo a lo largo del tiempo y refleja con mayor realidad el valor real que supondrá la inversión transcurrido dicho periodo de tiempo. Se ha supuesto una inflación anual del 2.2% correspondiente al incremento medio del IPC.

TFG INSTALACIÓN SOLAR

Flujos anuales (incluyendo inversión y financiación)

<u>Año</u>	<u>Valor nominal</u>	<u>Valor real según inflación</u>
Inicial	-17.975.617,81	-17.975.617,81
1	1.469.848,86	1.438.208,27
2	1.562.031,57	1.495.505,51
3	1.659.309,37	1.554.442,56
4	1.761.963,82	1.615.077,63
5	1.870.292,06	1.677.470,73
6	1.984.607,65	1.741.683,69
7	2.105.241,45	1.807.780,27
8	2.232.542,66	1.875.826,21
9	2.366.879,71	1.945.889,27
10	2.492.352,49	2.004.935,96
11	2.855.969,92	2.247.986,89
12	3.013.834,57	2.321.179,15
13	3.180.424,04	2.396.753,56
14	3.356.220,52	2.474.787,69
15	3.541.732,77	2.555.361,53
16	3.737.497,68	2.638.557,72
17	3.944.081,86	2.724.461,60
18	4.162.083,14	2.813.161,25
19	4.392.132,41	2.904.747,62
20	4.634.895,50	2.999.314,67
21	4.891.074,90	3.096.959,33
22	5.161.412,01	3.197.781,76
23	5.446.689,15	3.301.885,33
24	5.747.731,90	3.409.376,82
25	2.763.715,31	1.604.061,11

2.4- Análisis de resultados.

Se han dispuesto unas condiciones de cálculo que incluyen pequeñas variaciones del 5% tanto en los cobros como en los pagos, así como la tasa de inflación del 1% anteriormente explicada dando lugar a una simulación de un entorno más realista.

<u>TFG INSTALACIÓN SOLAR</u>			
Tasa Interna de Rendimiento (%)		9,98	
<u>Condiciones actuales de cálculo</u>			
Tasa de inflación (%)		2,20	
Tasa de incremento de cobros (%)		5,00	
Tasa de incremento de pagos (%)		5,00	
<u>Financiación ajena</u>			
Subvenciones			
Préstamos		1	
<u>Resultados</u>			
<u>Tasa de actualización</u>	<u>Valor actual neto</u>	<u>Tiempo recuperación</u>	<u>Relación benef./inv.</u>
1,00	32.168.893,55	11	1,79

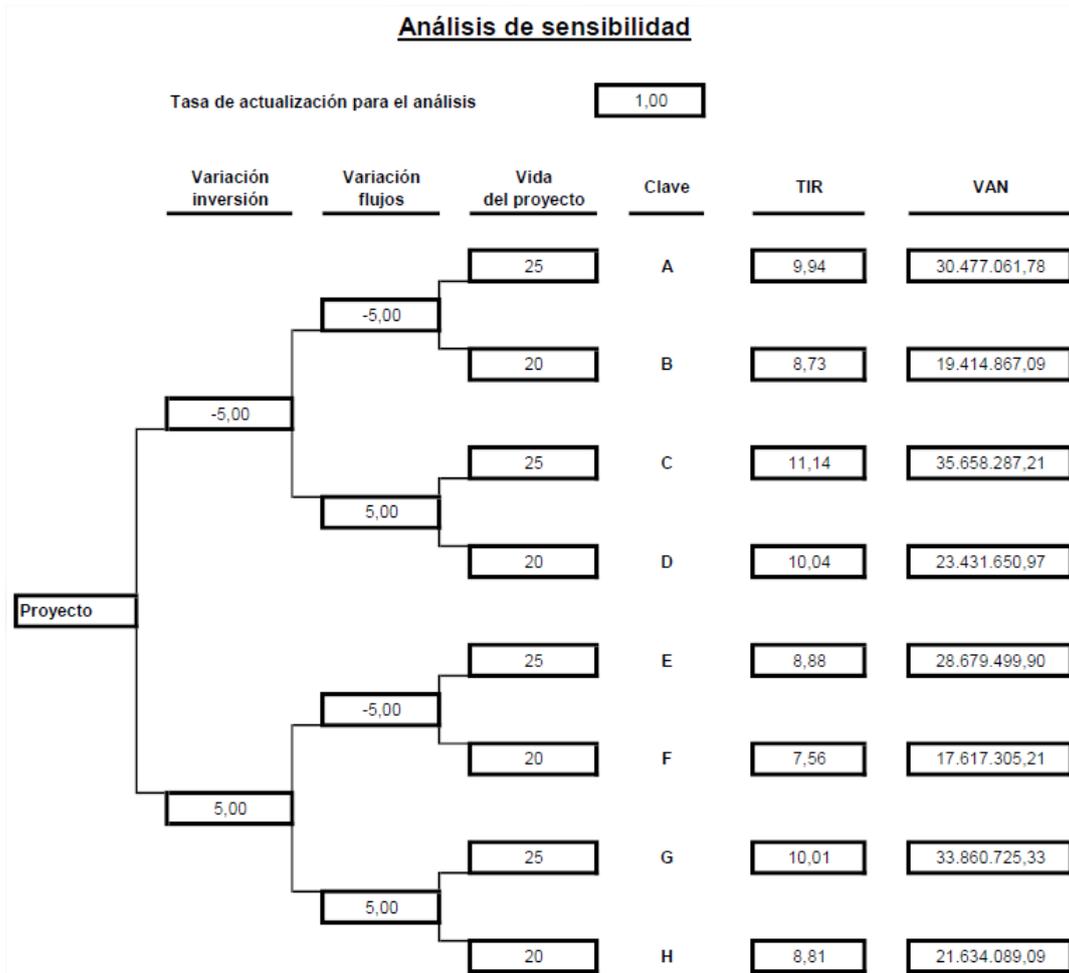
En primer lugar, se muestra un Valor Actual Neto de 32.168.893,55€ el cual se corresponde con la suma de todos los flujos de caja esperados a lo largo de la vida útil del proyecto, este valor ya ha descontado los costes de la inversión inicial y los gastos de mantenimiento por lo que resulta una inversión sumamente atractiva.

En segundo lugar, se puede confirmar que el tiempo de recuperación de la inversión inicial tendría lugar al final del año 11, a partir del cual todos los beneficios supondrán un incremento del patrimonio y por lo tanto general una mayor rentabilidad.

Por último, se obtiene una Tasa Interna de Rendimiento TIR= 9.98% lo que supone que la inversión es altamente rentable.

2.5- Análisis de sensibilidad.

Se ha realizado el mismo estudio suponiendo una variación tanto en la inversión como en los flujos de caja del 5% y suponiendo que la instalación tendría una duración por cualquier imprevisto de 5 años menos.

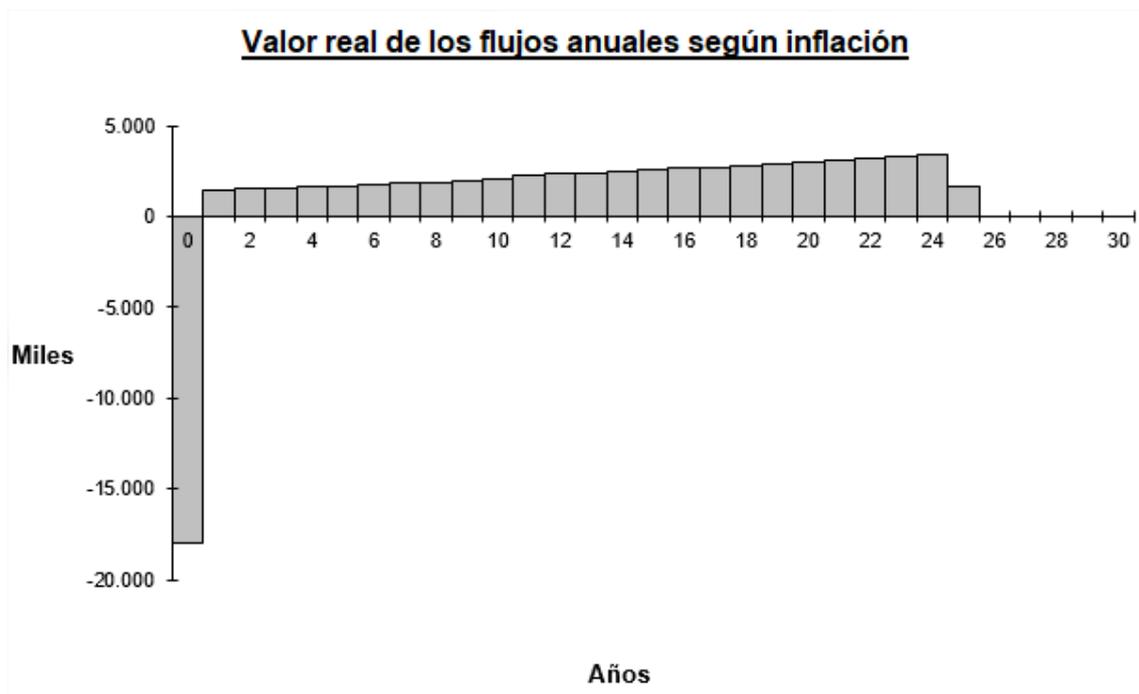
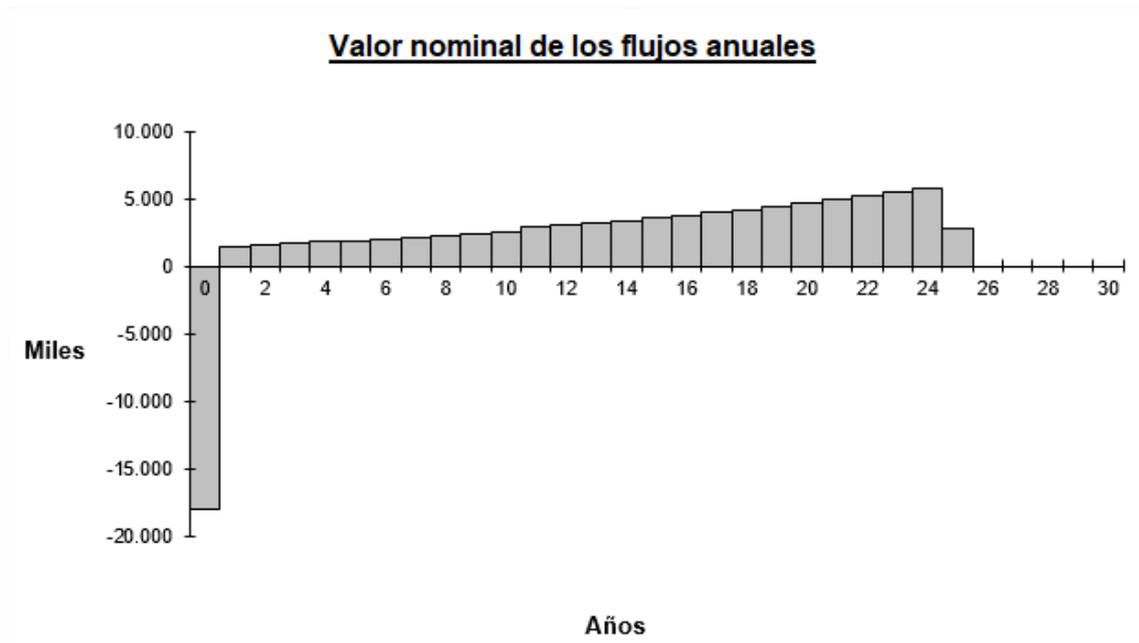


Clave	TIR
C	11,14
D	10,04
G	10,01
A	9,94
E	8,88
H	8,81
B	8,73
F	7,56

Clave	VAN
C	35.658.287,21
G	33.860.725,33
A	30.477.061,78
E	28.679.499,90
D	23.431.650,97
H	21.634.089,09
B	19.414.867,09
F	17.617.305,21

Los resultados muestran que en todos los escenarios se obtiene un VAN positivo, así como una TIR positiva por lo que es aconsejable realizar la inversión. Incluso en el escenario más desfavorable que se corresponde con la situación F una inversión un 5% mayor, un flujo de caja un 5% menor y una duración 5 años inferior a la prevista también se obtendrían unos beneficios estimados en 17.617.305,21€.

2.6- Gráficos de flujo de caja acumulado.





2.7- Conclusión.

Del estudio económico se puede concluir que el proyecto resulta altamente rentable y por tanto se aconseja realizar la inversión. Se obtiene una tasa de relación beneficio-inversión de 1.79 sin tener en cuenta las posibles ayudas de financiación de las que disponen este tipo de instalaciones que constituyen una transición hacia un marco de generación de energía más limpio y respetuoso con el medio ambiente y por lo tanto altamente subvencionadas actualmente.

Siguiendo desde el punto de vista puramente económico en el mejor de los casos se estiman un beneficio de 35.658.287,21€ y es muy probable que la vida útil de este tipo de instalaciones se pueda prolongar 5 años más hasta un total de 30 años dentro de los cuales 18 años estaría únicamente generando beneficios.



Universidad de Valladolid



ANEJO VI:

NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN



ÍNDICE ANEJO VI

1-	Normativa y reglamentación.....	1
1.1-	Normativa referente a la instalación	1
1.2-	Normativa referente a seguridad y prevención de riesgos laborales	2
1.3-	Normativa ambiental	2



1- Normativa y reglamentación

Las directrices del presente proyecto fotovoltaico están sujetas a la normativa vigente ajustándose a lo dispuesto en las leyes, normativas, reales decretos, normas y ordenes correspondientes.

1.1- Normativa referente a la instalación

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Orden TED/171/2020, de 24 de febrero, por la que se actualizan los parámetros retributivos de las instalaciones tipo aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, a efectos de su aplicación al periodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2020.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Recomendaciones UNESA.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento de Puntos de Medida aprobadas por la Orden de 12 de Abril de 1999.

- Procedimientos de Operación del Sistema Eléctrico 10.1, 10.2 y 10.3 relativos a las condiciones de instalación de los puntos de medida, su verificación y requisitos de los equipos de inspección.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre, de retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Real Decreto 751/2011, de 27 de mayo, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.
- Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Orden de 23 de mayo de 1995, de la Consejería de Economía y Hacienda, por la que se crea el Registro de Instalaciones de Producción de Régimen Especial.
- Decreto 13/2013, de 18 de abril, por el que se modifica el Decreto 127/2003, de 30 de octubre, por el que se regulan los procedimientos de autorizaciones administrativas de instalaciones de energía eléctrica en Castilla y León.

1.2- Normativa referente a seguridad y prevención de riesgos laborales

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.

1.3- Normativa ambiental

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Decreto Legislativo 1/2015, de 12 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención Ambiental de Castilla y León.



Universidad de Valladolid



ANEJO VII:

TRAMITACIÓN NECESARIA PARA OBTENCIÓN DE PERMISOS



ÍNDICE ANEJO VII

1-	Introducción	1
1.1-	Resoluciones administrativas	1
1.2-	Autorización administrativa de instalación eléctrica.	1
1.2.1-	Documentación Administrativa.....	2
1.2.2-	Documentación Técnica	2
1.3-	Inscripción en el registro de instalaciones de producción de energía eléctrica o modificación de una inscripción ya realizada.	2
1.3.1-	Inscripción previa	3
1.3.2-	Inscripción definitiva	3
1.4-	Autorización de usos excepcionales.....	3



1- Introducción

El gobierno de España a través de su portal web correspondiente a la tramitación de instalaciones de energía eléctrica establece que tanto la puesta en funcionamiento, modificación, transmisión y cierre definitivo de las instalaciones de producción están sometidas con carácter previo al régimen de autorizaciones establecido en el artículo 53 de la Ley 24/2013 de 26 de diciembre del Sector eléctrico y sus disposiciones de desarrollo.

Es competencia de la Administración General del Estado la autorización de las instalaciones eléctricas de generación de potencia eléctrica instalada superior a 50MW y a las ubicadas en el mar territorial, las de producción, transporte secundario y distribución que excedan del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma, y todas las instalaciones de transporte primario, a excepción de las especificidades establecidas para los territorios insulares y extrapeninsulares. Por tanto, nuestra instalación estará exenta de la autorización por parte de la Administración General del Estado.

Debido a que en la actualidad aún está pendiente el desarrollo reglamentario de lo establecido en el artículo 53 de la Ley del Sector Eléctrico se ha de aplicar lo que se dispone en el Título II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

Además, en el caso de la instalación solar proyectada se requiere una autorización de uso excepcional en suelo rústico la cual se presentará a la competencia correspondiente que otorgue dicha autorización.

1.1- Resoluciones administrativas

El artículo 115 del Real decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, establece que las construcciones de las instalaciones eléctricas requieren de las siguientes resoluciones administrativas:

- **Autorización administrativa:** Se requiere la tramitación del anteproyecto de la instalación que debe realizarse junto con el un estudio de impacto ambiental. Esta autorización habilita al peticionario a iniciar las obras preparatorias de acondicionamiento de la zona perteneciente al emplazamiento de las instalaciones (cota cero), según dispone el artículo 131.9 del citado Real Decreto
- **Aprobación del proyecto de ejecución:** Este permiso se refiere al proyecto concreto de la instalación permitiendo al titular la construcción de la misma.
- **Autorización de explotación:** Una vez finalizada la fase de ejecución permite poner en tensión las instalaciones y proceder a su explotación comercial.

Las solicitudes de autorización administrativa y aprobación del proyecto de ejecución se podrán efectuar de manera consecutiva, coetánea o conjunta, tal y como indica el portal web de la energía.

1.2- Autorización administrativa de instalación eléctrica.

Desde el portal web de la junta de castilla y león se indican los requisitos, documentos lugar y forma de presentación con el objeto de obtener la autorización administrativa de instalaciones eléctricas de producción, transporte o distribución.

Los requisitos que se deben cumplir es disponer de la capacidad legal, técnica y económica.

Presentando la solicitud del modelo normalizado dirigido al Servicio Territorial de Industria, Comercio y Turismo de la provincia correspondiente, acompañado de la siguiente documentación requerida:

1.2.1- Documentación Administrativa

- DNI/NIE/NIF, salvo que se autorice a la Consejería de Economía y Hacienda para su obtención directamente y/o por medios telemáticos.
- Acreditación pago tasas, conforme lo establecido en la Orden Anual por la que se acuerda la publicación de las tarifas de las tasas vigentes
- Acreditación de la capacidad legal, técnica económica.

1.2.2- Documentación Técnica

Anteproyecto o proyecto redactado por el técnico titulado competente que deberá contener:

- Memoria descriptiva general del anteproyecto o proyecto.
- Planos de la instalación, a escalas apropiadas, que permitan identificar el trazado, afecciones y elementos importantes de la instalación.
- Presupuesto general estimado.
- Separatas para las Administraciones Públicas, Organismos y, en su caso, empresas de servicios público o de servicios de interés general con bienes o servicios afectados por la instalación.
- Relación de municipios afectados por la instalación.
- Estudio de impacto ambiental

El plazo para solicitar la autorización es abierta y permanente con un plazo de resolución de 6 meses cuya notificación será por correo postal en el domicilio del interesado o en el lugar que haya indicado a efectos de notificaciones junto con una publicación en el Boletín Oficial de Castilla y León.

El lugar y la forma de presentación es presencial a través de:

- Registro de la Delegación Territorial de la Junta de Castilla y León en la provincia respectiva.
- Oficinas de asistencia en materia de registros de la Junta de Castilla y León.
- En cualquiera de los lugares establecidos en el artículo 16.4 de la Ley 39/2015 (LPACAP).

1.3- Inscripción en el registro de instalaciones de producción de energía eléctrica o modificación de una inscripción ya realizada.

Los documentos requeridos con objeto de incluir la instalación de producción de energía eléctrica en el registro correspondiente, procedimiento a la inscripción previa y definitiva una vez autorizada la explotación o la modificación de una inscripción ya realizada.

Se puede solicitar si es una persona física o jurídica que pretenda realizar la actividad siendo el titular de la instalación de producción de energía eléctrica.

A la solicitud del modelo normalizado se le debe acompañar la siguiente documentación:

1.3.1- Inscripción previa

- Memoria resumen de la entidad solicitante (escrituras de constitución, N.I.F y poder de representación).
- Memoria resumen de la instalación en la que se reflejen las características técnicas y de funcionamiento.
- Evaluación cuantificada de la energía que se va a verter a la red.
- Autorización de explotación provisional para pruebas de la instalación emitida por el Servicio Territorial competente en materia de energía de la provincia donde se ubique la instalación.
- Contrato técnico de acceso a la red de distribución o de transporte.
- Certificado emitido por el encargado de la lectura, que acredite el cumplimiento de lo dispuesto en el reglamento de puntos de medida del sistema eléctrico vigente.
- Código de la instalación de producción a efectos de liquidación (CIL).
- Informe del gestor de la red de distribución o de transporte, que acredite la adecuada cumplimentación de los procedimientos de acceso y conexión establecidos en la normativa vigente.
- Informe de notificación operacional provisional (ION), solo para instalaciones de más de 1MW o con punto de acceso en la red de transporte.

1.3.2- Inscripción definitiva

- Resolución de cambio de titular emitida por el Servicio Territorial competente en materia de energía de la provincia donde se ubique la instalación.
- Actualización del contrato técnico de acceso a la red de distribución o de transporte.
- Declaración del actual titular de la instalación en la que manifieste su voluntad de transmitir dicha titularidad, así como la aceptación del nuevo titular, o documento acreditativo del derecho de transmisión, en su caso.
- Memoria resumen de la nueva sociedad titular (escrituras de constitución, N.I.F y poder de representación).

El plazo para solicitar la inscripción está abierto de forma permanente. Una vez concedida la inscripción previa el titular tiene un plazo de 3 meses para solicitar la inscripción definitiva. Cuyo plazo de resolución es de 1 mes y se notificará electrónicamente dentro del buzón electrónico del ciudadano localizado dentro de la ventanilla del ciudadano.

El lugar y la forma de presentación es a partir de una tramitación electrónica.

1.4- Autorización de usos excepcionales

La tramitación de la solicitud de usos excepcionales en suelo rústico se realiza en base a la Ley 5/1999, de 8 de abril, de Urbanismo de Castilla y León y modificado a través del Decreto 45/2009, de 9 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Urbanismo de Castilla y León.

En su artículo 307 correspondiente al procedimiento se indican las acciones a realizar:



1. La autorización de uso excepcional se tramita y resuelve dentro del procedimiento para el otorgamiento de licencia urbanística regulado en el artículo 293 y siguientes, si bien respetando las particularidades señaladas en los siguientes apartados.
2. Con la solicitud de licencia debe acompañarse la documentación necesaria para conocer el objeto y características esenciales del uso excepcional, incluyendo al menos:
 - a. Planos del emplazamiento propuesto, que reflejen la situación, límites y accesos de la parcela, así como las construcciones e instalaciones existentes y propuestas.
 - b. Memoria en la que conste:
 - 1.º La descripción del emplazamiento propuesto y en su caso de los usos, construcciones e instalaciones ya existentes, indicando la superficie de la parcela.
 - 2.º La descripción de las características esenciales del uso solicitado y de las construcciones e instalaciones asociadas.
 - 3.º La justificación del cumplimiento de las condiciones señaladas en el artículo siguiente.
3. Una vez completa la documentación, el Ayuntamiento debe abrir un plazo de información pública de veinte días, mediante la publicación de anuncios en el «Boletín Oficial de Castilla y León» y en uno de los diarios de mayor difusión en la provincia, aplicando las reglas establecidas en el artículo 432. Transcurrido un mes desde la presentación de la solicitud sin que el Ayuntamiento haya publicado dichos anuncios, puede promoverse la información pública por iniciativa privada conforme al artículo 433.
4. En los Municipios citados en el artículo 306.2.a), una vez que haya terminado el plazo de información pública:
 - a) A la vista del resultado del trámite de información pública, el Ayuntamiento debe resolver de forma motivada sobre la autorización de uso excepcional, otorgándola simplemente o con condiciones o bien denegándola. La resolución debe notificarse al interesado y a la Comisión Territorial de Medio Ambiente y Urbanismo.
 - b) La resolución puede dictarse de forma conjunta con la correspondiente al otorgamiento de la licencia, o bien previamente a la misma.
 - c) Transcurridos tres meses desde la presentación de la solicitud sin que el Ayuntamiento haya notificado la resolución al interesado, se entiende obtenida por silencio la autorización de uso excepcional, sin perjuicio de la interrupción de dicho plazo en los supuestos previstos en el artículo 296.2.
5. En los Municipios citados en el artículo 306.2.b), una vez que haya terminado el plazo de información pública:
 - a) A la vista del resultado del trámite de información pública, el Ayuntamiento debe emitir informe sobre las alegaciones recibidas y sobre la propia solicitud, proponiendo su autorización simple o con condiciones o su denegación, y remitir el expediente completo a la Comisión Territorial de Medio Ambiente y Urbanismo antes de un mes desde que finalice la información pública.
 - b) Transcurrido el plazo citado en la letra anterior, el interesado puede dirigirse a la Comisión para instar la continuación del procedimiento, presentando al efecto:
 - 1.º Copia de la solicitud y demás documentación presentada en el Ayuntamiento.



- 2.º Copia de los anuncios de información pública publicados.
- 3.º Certificación del Secretario del Ayuntamiento sobre las alegaciones presentadas durante la información pública, o en su defecto acreditación de haber solicitado dicha certificación al Ayuntamiento sin haber sido obtenida dentro de un plazo de diez días.
- c) La Comisión Territorial de Medio Ambiente y Urbanismo debe resolver de forma motivada sobre la autorización de uso excepcional, otorgándola simplemente o con condiciones o bien denegándola. No obstante, si se observan deficiencias de procedimiento debe optarse previamente entre devolver el expediente al Ayuntamiento para su subsanación, o bien disponer la subsanación directa de dichas deficiencias. La resolución debe notificarse al interesado y al Ayuntamiento.
- d) Transcurridos dos meses desde la recepción del expediente completo o en su caso de la documentación señalada en la letra b), sin que la Comisión Territorial de Medio Ambiente y Urbanismo haya notificado su resolución al Ayuntamiento y al interesado, se entiende obtenida por silencio la autorización de uso excepcional, sin perjuicio de la interrupción de dicho plazo en los supuestos previstos en el artículo 296.2.



Universidad de Valladolid



ANEJO VIII:

ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE ANEJO VIII

1-	Antecedentes y datos generales	1
1.1-	Objeto del Estudio de Seguridad y Salud	1
1.2-	Características de la obra	2
1.3-	Riesgos.....	3
1.4-	Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.	8
1.5-	Medios auxiliares	9
2-	Descripción de los procedimientos, equipos y medios.....	11
2.1-	Trabajos previos	11
2.2-	Movimiento de tierras.....	11
2.3-	Caminos internos y accesos	11
2.4-	Cunetas.....	12
2.5-	Cerramiento	12
2.6-	Edificaciones.....	12
3-	Análisis de los riesgos en el desarrollo de las obras.....	12
3.1-	Evaluación general de riesgos	12
3.2-	Evaluación de riesgos profesionales	14
4-	Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales.	19
4.1-	Prevención de Riesgos en movimiento de tierras.....	19
4.2-	Prevención de Riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas	19
4.3-	Prevención de Riesgos en ejecución de caminos y viales	20
4.4-	Prevención de Riesgos en instalación eléctrica.....	20
4.5-	Prevención de Riesgos en trabajos con herramientas manuales	21
5-	Pliego de Condiciones Particulares	21
5.1-	Normas de Seguridad y Salud.....	21
5.2-	Instalaciones de Salud y Bienestar	36
5.3-	Organización de la Seguridad y Salud en la obra	36



1- Antecedentes y datos generales

1.1- Objeto del Estudio de Seguridad y Salud

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante la construcción de esta obra, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, entretenimiento y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la empresa constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la prevención de riesgos profesionales, facilitando su desarrollo, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1.997, de 24 de Octubre, por el que se implanta la obligatoriedad de la inclusión de un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos de edificación y obras públicas.

Según el mencionado Real Decreto, la empresa constructora adjudicataria de la obra estará obligada a redactar un Plan de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obras o en su defecto, de la Dirección Facultativa.

Se considera en este estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.

Igualmente, en el centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto y con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede. El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos



de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Según el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, que desarrolla la Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y que modifica en su Disposición Final Tercera el apartado 4 del artº. 13 (Libro de Incidencias) del R.D. 1.627/1997, efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Así mismo se está obligado a remitirla a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas en los casos de que exista incumplimiento reiterado de las advertencias u observaciones previamente anotadas en el Libro, por las personas facultadas para ello o, por haberse apreciado nuevas circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y la salud de los trabajadores, tal y como establece el artº. 14 del citado Real Decreto 1627/97.

Es responsabilidad del contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.

Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Plan de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto, en todo momento la Dirección Facultativa.

1.2- Características de la obra

El presente proyecto de Seguridad y Salud corresponde a la obra para la realización de la planta fotovoltaica en Tordesillas.

La descripción de la obra se encuentra definida en la memoria del presente proyecto del cual forma parte el presente estudio de seguridad y salud.

Interferencia y servicios afectados.

Los servicios afectados por las obras corresponden a caminos municipales de servicio entre parcelas, para la canalización de línea eléctrica y cable de comunicaciones, así como para los accesos y salidas de la planta.

Unidades constructivas que componen la obra.

- Excavaciones.
- Rellenos de tierras.
- Cimentación por losas armadas.
- Conducciones.
- Ejecución de las obras singulares: arquetas, desagües
- Instalaciones eléctricas.
- Instalaciones electromecánicas.
- Albañilería.
- Impermeabilizaciones.



1.3- Riesgos.

Riesgos profesionales.

-En desbroces, despejes y destocoamientos.

- Picaduras.
- Atrapamientos en derribo de árboles.
- Caídas a distinto nivel.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Atropellos por máquinas y vehículos.

-En demoliciones.

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas de materiales.
- Desprendimientos.
- Hundimientos prematuros.
- Polvo.
- Cortes y golpes con máquinas, herramientas y materiales.
- Heridas por objetos punzantes.
- Ruidos.
- Atrapamientos.

-En excavaciones y explotaciones de canteras.

- Desprendimientos y/o deslizamientos de tierras.
- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
- Vuelco por accidente de vehículos y máquinas.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Atrapamientos.
- Explosiones.
- Cortes y golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Emanaciones.
- Afloramiento de agua.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Polvo.

-En transporte, vertido, extendido y compactación de tierras.

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Vuelco o falsas maniobras de maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caída de personas
- Caídas de material.



- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

-En cimentaciones y estructuras de hormigón armado.

- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
- Caída de materiales.
- Electrocutaciones.
- Dermatitis por cemento.
- Cortes y golpes.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropellos por máquinas o vehículos.
- Derrumbe de conjuntos mal contruidos o mal apuntalados.

-En túneles y galerías.

- Vuelcos de vehículos o maquinaria móvil.
- Atropello por vehículos o maquinaria, atrapamientos entre dos vehículos o entre vehículo y pared.
- Desprendimientos y caída de bloques.
- Utilización de electricidad en ambiente húmedo.
- Utilización de fluidos a presión.
- Manipulaciones especiales: dovelas, cerchas, etc.
- Trabajo en atmósfera contaminada:
 - Por polvo.
 - Por gases nocivos.
 - Por ruido.
- Venidas de aguas importantes.
- Incendio.

-En bases y subbases granulares.

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina y vehículos.
- Vuelcos o falsas maniobras por maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

-En conducciones y ejecución de obras singulares: arquetas, desagües, etc.

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.

- Caídas de materiales.
- Electrocuciiones.
- Dermatitis por cemento.
- Cortes y golpes.
- Salpicaduras.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Heridas producidas por objetos punzantes y cortantes.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Derrumbe de conjuntos mal contruidos o mal apuntalados.
- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Sobreesfuerzos.

-En señalización, balizamiento y defensas.

- Atropellos por máquina o vehículos.
- Atrapamientos por maquinaria o vehículos.
- Colisiones y vuelcos.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Cortes y golpes.

-Riesgos eléctricos.

- Derivados de maquinaria, conducciones, cuadros, útiles, etc., que utilizan o producen electricidad en la obra.
- Interferencias con líneas eléctricas.
- Influencia de cargas electromagnéticas debidas a emisoras o líneas de alta tensión.
- Tormentas.
- Corrientes erráticas.
- Electricidad estática.
- Líneas eléctricas.
- Desprendimientos.
- Electrocuciiones.
- Caída de personas.
- Caída de material.
- Vuelco de vehículos.
- Atropellos.
- Polvo.
- Atrapamientos.
- Armado e Izado de apoyos eléctricos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de objetos.
- Choques y golpes.
- Atropellos.
- Atrapamientos.
- Sepultamiento.
- Cortes.



- Contactos eléctricos.
- Sobreesfuerzos.

-En instalaciones electromecánicas.

- Caída de personas.
- Caída de material.
- Golpes y caídas de materiales.
- Heridas punzantes en extremidades.
- Golpes de herramientas.
- Quemaduras.
- Electrocutación.
- Radiaciones.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.
- Cortes.

-En albañilería y revestimientos.

- Caídas desde altura.
- Caídas de objetos.
- Cortes o erosiones por materiales cerámicos.
- Partículas en los ojos.
- Contacto con materiales agresivos.
- Cortes por manejo de herramientas.
- Ruidos.
- Esfuerzos al manipular objetos pesados.
- Afecciones respiratorias por polvo.
- Dermatitis por cemento.

-En montaje de cerramientos definitivos de obras.

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.

-En ejecución de drenajes.

- Desprendimiento y deslizamientos del terreno.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil.



- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Atrapamientos.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.
- Ruido.
- Emanaciones.
- Afloramientos de agua.
- Proyección de partículas a los ojos.

-En impermeabilizaciones y protección de taludes.

- Deslizamientos y desprendimientos del terreno.
- Accidentes de vehículos.
- Atropellos por máquina o vehículos.
- Vuelco o falsa maniobra de maquinaria móvil.
- Atrapamientos.
- Caídas de personas.
- Caídas de materiales.
- Cortes y golpes.
- Vibraciones.
- Polvo.
- Riegos de incendio.

-En almacenes, vehículos, encofrados de madera, etc.

- Actividades auxiliares.
- Vuelco de vehículos.
- Caídas de altura.
- Caídas a nivel.
- Electrocuciiones.
- Quemaduras por el cemento.
- Heridas producidas por puntas.
- Desprendimiento.
- Polvo.
- Cortes y golpes.
- Ruido.
- Vibraciones.
- Caídas de material.
- Salpicaduras.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Atropellos
- Atrapamientos.
- Explosiones.
- Afloramientos de agua.

Riesgos de daños a terceros.

Los riesgos de daños a terceros en la ejecución de la obra pueden venir producidos por la circulación de terceras personas ajenas a la misma una vez iniciados los trabajos.

Por ello, se considerará zona de trabajo aquella donde se desenvuelvan máquinas, vehículos y operarios trabajando; y zona de peligro una franja de cinco (5) metros alrededor de la primera.

Se impedirá el acceso de personas ajenas a la obra. Si existiesen antiguos caminos se protegerán por medio de vallas autónomas metálicas. En el resto del límite de la zona de peligro, por medio de cintas de balizamiento reflectante.

Los riesgos de daños a terceros, por tanto, pueden ser:

- Caída al mismo nivel.
- Caída de objetos y materiales.
- Atropello.
- Polvo y ruido.

1.4- Instalaciones provisionales y asistencia sanitaria.

De acuerdo con el apartado 15 del Anexo 4 del R.D.1627/97, la obra dispondrá de los servicios higiénicos que se indican en la tabla siguiente:

Servicios higiénicos	
X	Vestuarios con asientos y taquillas individuales, provistas de llave.
X	Lavabos con agua fría, agua caliente, y espejo.
X	Duchas con agua fría y caliente.
X	Retretes.
X	Comedor
	Locales de descanso

La utilización de los servicios higiénicos será no simultánea en caso de haber operarios de distintos sexos.

Deberá justificarse por la contrata la no instalación de algunos de los módulos de servicios, si se opta por una solución alternativa (alquiler de locales, etc.).

De acuerdo con el apartado A 3 del Anexo VI del R.D. 486/97, la obra dispondrá del material de primeros auxilios que se indica en la tabla siguiente, en la que se incluye además la identificación y las distancias a los centros de asistencia sanitaria más cercanos:

PRIMEROS AUXILIOS Y ASISTENCIA SANITARIA		
NIVEL DE ASISTENCIA	NOMBRE Y UBICACION	DISTANCIA APROX. (Km)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia Primaria (Urgencias)	Hospital del Río Hortega de Valladolid	A 38,5 Km. Aprox.
Asistencia Especializada (Hospital)	Hospital del Río Hortega	A 38,5 Km. Aprox.



El botiquín portátil ubicado en la obra dispondrá, al menos, de:

- 1 Frasco conteniendo agua oxigenada.
- 1 Frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- 1 Frasco conteniendo tintura de yodo.
- 1 Frasco conteniendo mercurocromo.
- 1 Frasco conteniendo amoníaco.
- 1 Caja conteniendo gasa estéril.
- 1 Caja conteniendo algodón hidrófilo estéril
- 1 Rollo de esparadrapo.
- 1 Torniquete.
- 1 Bolsa para agua o hielo.
- 1 Bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 Termómetro clínico.
- 1 Caja de apósitos autoadhesivos.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos.
- Tónicos cardiacos de urgencia.
- Jeringuillas desechables.

En obra y junto al botiquín se colocará un cartel que incluirá un plano con los itinerarios más cortos a seguir hasta los centros sanitarios más próximos con Servicio de Urgencia. En él constarán direcciones y números de teléfono, así como de las clínicas y puestos de socorro, privados y públicos, situados en el entorno de la obra

1.5- Medios auxiliares

En la tabla siguiente se relacionan los medios auxiliares empleados y sus características más importantes:

Medios auxiliares		
Medios	Características	
X	Carretillas elevadoras móviles / automotrices	Tendrán toda la documentación correspondiente a mantenimiento al día. Deben cumplir la normativa específica de Seguridad para aparatos elevadores y de transporte de personas. Estarán dotadas de barandillas reglamentarias y/o canastillas adecuadas para el transporte de personas, no se usarán para transporte de material. Correcta disposición de barandilla de seguridad, barra intermedia y rodapié. Obligatoriedad permanente del uso de cinturón de seguridad.
X	Andamios sobre borriquetas	La distancia entre apoyos no debe sobrepasar los 3,5 m.
X	Pasarelas metálicas	Tendrán una anchura no inferior a 60cm, estarán protegidas con barandillas reglamentarias allí donde la profundidad de la zanja sea superior a 1,00m.
X	Escaleras de mano	Zapatas antideslizantes. Deben sobrepasar en 1 m la altura a salvar. Separación de la pared en la base = $\frac{1}{4}$ de la altura total.
X	Instalación eléctrica	Cuadro general en caja estanca de doble aislamiento, situado a $h > 1m$: I. diferenciales de 0,3A en líneas de máquinas y fuerza. II. diferenciales de 0,03A en líneas de alumbrado a tensión $> 24V$. III. magnetotérmico general omnipolar accesible desde el exterior. IV. magnetotérmicos en líneas de máquinas, tomas de cte. y alumbrado. V. La instalación de cables será aérea desde la salida del cuadro. VI. La puesta a tierra será $\leq 80 \Omega$. VII. Se dispondrán tantos cuadros secundarios cómo sean precisos según el avance de las obras, <u>estos cumplirán el REBT.</u>
X	Grupo Electrógeno	Cumplirán todas las normas de seguridad específicas, puesta a tierra, mantenimiento, protección de partes móviles, etc.

OBSERVACIONES:

Mantenimiento de la instalación eléctrica provisional. Se hará entrega al vigilante de seguridad de la siguiente normativa para que sea seguida durante sus revisiones diarias de la instalación eléctrica provisional de obra:

- No permitir conexiones a tierra a través de conducciones de agua, armaduras, pilares, etc.
- No permitir conexiones directas cable -clavija de otra máquina.
- Vigilar la conexión eléctrica de cables ayudados de cuñitas de madera. Ordenar su desconexión inmediata y llevar conexiones machos para que se instalen.

- No se permitirá que se desconecten las mangueras por el procedimiento del tirón, sino tirando de la clavija del enchufe, en posición estable del operario, incluso amarrado en caso necesario.
- Comprobar diariamente el estado de disyuntores diferenciales, antes del inicio de la jornada y después de la comida, accionando el botón del test. Deberá tenerse disyuntores de repuesto de media o alta sensibilidad e interruptores magnetotérmicos para sustituir los averiados.

2- Descripción de los procedimientos, equipos y medios.

2.1- Trabajos previos

Antes de dar comienzo a las obras, se procederá al cerramiento efectivo de los terrenos según el plano de Organización General, a la instalación de las casetas de oficina, aseo, vestuarios y almacén, al acondicionamiento de la zona de acopios, así como a la colocación de la señalización de seguridad.

La caseta de aseo y vestuarios dispondrá de las respectivas acometidas de agua potable y alcantarillado.

La instalación eléctrica de las casetas dispondrá de todas las protecciones reglamentarias con diferenciales de sensibilidad mínima de 30 mA. Se dotará de toma de tierra mediante picas de cobre. El suministro de energía eléctrica se podrá efectuar: bien mediante la acometida provisional de obra a la red de baja tensión, o bien, mediante un grupo electrógeno. La empresa adjudicataria elegirá el sistema más idóneo de acuerdo con sus procedimientos constructivos.

Los medios a utilizar son: camión grúa para descarga de casetas y vallas, retroexcavadora para excavación de zanjas de las acometidas, pala cargadora, camión y compactadora para el acondicionamiento del terreno.

2.2- Movimiento de tierras

En primer lugar, se procederá al movimiento de tierras necesario para:

- Desbrozar el total de la superficie de la actuación.
- Alcanzar el perfil longitudinal y transversal proyectado.
- Nivelar las zonas donde se supere la pendiente máxima permitida por las estructuras.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora.

2.3- Caminos internos y accesos

Para el diseño de los caminos interiores a la planta se minimizará el movimiento de tierras intentando adaptar al máximo la rasante de los viales al terreno natural.

Los máximos movimientos de tierras en caminos se producirán en los cruces con escorrentías, donde en el trazado de los caminos se deberá elevar la cota del terreno lo necesario para ubicar una ODT que dé continuidad a esa escorrentía.

Los caminos se diseñarán con un ancho de 7m, pendiente longitudinal mínima del 0.5% y pendiente transversal de un 2% a un agua.

El firme estará constituido por 20 cm de zahorra artificial compactada al 98%P.M, que servirá de rodadura sobre una capa de 20cm de suelo seleccionado, a confirmar según resultados de CBR de los suelos existentes del informe geotécnico.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, placa vibradora y máquinas de corte.

2.4- Cunetas

Las pendientes en su mayoría son inferiores al 3% lo que implica la necesidad del revestimiento de hormigón de todas las cunetas.

Los medios previsibles que se van a utilizar son: camión, pala cargadora, motoniveladora, compactadora, camión-hormigonera, placa vibradora.

2.5- Cerramiento

La superficie total de la parcela estará rodeada en la totalidad de su perímetro por una valla conformada por malla de tipo cinegético.

2.6- Edificaciones

Se tratan de construcciones prefabricadas cuya cimentación está descrita en la memoria técnica y será realizada siguiendo las recomendaciones de UNESA con la finalidad de obtener una correcta puesta a tierra.

3- Análisis de los riesgos en el desarrollo de las obras.

3.1- Evaluación general de riesgos

Evaluación de riesgos en movimiento de tierras

- Verticalidad de la excavación sin entibación.
- Desprendimiento de tierras por el manejo de la maquinaria.
- Desprendimiento de tierras por sobrecarga de los bordes de la excavación
- Desprendimientos por no utilizar el talud adecuado.
- Atropellos y vuelcos de maquinaria y vehículos.
- Caídas a igual y distinto nivel.
- Caída de materiales y objetos.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Interferencias con servicios afectados.
- Golpes y proyecciones.
- Ruido.

Evaluación de riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas

- Atropello por vehículos y maquinaria.
- Colisión y vuelco de vehículos.
- Atrapamiento entre piezas.
- Caída de cargas suspendidas por deficiente sujeción o rotura de los elementos de izado.
- Atrapamiento en zanjas.
- Entibaciones defectuosas.
- Caídas a igual o distinto nivel.

- Golpes y proyecciones.
- Sobreesfuerzo.
- Interferencias con servicios afectados.
- Ausencia de protecciones de los operarios.
- Vibraciones en coronación de zanjas por vehículos o maquinaria.
- Acción de las aguas.
- Desentubado incorrecto.
- Medios auxiliares de acceso a la zanja en mal estado.

Evaluación de riesgos en ejecución de montajes mecánico-estructurales

- Caídas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en los ojos.
- Cortes por manejo de elementos con aristas o bordes cortantes.
- Dermatitis por el contacto con el cemento.
- Contactos con la energía eléctrica.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y proyecciones.
- Atrapamiento por el material a colocar.
- Aplastamiento de manos durante la guía de la maniobra de descarga.
- Polvo.
- Ruido.
- Quemaduras.

Evaluación de riesgos en instalación eléctrica

- Cortes por manejo de herramientas manuales.
- Pinchazos y cortes por manejo de herramientas manuales.
- Electrocutación o quemaduras durante las pruebas y puesta en servicio de la instalación por:
 - Mala protección de cuadros eléctricos.
 - Maniobras incorrectas en las líneas.
 - Uso de herramientas sin aislamiento.
 - Punteo de los mecanismos de protección.
 - Conexiones directas sin clavijas macho-hembra.
 - Contacto accidental de la máquina de movimiento de tierras con líneas aéreas o subterráneas en servicio dentro del lugar de trabajo.

Evaluación de riesgos provocados por explosiones e incendios

- Rotura, producida durante la excavación de algún servicio existente en el solar.
- Durante el mantenimiento de la máquina: fumar manejando recipientes con combustible; utilizar gasolina para limpiar las piezas; no apagar el motor al poner combustible en el depósito; comprobar el combustible, el nivel del refrigerante o el electrólito de la batería con llama.
- No almacenar el combustible, grasas y aceites de la maquinaria en local aislado e independiente.

Evaluación de riesgos provocados por atropellos y atrapamiento del personal

- Iniciar las maniobras bruscamente.
- Falta de señalización en las zonas de trabajo.
- Permanencia indebida, dentro de la zona de acción de la máquina.
- Ausencia de resguardos, en los elementos móviles de la máquina.

3.2- Evaluación de riesgos profesionales

Riesgos debidos a la maquinaria prevista.

Evaluación de riesgos en trabajos con retroexcavadora

- Vuelco del vehículo por hundimiento del terreno.
- Vuelco de la máquina (inclinación del terreno superior a la admisible por la retroexcavadora).
- Caída por pendientes (aproximación excesiva a borde de taludes y bordes de excavación).
- Golpes a personas o cosas en el movimiento de giro.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos.
- Deslizamiento de la máquina (en terrenos embarrados).
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina).
- Caídas al subir o bajar de la máquina.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Interferencias con servicios afectados.
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos).
- Vibraciones.
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos en trabajos con pala cargadora

- Caída de materiales desde la cuchara.
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el cazo.
- Colisiones y atropellos en maniobras de marcha atrás y giros.
- Máquina en marcha fuera de control (abandono de la cabina de mando sin desconectar la máquina)
- Caídas al subir o bajar de la máquina
- Contacto con líneas eléctricas
- Interferencias con servicios afectados
- Los derivados de operaciones incorrectas de mantenimiento (quemaduras, atrapamientos)
- Vibraciones
- Ruido
- Polvo

Evaluación de riesgos en trabajos con compactador

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

Evaluación de riesgos en trabajos con camión de transporte

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Atrapamientos, en la apertura o cierre de la caja
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos.

Evaluación de riesgos en trabajos de vibrado de hormigón

En vibradores eléctricos

- Vibraciones
- Contactos eléctricos
- Proyección de lechadas

En vibradores neumáticos

- Vibraciones
- Golpes por rotura de las mangueras neumáticas
- Proyección de lechadas

Evaluación de riesgos en trabajos con mesa de sierra circular

- Cortes en dedos y manos
- Golpes por rechazo o lanzamiento de la pieza a cortar contra el operario
- Abrasiones
- Atrapamientos
- Emisión de polvo
- Ruido ambiental
- Contacto con la energía eléctrica
- Los derivados de los lugares de ubicación

Evaluación de riesgos en trabajos con amasadora

- Contactos eléctricos
- Atrapamientos con elementos de transmisión
- Atrapamiento con paletas de mezclado

Evaluación de riesgos con trabajos con cortadora de material cerámico

- Proyección de partículas y polvo.
- Descarga eléctrica.
- Rotura del disco.
- Cortes y amputaciones.

Evaluación de riesgos con trabajos con motovolquete (dumper)

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Caída a distinto nivel por transportar personas en el volquete o en el vehículo.
- Colisiones y atropellos
- Los derivados de la vibración durante la conducción
- Golpes de manivela en la puesta en marcha
- Ruido.
- Polvo.

Evaluación de riesgos con trabajos con camión grúa

- Caídas a distinto nivel, al subir o bajar de la cabina
- Atropello de personas
- Golpes por la carga
- Los derivados de las operaciones de mantenimiento
- Vuelco del camión
- Choque con otros vehículos
- Desplomes de elementos izados

Evaluación de riesgos en trabajo de vertido de hormigón

En bomba de hormigón

- Tapones o atoramientos en la tubería
- Golpes con la manguera terminal
- Colisiones y atropellos

En camión hormigonera

- Colisiones y atropellos
- Golpes con la canaleta de vertido de hormigón
- Vuelco del vehículo

Evaluación de riesgos en trabajos con motoniveladora

- Vuelco del vehículo
- Golpes y contusiones
- Colisiones y atropellos

Evaluación de riesgos en trabajos con grupos electrógenos

- Explosión al cargar combustible



- Contactos eléctricos

Evaluación de riesgos en trabajos con compresor

- Vuelcos durante el transporte
- Golpes por la descarga
- Ruido
- Rotura de la manguera de presión
- Por emanación de gases tóxicos del tubo de escape

Evaluación de riesgos en trabajos con martillos neumáticos

- Lesiones por rotura de las barras o punteros del taladro
- Lesiones por rotura de las mangueras neumáticas
- Proyección de objetos o partículas

Riesgos en trabajos con herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo y rozadora.

Riesgos más frecuentes:

- Descargas eléctricas.
- Proyecciones de partículas.
- Caídas en altura.
- Ambiente ruidoso.
- Generación de polvo.
- Explosiones e incendios
- Cortes en extremidades.

Riesgos debidos a los medios auxiliares

Los medios auxiliares más empleados son los siguientes:

- Andamios de servicios, usados como elemento auxiliar, en los trabajos de cerramientos e instalaciones de los ascensores, siendo de dos tipos:
 - Andamios colgados móviles, formados por plataformas metálicas, suspendidas de cables, mediante pescantes metálicos, atravesando éstas al forjado de la cubierta a través de una de una varilla provista de tuerca y contratuerca para su anclaje al mismo.
 - Andamios de borriquetas o caballetes, constituidos por un tablero horizontal de tres tablones, colocados sobre dos pies en forma de "V" invertida, sin arriostramientos.
- Escaleras empleadas en la obra por diferentes oficios, destacando dos tipos, aunque uno de ellos no sea un medio auxiliar propiamente dicho, pero de los problemas que plantean las escaleras fijas haremos referencia de ellas aquí:
 - Escaleras fijas, constituidas por el peldañado provisional a efectuar en las rampas de las escaleras del edificio, para comunicar dos plantas distintas; de entre todas las soluciones posibles para el empleo del material más adecuado en la formación del peldañado hemos escogido el hormigón, puesto que es el que presenta la mayor

uniformidad, y porque con el mismo bastidor de madera podemos hacer todos los tramos, constando de dos largueros y travesaños en número igual al de peldaños de la escalera, haciendo éste las veces de encofrado.

- Escaleras de mano, serán de dos tipos: metálicas y de madera, para trabajos en alturas pequeñas y de poco tiempo, o para acceder a algún lugar elevado sobre el nivel del suelo.
- Visera de protección para acceso del personal, estando ésta formada por una estructura metálica como elementos sustentantes de los tablonos, con ancho suficiente para el acceso del personal, prolongándose hacia el exterior del cerramiento aproximadamente 2,50 m señalizadas convenientemente.

Los riesgos más frecuentes debido a estos medios son los siguientes:

Andamios colgados:

- Caídas debidas a la rotura de la plataforma de trabajo o a la mala unión entre dos plataformas.
- Caídas de materiales.
- Caídas originadas por la rotura de los cables.

Andamios de borriquetas:

- Vuelcos por falta de anclajes o caídas del personal por no usar tres tablonos como tablero horizontal.

Escaleras fijas:

- Caídas del personal.

Escalera de mano:

- Caídas a niveles inferiores, debidas a la mala colocación de las mismas, rotura de alguno de los peldaños, deslizamiento de la base por excesiva inclinación o estar el suelo mojado.
- Golpes con la escalera al manejarla de forma incorrecta.

Visera de protección:

- Desplome de la visera, como consecuencia de que los puntales metálicos no estén bien aplomados.
- Desplome de la estructura metálica que forma la visera debido a que las uniones que se utilizan en los soportes no son rígidas.
- Caídas de pequeños objetos al no estar convenientemente cuajada y cosida la visera.

Cables, eslingas y aparejos de izado:

- Cables, eslingas y aparejos de izado.
- Caída del material, por rotura de los elementos de izado
- Caída del material por mal eslingado de la carga.

4- Elementos de protección para prevención de riesgos profesionales.

4.1- Prevención de Riesgos en movimiento de tierras

Protecciones Colectivas:

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden.
- Vallas de limitación y protección; para señalización de rampas, excavaciones, etc.
- Cinta de balizamiento; para señalización de lugares poco conflictivos, pasos de peatones, etc.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 1403/1986 de Señalización, de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.
- Regado de pistas; para limitar el levantamiento de polvo.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo
- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros al abandonar las correspondientes cabinas de conducción)
- Botas de seguridad clase III impermeables
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos
- Guantes de cuero, goma o PVC
- Gafas antipolvo
- Cinturón antivibratorio (Para conductores de maquinaria y operadores de martillo neumático)
- Botas y guantes aislantes de la electricidad. (En trabajos con sospecha de existencia de cables eléctricos enterrados).

4.2- Prevención de Riesgos en ejecución de canalizaciones subterráneas

Protecciones Colectivas:

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden.
- Vallas de limitación y protección; para protección de zanjas, pozos, etc.
- Cinta de balizamiento; para señalización de lugares poco conflictivos, acopios, etc.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Tapas para arquetas y bocas de registro.
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 1403/1986 de Señalización de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.
- Material de entibación; siempre que no se pueda dar a las zanjas un talud adecuado se entibarán, con material que estará acopiado en obra con la antelación adecuada para que la apertura de estas sea seguida inmediatamente por su colocación.
- Escaleras; cuando las zanjas tengan más de 1,50 m de profundidad se colocarán escaleras separadas 15 m como máximo.

Protecciones personales

- Ropa de trabajo.

- Casco de polietileno (lo utilizarán, aparte del personal a pie, los maquinistas y camioneros al abandonar las correspondientes cabinas de conducción).
- Botas de seguridad clase III impermeables.
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos.
- Guantes de cuero, goma o PVC.
- Gafas antipolvo.

4.3- Prevención de Riesgos en ejecución de caminos y viales

Protecciones colectivas:

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden.
- Vallas de limitación y protección; para contención de peatones y señalización de obstáculos.
- Cinta de balizamiento; para señalización de lugares poco conflictivos, acopios, etc.
- Señales acústicas y luminosas de aviso en maquinaria.
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 1403/1986 de Señalización de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo
- Casco de protección contra riesgos mecánicos
- Botas de media caña impermeables
- Guantes
- Polainas
- Gafas de protección contra salpicaduras

4.4- Prevención de Riesgos en instalación eléctrica

Protecciones colectivas:

- Orden y limpieza; en todo momento se mantendrán los tajos limpios y en orden
- Cinta de balizamiento; para mejor señalización de barandillas, acopios y avisos en lugares poco conflictivos
- Señales de seguridad; de acuerdo con el Real Decreto 1403/1986 de Señalización de Seguridad en Centros y Locales de Trabajo.

Protecciones personales:

- Ropa de trabajo
- Casco de polietileno, para utilizar durante los desplazamientos por la obra
- Botas aislantes de la electricidad (conexiones)
- Trajes impermeables para ambientes lluviosos
- Guantes aislantes
- Cinturón de seguridad
- Banqueta de maniobra
- Alfombra aislante
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

4.5- Prevención de Riesgos en trabajos con herramientas manuales

En este grupo incluimos las siguientes: taladro percutor, martillo rotativo, pistola clavadora, lijadora, disco radial, máquina de cortar terrazo y azulejo y rozadora.

Protecciones personales:

- Casco homologado de seguridad.
- Guantes de cuero
- Protecciones auditivas y oculares en el empleo de la pistola clavadora.
- Cinturón de seguridad para trabajos en altura.

5- Pliego de Condiciones Particulares

5.1- Normas de Seguridad y Salud.

Normas de seguridad y salud generales

NORMAS DE SEGURIDAD EN EXCAVACIONES Y MOVIMIENTO DE TIERRA

Se comprobará la maquinaria antes de su utilización, tanto su estado de funcionamiento como las diversas protecciones que deba tener, estando prohibido su uso si se observase algún fallo. Se exigirá al propietario de la máquina los certificados de las revisiones que deba pasar en el transcurso de la obra.

Se revisarán periódicamente los circuitos hidráulicos y neumáticos, tanto de la maquinaria de excavación como de la auxiliar que se utilice.

El personal será experto y conocerá los riesgos de este tipo de actividad. Al inicio de los trabajos será informado de los métodos a emplear, el sistema de excavación o perforación, las medidas de seguridad a emplear y la forma de actuación en caso de accidente.

Se controlará mediante el riego periódico, la formación de ambiente pulvígeno.

Se prohibirá el estacionamiento y la circulación de personas en las zonas de excavación y carga de escombros.

Los vehículos cumplirán las normas del Código de Circulación en lo que se refiere a luces, bocinas, etc.

En los lugares en los que el ruido sea superior a 80 dBA se utilizarán protectores auditivos.

Para el acceso de vehículos a las zonas de trabajo se construirán rampas cuya pendiente no sea superior al 8%.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas.

Se establecerán caminos de circulación para vehículos y personal de obra en las zonas de trabajo, que se señalizarán adecuadamente.

Se reconocerá el estado del terreno antes de iniciarse el trabajo diario, especialmente después de lluvias.

Se dispondrán barandillas de protección o como mínimo se señalizarán bermas, pozos y zanjas, para evitar caídas de personal.



NORMAS DE SEGURIDAD EN CANALIZACIONES ENTERRADAS

El acceso a las zanjas se ha de hacer por medio de escaleras de mano sólidamente fijadas al límite superior y que sobresaldrán como mínimo un metro.

Se prohíbe el amontonamiento de tierras, materiales, tubos, etc. a una distancia inferior a 2 metros del límite de la excavación. Esta distancia puede variar en función de la profundidad y de las características del terreno.

El montaje de los tubos se hará por medios mecánicos y para el traslado y descenso al fondo de la excavación se emplearán los medios adecuados para garantizar la inmovilidad.

Las maniobras de aproximación y ajuste de tubos se harán con las herramientas adecuadas y nunca con los pies o las manos.

Durante las maniobras de descenso de los tubos no habrá ninguna persona en el fondo de la zanja, bajo la vertical del tubo que se iza.

Una vez instalados los tubos se repondrán las protecciones y/o señalización en los límites de la zanja hasta que se tape definitivamente.

Los pozos de registro se protegerán con la tapa definitiva en el momento de su ejecución, y si esto no fuera posible con tapas provisionales de resistencia probada. Se extremará el cuidado cuando estén en zonas de paso de vehículos y personal.

Se revisarán periódicamente los elementos de izado en la maquinaria de elevación y transporte.

Los trabajadores permanecerán unidos al exterior mediante una soga anclada al cinturón de seguridad, tal que permita bien la extracción del operario tirando, o en su defecto, su localización en caso de rescate.

Se prohíbe el acceso al interior del pozo a toda persona ajena al proceso de construcción.

NORMAS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El almacén para acopio de material eléctrico se ubicará en el lugar señalado.

En la fase de obra de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra, para evitar los riesgos de pisadas o tropezones.

El montaje de aparatos eléctricos (magnetotérmicos, disyuntores, etc.) será ejecutado siempre por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.

La iluminación mediante portátiles se efectuará utilizando “portalámparas estancos con mango aislante” y rejilla de protección de la bombilla, alimentados a 24 voltios.

Se prohíbe el conexionado de cables a los cuadros de suministro eléctrico de obra, sin la utilización de las clavijas macho-hembra.

Las escaleras de mano a utilizar serán del tipo de “tijera”, dotadas con zapatas antideslizantes y cadenilla limitadora de apertura, para evitar los riesgos por trabajos realizados sobre superficies inseguras y estrechas.

La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.

Para evitar la conexión accidental a la red, de la instalación eléctrica del edificio, el último cableado que se ejecutará será el que va del cuadro general al de la “compañía suministradora”, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión, que serán los últimos en instalarse.

Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas, para evitar accidentes.

Antes de hacer entrar en carga a la instalación eléctrica, se hará una revisión en profundidad de las conexiones de mecanismos, protecciones y empalmes de los cuadros generales eléctricos directos o indirectos, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

La entrada en servicio de las celdas de transformación se efectuará con la obra desalojada de personal, en presencia del Jefe de Obra y de la Dirección Facultativa.

Antes de hacer entrar en servicio las celdas de transformación se procederá a comprobar la existencia real en la sala de la banqueta de maniobras, pértigas de maniobra, extintores de polvo químico seco y botiquín, así como que los operarios se encuentran vestidos con las prendas de protección parcial. Una vez comprobados estos puntos, se procederá a dar la orden de entrada en servicio.

Normas de seguridad y salud profesionales

Normas de seguridad y salud en el uso de la maquinaria

- En retroexcavadora
 - Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
 - Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
 - Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.
 - El maquinista será siempre una persona cualificada.
 - Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
 - Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
 - En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
 - En ningún caso se sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
 - Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
 - Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.
- En pala cargadora
 - Se prohíbe bajar rampas frontalmente con el vehículo cargado.
 - Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
 - Se prohíbe terminantemente transportar personas en el cazo.

- El maquinista será siempre una persona cualificada, y conocerá y cumplirá las normas de la “Guía del operador”.
- Para dejar la máquina estacionada, se buscará un terreno plano y dejará el equipo bajado, y colocado el freno de estacionamiento.
- Se mantendrán siempre las distancias de seguridad para trabajar al lado de líneas eléctricas.
- En el caso de rotura accidental de una línea eléctrica, sea aérea o subterránea, el maquinista ha de saltar de la máquina sin establecer contacto con la tierra y la máquina simultáneamente.
- No excavará un frente de altura superior a un metro de la altura máxima de la pala.
- En ningún caso sobrepasará la capacidad de elevación de la máquina.
- Se tratará de trabajar sobre un plano horizontal para evitar oscilaciones de la cuchara.
- Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilara el buen funcionamiento de las luces.
- En motovolquete (dumper)
 - Respetará las señales del código de circulación.
 - Se prohíbe bajar las rampas frontalmente con el vehículo cargado.
 - Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
 - No circulará por rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y del 30% en terreno seco.
 - No se sobrecargará el vehículo, y se distribuirá la carga uniformemente para evitar vuelcos.
 - Se prohíbe terminantemente realizar maniobras peligrosas y sobrepasar los 20 km/hora.
 - Se prohíbe terminantemente transportar personas en el vehículo.
 - El maquinista será siempre una persona cualificada, y tendrá permiso de conducir.
 - Se considerará siempre que el vehículo es una máquina, no un automóvil.
 - Antes de empezar a trabajar se comprobará la presión de los neumáticos y el estado de los frenos.
 - Al poner el motor en marcha se sujetará con fuerza la manivela y se evitará soltarla de golpe para prevenir posibles golpes.
 - No se pondrá el vehículo en marcha sin cerciorarse de que el freno de mano está en posición de frenado para evitar movimientos incontrolados.
 - No se sobrepasará nunca la carga máxima.
 - Está prohibido transportar personas en el dumper, no admitiéndose ninguna excepción a esta regla.
 - Se evitará sobrepasar con la carga la línea de visión del conductor.
 - Se evitará descargar al borde de cortes del terreno, si ante estos, no existe instalado un tope final de recorrido.
 - Respetará las señales de circulación interna, y por supuesto las de tráfico en el caso de utilizar carreteras o calles públicas. En ningún caso sobrepasará en obra los 20 km por hora.
 - Si se debe remontar pendientes con el dumper cargado, se hará marcha atrás para evitar vuelcos.

- Los conductores estarán en posesión del carnet de conducir clase B-1 en el caso de tener que circular fuera del recinto de la obra.
- En camión de transporte.
 - Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
 - El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
 - Para cargar se mantendrá el vehículo lo más nivelado posible y colocado de manera que la cuchara de descarga deposite el material sin peligro.
 - El chófer no abandonará la cabina cuando esté cargando.
 - Se mantendrán siempre las distancias de seguridad con líneas eléctricas aéreas.
 - Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
 - No se accionará el mando del basculante hasta que el vehículo esté parado.
 - Después de descargar se accionará la palanca del basculante y se comprobará que la caja ha bajado y está en posición de transporte.
 - El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.
- En camión grúa
 - Los camiones estarán en perfecto estado de mantenimiento.
 - El acceso y circulación interna se efectuará por los lugares indicados, con mención especial al cumplimiento de las Normas de Circulación y a la señalización dispuesta.
 - En presencia de líneas eléctricas aéreas, mantendrán las distancias de seguridad.
 - Se situará siempre en terrenos seguros y estables.
 - Antes de iniciar las maniobras de descarga del material, además de haber instalado el freno de mano, se colocarán calzos de inmovilización de las ruedas.
 - El ascenso y descenso de las cajas de los camiones, se efectuará mediante escalerilla metálica.
 - Los gatos estabilizadores se apoyarán sobre terreno firme o sobre tablones de 9 cm de espesor para utilizarlos como elementos de reparto.
 - Se prohíbe sobrepasar la carga máxima admitida por el fabricante de la grúa, en función de la longitud en servicio del brazo.
 - Se prohíbe permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la grúa.
 - El gancho llevará pestillo de seguridad.
 - Revisión al menos trimestral de la grúa y sus elementos auxiliares.
- Camión hormigonera
 - No se parará en recodos o curvas de poca visibilidad.
 - Probará los frenos después de limpiarlo o de circular por zonas mojadas.
 - No circulará con la canaleta suelta.
 - Maniobrará lentamente mientras descarga el hormigón de los tajos.
 - No hará marcha atrás sin asegurarse que el camino está libre.
 - En caso de bascular hormigón en pendientes se asegurará el buen funcionamiento del freno de mano y se calzará adecuadamente el vehículo.
 - En caso de ausencia del conductor no se dejarán puestas las llaves.
 - Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
 - Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

- Mantenga la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos. Puede volcar la máquina y sufrir lesiones.
- Evite pasar el brazo de la grúa, con carga o sin ella sobre el personal, puede producir accidentes.
- No dé marcha atrás sin ayuda de un señalista. Tras la máquina puede haber operarios y objetos que usted desconoce al iniciar la maniobra.
- Suba y baje de la cabina y plataformas por los lugares previstos para ello.
- No salte nunca directamente al suelo desde la máquina si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Si entra en contacto con una línea eléctrica, pida auxilio con la bocina y espere recibir instrucciones. No intente abandonar la cabina, aunque el contacto eléctrico haya cesado, podría sufrir lesiones. Sobre todo, no permita que nadie la toque, la grúa autopropulsada, puede estar cargada de electricidad
- No haga por sí mismo maniobras en espacios angostos. Pida la ayuda de un señalista y evitará accidentes.
- Antes de cruzar un “puente provisional de obra”, cerciórese de que tiene la resistencia necesaria para soportar el peso de la máquina.
- Asegure la inmovilidad del brazo de la grúa antes de iniciar ningún desplazamiento. Póngalo en la posición de viaje y evitará accidentes por movimientos descontrolados.
- No permita que nadie se encarama sobre la carga. No consienta que nadie se cuelgue del gancho. Es muy peligroso.
- Limpie sus zapatos del barro o de la grava que pudieran tener antes de subir a la cabina. Si se resbalan los pedales durante una maniobra o marcha, puede provocar accidentes.
- No realice nunca arrastres de cargas o tirones sesgados. La grúa puede volcar y, en el mejor de los casos, las presiones y esfuerzos realizados pueden dañar los sistemas hidráulicos del brazo.
- ☑Mantenga a la vista la carga. Si debe mirar hacia otro lado, pare las maniobras.
- ☑No intente sobrepasar la carga máxima autorizada para ser izada. Los sobreesfuerzos pueden dañar la grúa y sufrir accidentes.
- ☑Levante una sola carga cada vez. La carga de varios objetos distintos puede resultar problemática y difícil de gobernar.
- Asegúrese de que la máquina está estabilizada antes de levantar cargas. Ponga en servicio los gatos estabilizadores totalmente extendidos, es la posición más segura.
- No abandone la máquina con una carga suspendida, no es seguro.
- No permita que haya operarios bajo cargas suspendidas. Pueden sufrir accidentes.
- Antes de izar una carga, compruebe en la tabla de la cabina la distancia de extensión máxima del brazo. No sobrepase el límite marcado en la tabla.
- Respete siempre las tablas, rótulos y señales adheridas a la máquina y haga que las respeten el resto del personal.
- Antes de poner en servicio la máquina, compruebe todos los dispositivos de frenado.
- No permita que el resto del personal acceda a la cabina o maneje los mandos. Pueden provocar accidentes.

- No consienta que se utilicen aparejos, balancines, eslingas, o estribos defectuosos o dañados. No es seguro.
- Asegúrese de que todos los ganchos de los aparejos, balancines, eslingas o estribos posean el pestillo de seguridad que evite el desenganche fortuito. Evitará accidentes.
- Utilice siempre las prendas de protección que se le indiquen en la obra.

- Vibradores eléctricos.
 - Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya consistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, la que garantice una tensión máxima de 24 v.

- Vibradores neumáticos.
 - Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.

- En motoniveladora.
 - Se extremará el cuidado al circular por terrenos irregulares o sin consistencia.
 - El maquinista será siempre una persona cualificada y conocerá el tipo de trabajo a realizar, el método a emplear y la naturaleza y estado del terreno en el que se ha de mover.
 - Trabajaré siempre a velocidad adecuada.
 - Se utilizarán señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

- En grupos electrógenos.
 - El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
 - Al reponer combustible estará siempre parado y con las llaves de contacto retiradas.
 - Las carcasas protectoras estarán cerradas.
 - Las partes activas estarán aisladas.
 - Las mangueras estarán protegidas contra la humedad y la abrasión.
 - Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra cuya resistencia no será superior, de acuerdo con la sensibilidad del diferencial, a la que garantice una tensión máxima de 24 v.

- En compresores.
 - El transporte en suspensión se realizará mediante un eslingado a cuatro puntos.
 - El compresor quedará en estación con la lanza de arrastre en posición horizontal.
 - Las carcasas protectoras estarán cerradas.
 - Se protegerán del sol u otras fuentes de calor los recipientes de presión.
 - Las mangueras se protegerán contra golpes, paso de vehículos, etc.
 - Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
 - Las mangueras a utilizar estarán en perfectas condiciones de uso, desechándose las que se observen deterioradas o agrietadas.
 - Los mecanismos de conexión estarán recibidos mediante racores de presión.

- En martillos neumáticos.
 - Se revisarán diariamente las mangueras y los elementos de sujeción.
 - Los mangos y puños serán del tipo que absorban las vibraciones.

- Tendrán un diseño que los haga fácilmente manejables.
 - Estarán equipados con un atenuador de sonido bien interior o exteriormente.
 - No se desmontará la manguera del martillo sin haber cortado antes el aire.
 - Se comprobará el acoplamiento perfecto de los punteros, barrenas, etc., con el martillo.
 - Se trabajará siempre con los pies en un plano superior al de ataque con el puntero.
 - Para prevenir la proyección de partículas que puedan dañar al operario, deberá utilizar ropa de trabajo cerrada, gafas antiproyecciones y mandil, manguitos y polainas de cuero.
 - Para evitar las vibraciones utilizará cinturón antivibratorio y muñequeras.
 - Para evitar lesiones en los pies utilizará botas de seguridad, homologadas clase III para prevenir posibles daños pulmonares por el polvo se utilizará mascarillas con filtro mecánico recambiable.
 - Si el martillo está provisto de culata de apoyo en el suelo, se evitará apoyarse a horcajadas sobre ella, para recibir más vibraciones de las inevitables.
 - No se dejará el martillo hincado en el suelo, pared o roca, para evitar la dificultad de extraerlo después.
 - Antes de accionar el martillo se asegurará que está perfectamente amarrado el puntero.
 - Si el puntero está gastado o deteriorado se cambiará para evitar posibles accidentes.
 - Se vigilará que las mangueras de gases estén en perfecto estado.
 - Los operarios serán especialistas, para prevenir los riesgos de impericia.
 - Se prohíbe expresamente el uso de martillos en presencia de líneas eléctricas y/o gas enterradas a partir de ser encontradas las bandas de señalización.
- En mesa de sierra circular.
 - Será manejada por personal especializado y con instrucción de su uso que deberá estar autorizado para utilizarla.
 - El personal empleará pantallas o gafas para protegerse de posibles proyecciones a los ojos o a la cara.
 - El dispositivo de puesta en marcha debe estar situado al alcance del operario, pero de tal manera que resulte imposible ponerse en marcha accidentalmente.
 - La hoja de la sierra será de excelente calidad, y se colocará bien ajustada y prieta para que no se descentre ni se mueva durante el trabajo.
 - La hoja se protegerá por debajo, lateralmente con dos mamparas desmontables. Sobre la mesa, se protegerá la parte posterior con un cuchillo divisor y la parte anterior con un cobertor regulable.
 - En amasadora.
 - El cable de alimentación eléctrica tendrá el grado de aislamiento adecuado a intemperie y su conexionado perfectamente protegido. No estará prensado por la carcasa y estará la toma de tierra conectada a la misma.
 - Se conectarán a cuadro de conexiones con interruptor diferencial de 300 mA y toma de tierra adecuada.
 - La limpieza de las paletas de mezclado se realizará con la máquina parada.
 - Herramientas portátiles y manuales

Normas básicas de seguridad:

- Todas las herramientas estarán dotadas de doble aislamiento de seguridad.
- El personal que utilice estas herramientas ha de conocer las instrucciones de uso.
- Las herramientas serán revisadas periódicamente, de manera que se cumplan las instrucciones de conservación del fabricante.
- Estarán acopiadas en el almacén de obra, llevándolas al mismo una vez finalizado el trabajo, colocando las herramientas más pesadas en las baldas más próximas al suelo.
- No se usará una herramienta eléctrica sin enchufe, si hubiera necesidad de emplear mangueras de extensión, éstas se harán de la herramienta al enchufe y nunca a la inversa.
- Los trabajos con estas herramientas se realizarán siempre en posición estable.
- Las máquinas-herramientas eléctricas a utilizar en esta obra, estarán protegidas eléctricamente mediante doble aislamiento, o bien de toma de tierra asociada a un interruptor diferencial de alta sensibilidad (30 mA)
- Los motores eléctricos de las máquinas-herramientas estarán protegidos por la carcasa y resguardos propios de cada aparato, para evitar los riesgos de atrapamientos o de contacto con la energía eléctrica.
- Las transmisiones motrices por correas estarán siempre protegidas mediante bastidor que soporte una malla metálica, dispuesta de tal forma, que, permitiendo la observación de la correcta transmisión motriz, impida el atrapamiento de los operarios o de los objetos.
- Se prohíbe realizar reparaciones o manipulaciones en la maquinaria accionada por transmisiones por correas en marcha. Las reparaciones, ajustes, etc. se realizarán a motor parado, para evitar accidentes.
- El montaje y ajuste de transmisiones por correas se realizará mediante “montacorreas” (o dispositivos similares), nunca con destornilladores, las manos, etcétera, para evitar el riesgo de atrapamiento.
- Las transmisiones mediante engranajes accionados mecánicamente estarán protegidas mediante un bastidor soporte de un cerramiento a base de malla metálica, que, permitiendo la observación del buen funcionamiento de la transmisión, impida el atrapamiento de personas u objetos.
- La instalación de letreros con leyendas de “máquina averiada”, “máquina fuera de servicio”, etc., serán instalados y retirados por la misma persona.
- Las máquinas-herramientas con capacidad de corte, tendrán el disco protegido mediante una carcasa antiproyecciones.
- Las máquinas-herramientas a utilizar en lugares en los que existen productos inflamables o explosivos (disolventes inflamables, explosivos, combustible y similares), estarán protegidas mediante carcasas antideflagrantes.
- En ambientes húmedos la alimentación para las máquinas-herramientas no protegidas con doble aislamiento, se realizará mediante conexión a transformadores a 24 V.
- En prevención de los riesgos por inhalación de polvo ambiental, las máquinas-herramientas con producción de polvo se utilizarán en vía húmeda, para eliminar la formación de atmósferas nocivas.

- Las herramientas accionadas mediante compresor, se utilizarán a una distancia mínima del mismo de 10 m., (como norma general), para evitar el riesgo por alto nivel acústico.
- Las herramientas a utilizar en esta obra, accionadas mediante compresor estarán dotadas de camisas insonorizadas, para disminuir el nivel acústico.
- Se prohíbe en esta obra la utilización de herramientas accionadas mediante combustibles líquidos en lugares cerrados o con ventilación insuficiente, para prevenir el riesgo por trabajar en el interior de atmósferas tóxicas.
- Se prohíbe el uso de máquinas-herramientas al personal no autorizado para evitar accidentes por impericia.
- Se prohíbe dejar las herramientas eléctricas de corte (o taladro), abandonadas en el suelo, para evitar accidentes.
- Las conexiones eléctricas de todas las máquinas-herramienta a utilizar en esta obra mediante clemas, estarán siempre protegidas con su correspondiente carcasa anticontactos eléctricos.
- Siempre que sea posible, las mangueras de presión para accionamiento de máquinas-herramientas, se instalarán en forma aérea. Se señalarán mediante cuerda de banderolas, los lugares de cruce aéreo de las vías de circulación interna, para prevenir los riesgos de tropiezo (o corte del circuito de presión).

Normas de seguridad y salud en el uso de equipos auxiliares.

- Prevención de riesgos en andamios sobre borriquetas.
 - ☒ Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas, para evitar los riesgos de trabajar sobre superficies inclinadas.
 - ☒ Las plataformas de trabajo no sobresaldrán más de 40 cm por los laterales para evitar el riesgo de vuelco, y la separación de las borriquetas no será superior a 2,50 m.
 - ☒ Los andamios se formarán con un mínimo de dos borriquetas, prohibiéndose el uso de bidones, tablonés, etc.
 - ☒ Las plataformas tendrán un mínimo de 60 cm de anchura. Se limitarán con barandilla de 90 cm de altura, formada por listón superior, intermedio y rodapié de 20 cm.
- Prevención de riesgos en escaleras de mano.
 - No se podrán utilizar para salvar alturas de más de 6 m. Se deberán utilizar para mayores alturas, escaleras telescópicas.
 - En su extremo inferior llevarán zapatas antideslizantes.
 - Sobrepasarán en 0,90 m la altura a salvar, estando amarradas en su extremo superior a la estructura a la que dan acceso.
 - Se instalarán de tal modo, que su apoyo inferior diste de la proyección vertical del superior; $\frac{1}{4}$ de la longitud del larguero entre apoyos.
 - El acceso de los operarios se hará de uno en uno, y se efectuará frontalmente. No se podrán transportar pesos superiores a 25 kg.
 - Serán preferiblemente metálicas. En el caso de ser de madera, tendrán los largueros de una sola pieza, sin nudos o defectos, los peldaños estarán ensamblados y no clavados, y no estarán pintadas, si no que el barniz será transparente.

- Prevención de riesgos en cables, cadenas, eslingas y aparejos de izado
 - Se emplearán únicamente elementos de resistencia adecuada.
 - No se utilizarán los elementos de manutención haciéndolos formar ángulos agudos o sobre aristas vivas. En este sentido conviene:
 - Proteger las aristas con trapos, sacos o mejor con escuadras de protección.
 - Equipar con guardacabos los anillos terminales de los cables.
 - No utilizar cables ni cadenas anudados.
 - En la carga a elevar se elegirán los puntos de fijación que no permitan el deslizamiento de las eslingas, cuidando que estos puntos se encuentren convenientemente dispuestos en relación con el centro de gravedad del bulto.
 - La carga permanecerá en equilibrio estable, utilizando si es preciso, un pórtico para equilibrar las fuerzas de las eslingas.
 - Se observarán con detalle las siguientes medidas:
 - Cuando haya que mover una eslinga se aflojara lo suficiente para desplazarla.
 - No se desplazará una eslinga situándose debajo de la carga.
 - No se elevarán las cargas de forma brusca.

- Prevención del riesgo de incendio.
 - Se seguirán las siguientes medidas de seguridad:
 - Designación de un equipo especialmente formado para el manejo de los medios de extinción.
 - Cortar la corriente desde el cuadro general, para evitar cortacircuitos una vez acabada la jornada laboral.
 - Prohibir fumar en las zonas de trabajo donde haya un peligro evidente de incendio, a causa de los materiales que se manejen.
 - Prohibir el paso a personas ajenas a la empresa.

Normas de seguridad y salud en previsión de riesgos por servicios afectados.

NORMAS DE SEGURIDAD EN LA PROXIMIDAD DE LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS; CONDUCCIONES DE GAS, TELÉFONO Y AGUA

Líneas eléctricas subterráneas

Actuaciones previas:

- Informarse de la posible existencia de cables enterrados.
- Efectuar las gestiones oportunas para conseguir el correspondiente descargo de la línea.
- En el caso de que no sea posible el descargo, o existan dudas razonables sobre el corte de tensión efectuado por la Compañía (indefinición de comienzo o fin de descargo, ausencia de justificación documental sobre la forma de realización del descargo, etc.) se considerará a todos los efectos a la línea en tensión, por lo que, en el caso de que se deba trabajar ineludiblemente en el área afectada por la línea se deberán considerar dos procedimientos:

Procedimientos de operación:

- 1) Conocida perfectamente la línea (tensión, profundidad, trazado y sistema de protección).
 - Se podrá excavar mecánicamente hasta una distancia (proyecciones vertical y horizontal) de 0,50 m., debiendo continuarse la aproximación manualmente hasta acceder a la protección (fábrica de ladrillo, tubo, etc.) o hasta la cubierta aislante en caso de cubrición con arena o tierras.
 - El procedimiento de trabajo desde que se inicie la excavación, pasando por los apeos correspondientes, cambio de emplazamiento (si procede), y posterior protección, se efectuará de conformidad con la compañía suministradora de fluido eléctrico.
 - Estos trabajos de comienzo a fin deberán estar supervisados “in situ” por un responsable de los mismos.
 - Las protecciones personales obligatorias, específicas del riesgo, consistirán en guantes dieléctricos adecuados a la tensión de la línea, protegidos con guantes de trabajo de cuero. Igualmente será obligatorio el casco con barbuquejo, protección ocular y calzado de seguridad clase III (aislante).
 - El responsable de los trabajos no permitirá el inicio de estos mientras no compruebe que el procedimiento de trabajo tiene el visto bueno de la compañía eléctrica y que el personal utilice las protecciones personales obligatorias.
 - En cualquier caso, es preceptiva la realización de calicatas por lo menos en dos puntos del trazado, para confirmar la exactitud de la línea, antes del inicio de los trabajos.

- 2) Conocida la existencia de una línea, pero no su trazado, profundidad o sistema de protección mecánica.
 - Solicitar de la Compañía que mediante un detector de campo nos defina las coordenadas del trazado de la línea en la zona a operar.
 - Si ofrecen garantías sobre la exactitud de las mediciones, se operará de acuerdo con el apartado 1º, pero solicitando la supervisión por persona cualificada perteneciente a la compañía eléctrica.
 - Si no ofrece garantías la medición, o no la realiza la compañía eléctrica, se efectuará el correspondiente escrito a la Propiedad de la obra poniéndola en antecedentes del caso, así como el no inicio del trabajo en la posible zona afectada, dado su extrema peligrosidad, al objeto que efectúe las diligencias necesarias para el correspondiente descargo, o en su caso, la realización de los trabajos por la compañía eléctrica o por otra, con la correspondiente especialización en trabajos en tensión.

Conducciones de gas.

Se procederá a localizar la tubería mediante un detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Cuando se trabaje próximo a estas conducciones o cuando sea necesario descubrir éstas, se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Se instalarán las señales precisas para indicar el acceso a la obra, circulación en la zona que ocupan los trabajadores y los puntos de posible peligro, debido a la marcha de aquéllos, tanto en dicha zona como en sus límites e inmediaciones.
- Queda enteramente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.

- Queda enteramente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.
- Está prohibido la utilización, por parte del personal, de calzado que lleve herrajes metálicos, a fin de evitar la posible formación de chispas al entrar en contacto con elementos metálicos.
- No se podrá almacenar material sobre dicha conducción.
- En los lugares donde exista riesgo de caída de objetos o materiales, se pondrán carteles advirtiendo de tal peligro, además de la protección correspondiente.
- Queda prohibido utilizar las tuberías, válvulas, etc., como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- Para colocar o quitar bombillas de los portalámparas, es obligatorio desconectar previamente el circuito eléctrico.
- Todas las máquinas utilizadas que funcionen eléctricamente dispondrán de una correcta conexión a tierra.
- Los cables o mangueras de alimentación eléctrica utilizados en estos trabajos estarán perfectamente aislados y se procurará que en sus tiradas no haya empalmes.
- Si hubiera que emplear grupos electrógenos o compresores, se situarán tan lejos como sea posible de la instalación en servicio, equipando los escapes con rejillas cortafuegos.
- En caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la compañía instaladora.

Conducciones de teléfono

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado y profundidad de la conducción. Una vez localizada la tubería, se procederá a señalizarla, marcando con piquetas su dirección y profundidad. Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la tubería, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente, para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular válvulas o cualquier otro elemento de la conducción en servicio, si no es con la autorización de la compañía instaladora.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar las conducciones como puntos de apoyo para suspender o levantar cargas.
- En caso de rotura o fuga en la canalización, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora y paralizar los trabajos hasta que la conducción haya sido reparada.

Conducciones de agua

Se solicitará los planos de las conducciones, a fin de poder conocer exactamente el trazado de la conducción.

Se prestará interés especial en los siguientes puntos:

- Es aconsejable no realizar excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0,50 m de la conducción en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.
- Una vez descubierta la conducción, y en el caso de que la profundidad de la excavación sea superior a la situación de la conducción, se suspenderá o apuntalará a fin de que no se rompa por flexión en tramos de excesiva longitud y se protegerá y señalizará convenientemente para evitar que sea dañada por maquinaria, herramientas, etc.
- Está totalmente prohibido manipular cualquier elemento de la conducción en servicio.
- No almacenar ningún tipo de material sobre la conducción.
- Está prohibido utilizar la conducción como punto de apoyo.
- En caso de rotura de la conducción, deberá comunicarse inmediatamente a la compañía instaladora para su posterior reparación.

Normas de seguridad y salud en accesos y señalización

Accesos

- Antes de vallar la obra, se establecerán accesos cómodos y seguros, tanto para personas como para vehículos y maquinaria. Si es posible, se separarán los accesos de personal de los de vehículos y maquinaria.
- Si no es posible lo anterior, se separará por medio de barandilla la calzada de circulación de vehículos y la de personal, señalizándose debidamente.
- Se procederá al cerramiento perimetral de la obra, de manera que se impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma.
- Las rampas para el movimiento de camiones no tendrán pendientes superiores al 12% en los tramos rectos y el 8% en las curvas.
- El ancho mínimo será de 4,5 metros en los tramos rectos y sobre ancho adecuado en las curvas.
- Se colocarán las siguientes señales:
 - Al comienzo de la rampa señal de “subida con pendiente”.
 - A la salida de la rampa señal de “stop”.
 - A la entrada de la rampa señales de “limitación de velocidad a 20 km/h”, “bajada con pendiente” y “entrada prohibida a peatones”.
- Asimismo, se señalizarán adecuadamente los dos laterales de la rampa estableciendo límites seguros para evitar vuelcos o desplazamientos de camiones o maquinaria.

Señalización

- De forma general, deberá atenderse la siguiente señalización en esta obra, si bien se utilizará la adecuada en función de las situaciones no previstas que surjan.
- Se instalará un cartel en la oficina de obra con los teléfonos de interés más importantes utilizables en caso de accidente o incidente en el recinto de obra. El referido cartel debe estar en sitio visible, para poder hacer uso de los teléfonos, si fuera necesario, en el menor tiempo posible.
- En la/s entrada/s de personal a la obra, se instalarán las siguientes señales:
 - Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra.
 - Utilización obligatoria del casco.

- En los cuadros eléctricos general y auxiliares de obra, se instalarán las señales de riesgo eléctrico.
- En las zonas donde exista peligro de caída de altura se utilizarán las señales de peligro de caídas a distinto nivel y utilización obligatoria del cinturón de seguridad.
- Deberá utilizarse la cinta balizadora para advertir de la señal de peligro en aquellas zonas donde exista riesgo (zanjas, vaciados, forjados, etc.) hasta instalar la protección efectiva perimetral y colocarse la señal de riesgo de caída a distinto nivel.
- En las zonas donde exista peligro de incendio por almacenamiento de material combustible, se instalará señal de prohibido fumar.
- En la zona de ubicación del botiquín de primeros auxilios, se instalará la señal correspondiente para ser localizado visualmente.
- En las zonas donde se coloquen extintores se pondrán las correspondientes señales para su fácil localización.

Asimismo, se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando los cerramientos necesarios. Para ello se limitará físicamente todo el perímetro de las obras mediante una valla de cerramiento.

La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente verticales y en consonancia con su mensaje.
- Banda de acotamiento destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, así como a la limitación e indicación de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento, perfil cilíndrico y hueco de plástico rígido, color butano de 100 cm de longitud, con una hendidura en la parte superior del poste para recibir la banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.
- Valla plástica tipo masnet de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas, y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

Todos los desvíos, itinerarios alternativos, estrechamientos de calzada, etc. que se puedan producir durante el transcurso de la obra, se señalizarán según la Norma de Carreteras 8.3-IC del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo de 31 de agosto de 1987.

Las señales serán de los tipos:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señales manuales.
- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

5.2- Instalaciones de Salud y Bienestar

Todas las instalaciones de la obra, se mantendrán limpias, por lo que se organizará un servicio de limpieza para que diariamente sean barridas y fregadas con los medios necesarios para tal fin.

En esta obra se cumplirán las siguientes normas:

- Comedor
 - 1 Calientacomidas por cada 30 operarios.
 - 1 Grifo en la pileta por cada 10 operarios.

- Aseos
 - 1 Inodoro por cada 25 operarios.
 - 1 Ducha por cada 10 operarios.
 - 1 Lavabo por cada 10 operarios.
 - 1 Espejo (40 x 50) por cada 25 operarios.
 - 1 Calentadoragua.
 - Jabón, portarrollos, papel higiénico, etc.

- Vestuarios
 - Bancos, perchas.
 - 1 Taquilla por trabajador

5.3- Organización de la Seguridad y Salud en la obra

Órganos de seguridad en obra

Vigilante de seguridad

La empresa constructora estará obligada a nombrar un vigilante de seguridad que será el encargado general de la obra. Deberá comunicarse su nombre a la Dirección Facultativa de las obras previamente al comienzo de las mismas

El nombramiento del vigilante de seguridad estará permanentemente expuesto en lugar visible.

Su misión es la de hacer eficaces los medios de seguridad, previendo las necesidades con antelación, haciendo cumplir el programa establecido en este Plan y en sus posibles actualizaciones.

Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá un Comité de Seguridad y Salud que será el órgano de seguimiento de las condiciones de seguridad de la obra, de forma permanente.

El Comité estará formado por:

- Presidente; el jefe de obra.
- Vigilante de Seguridad: encargado general.
- Secretario: administrativo de obra.
- Vocales: un representante de nuestro personal y un representante de los trabajadores de cada subcontrata.



El Comité se reunirá mensualmente redactando un acta de la reunión que firmarán todos los asistentes y se presentará a la Dirección Provincial de Trabajo recabando el correspondiente acuse de recibo. La fotocopia de esta acta se fijará en el Tablero de Seguridad y Salud.

Se guardará fotocopia de todos los documentos que se generen relacionados a Vigilante y Comité en una carpeta-archivador de Seguridad y Salud.

Formación e Información de Riesgos.

Todo el personal deberá recibir, al ingresar en la obra, una exposición de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran comportar, juntamente con las medidas de seguridad que tendrá que emplear.

Escogiendo al personal más cualificado, se impartirán cursillos de socorrismo y primeros auxilios de manera que todos los tajos dispongan de algún socorrista.

Normas de Seguridad para todos los trabajadores

Todos los trabajadores saldrán del vestuario con la ropa de trabajo, el casco y las otras prendas de protección que su puesto de trabajo exija.

Se considera falta grave la no utilización de estos equipos.

Accederán a los puntos de trabajo por los itinerarios establecidos y utilizarán los pasos, torretas, escaleras, etc., instalados con esta finalidad.

No utilizarán las grúas dumpers, retros, etc., como medio de acceso al puesto de trabajo.

No se situarán en el radio de acción de maquinaria en movimiento.

No permanecerán bajo cargas suspendidas.

No trabajarán en niveles superpuestos.

No manipularán cuadros o líneas eléctricas. Si se produjese alguna avería, avisarán al encargado o al personal de mantenimiento correspondiente.

Cumplirán las instrucciones que reciban de los encargados, capataces, y vigilantes de seguridad.

No consumirán bebidas alcohólicas durante las horas de trabajo.

Notificación e Investigación de Accidentes.

Todos los accidentes que se produzcan deberán ser notificados e investigados para evaluar su gravedad potencial y adoptar las medidas correctoras necesarias para evitar su repetición.

Seguimiento y control

Habrán reuniones periódicas del Comité de Seguridad y Salud en las que se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

1. Instalaciones médicas

El botiquín se revisará mensualmente y se repondrá el material consumido.



2. Protecciones personales.

Se comprobará la existencia, uso y estado de las protecciones personales las cuales tendrán fijadas un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda, se repondrá ésta independientemente de su duración prevista o fecha de entrega.

La entrega de las prendas de protección personal se controlará mediante unas fichas personales de entrega de material, controlando a su vez las reposiciones efectuadas. Se adjunta modelo de justificante de entrega de Equipos de Protección Individual.

3. Protecciones colectivas

Al igual que las protecciones personales, cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido de un determinado equipo, se repondrá éste, independientemente de la duración prevista.

4. Instalación del personal.

Para la limpieza y la conservación de estos locales, se dispondrá de un trabajador con la dedicación necesaria



TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 19.36MWp EN TORDESILLAS
(VALLADOLID) CON PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE MEDIA TENSIÓN – 45kV

FDO. ALFONSO HIGUERA DEL SOTO
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

VALLADOLID, 8 DE JULIO DEL 2021



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 2: PLANOS

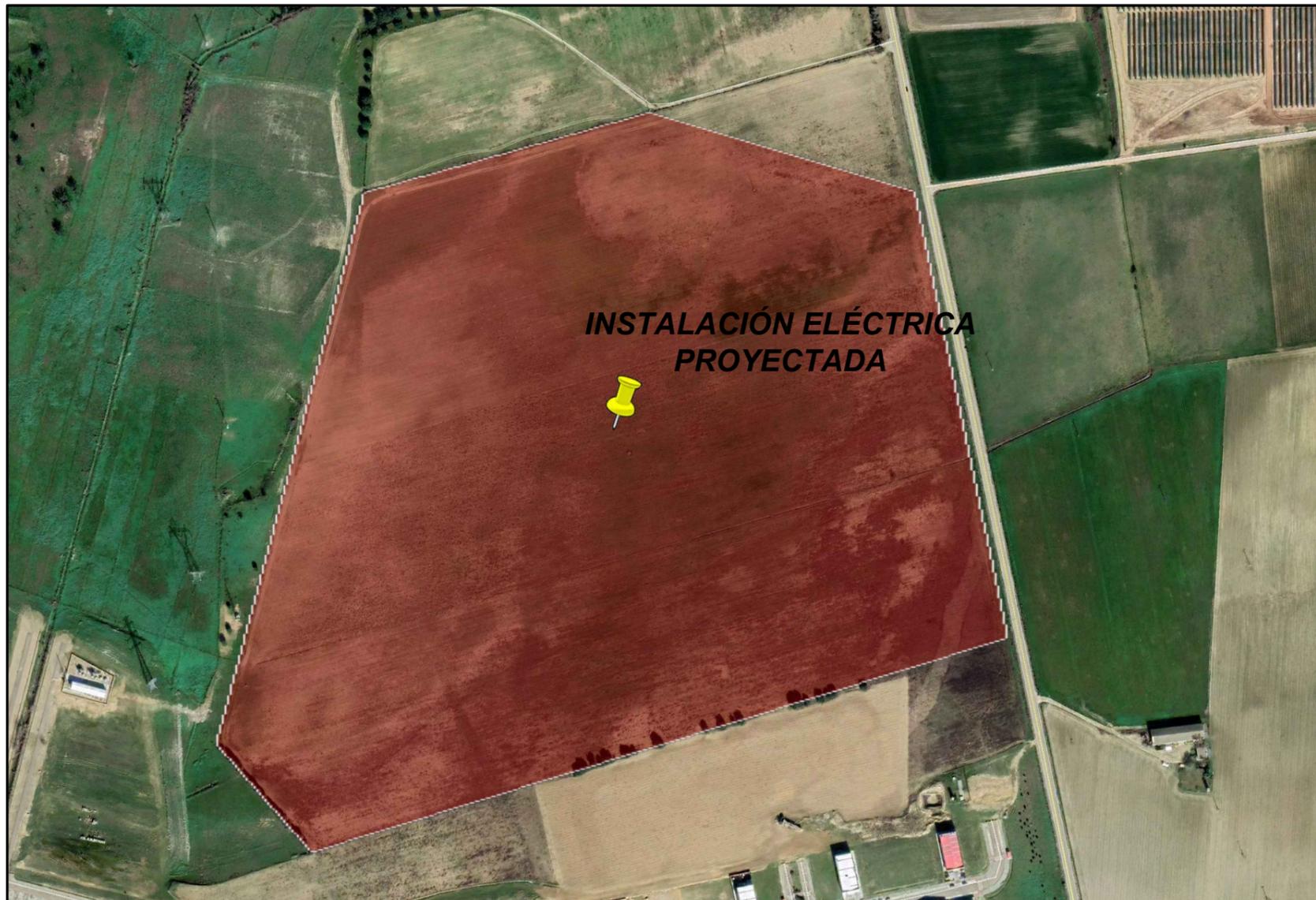


Universidad de Valladolid



ÍNDICE DE PLANOS

- 2.1- Plano de situación
- 2.2- Plano general con vista del terreno
- 2.3- Plano general
- 2.4- Plano distribución elementos principales
- 2.5- Plano de corriente continua
- 2.6- Plano de corriente alterna
- 2.7- Plano general de puesta a tierra
- 2.8- Plano detalle estructura
- 2.9- Plano de zanjas
- 2.10- Esquema unifilar CdT 5000MVA
- 2.11- Esquema unifilar Centro de unión y seccionamiento a entronque
- 2.12- Esquema unifilar servicios auxiliares



**INSTALACIÓN ELÉCTRICA
PROYECTADA**



 **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO: **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

PLANO: **PLANO DE SITUACIÓN**

TRABAJO FIN DE GRADO

FECHA:
25/02/2020

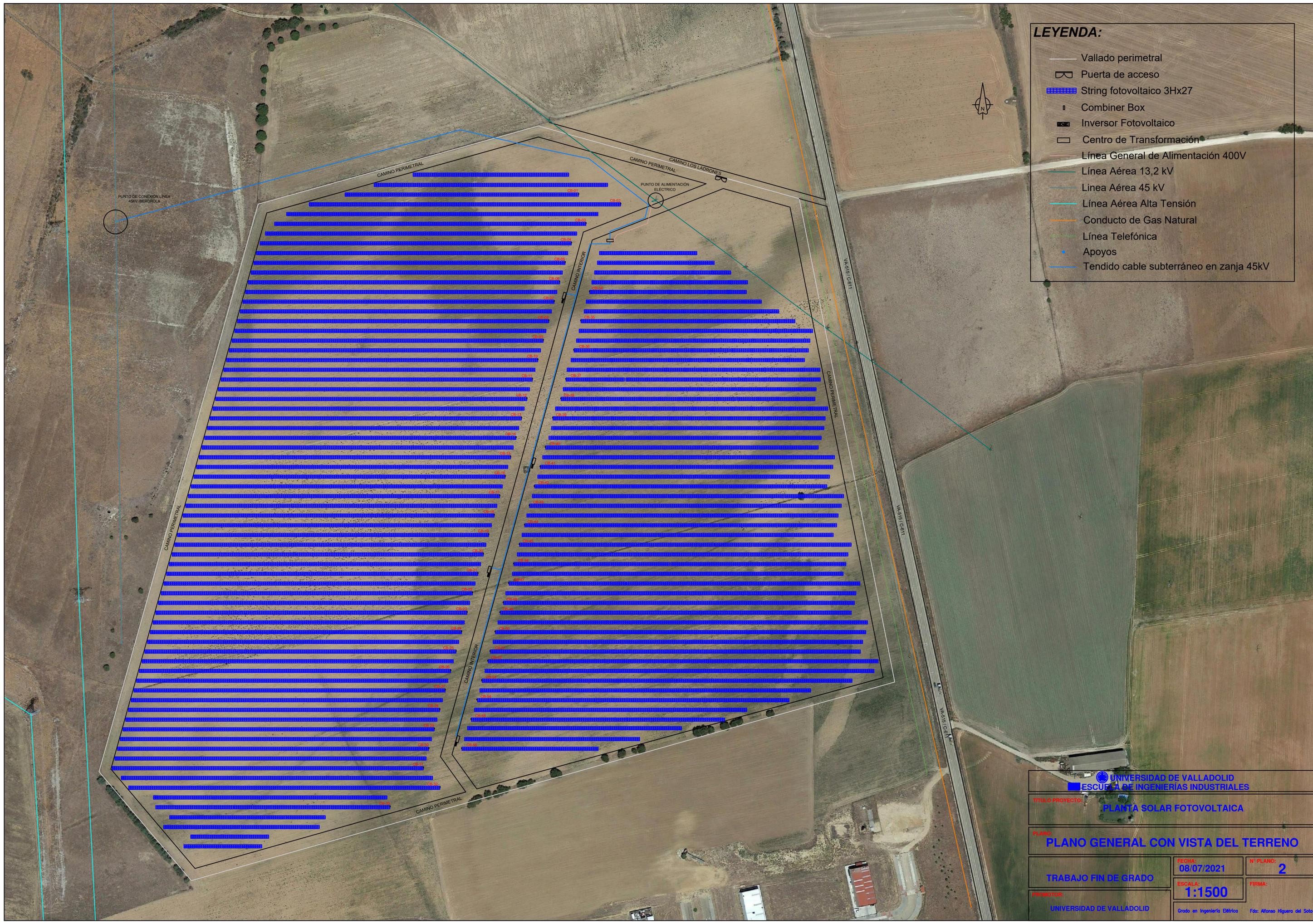
Nº PLANO:
1

PROMOTOR:
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCALA:
S.E

FIRMA:

Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto



LEYENDA:

- Vallado perimetral
- ⌋ Puerta de acceso
- ▬ String fotovoltaico 3Hx27
- Combiner Box
- ☐ Inversor Fotovoltaico
- ☐ Centro de Transformación
- Línea General de Alimentación 400V
- Línea Aérea 13,2 kV
- Línea Aérea 45 kV
- Línea Aérea Alta Tensión
- Conducto de Gas Natural
- Línea Telefónica
- Apoyos
- Tendido cable subterráneo en zanja 45kV

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TÍTULO PROYECTO: **PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA**

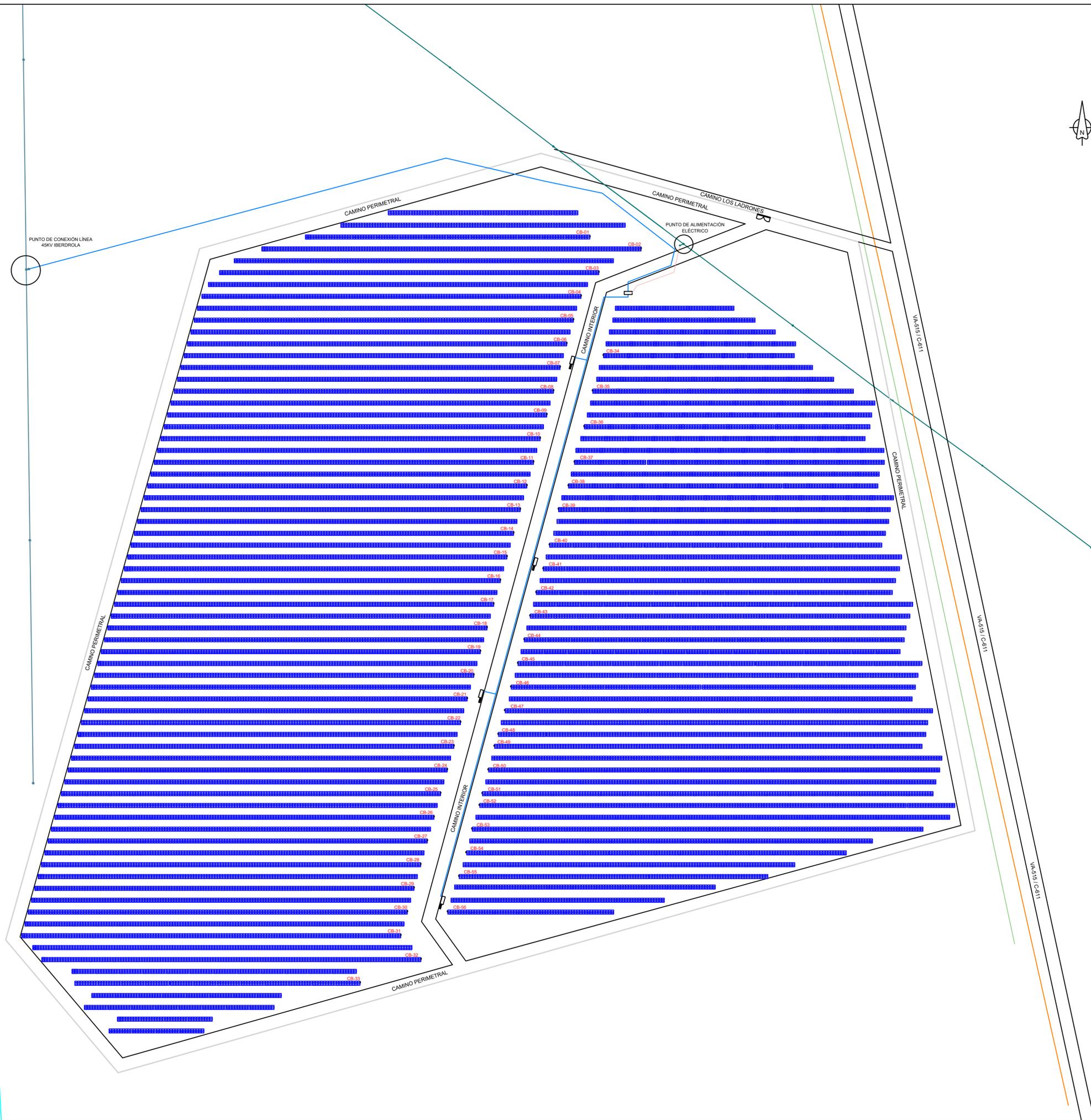
PLANO: **PLANO GENERAL CON VISTA DEL TERRENO**

FECHA:	08/07/2021	Nº PLANO:	2
ESCALA:	1:1500	FIRMA:	

PROMOTOR: **UNIVERSIDAD DE VALLADOLID**
Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto

LEYENDA:

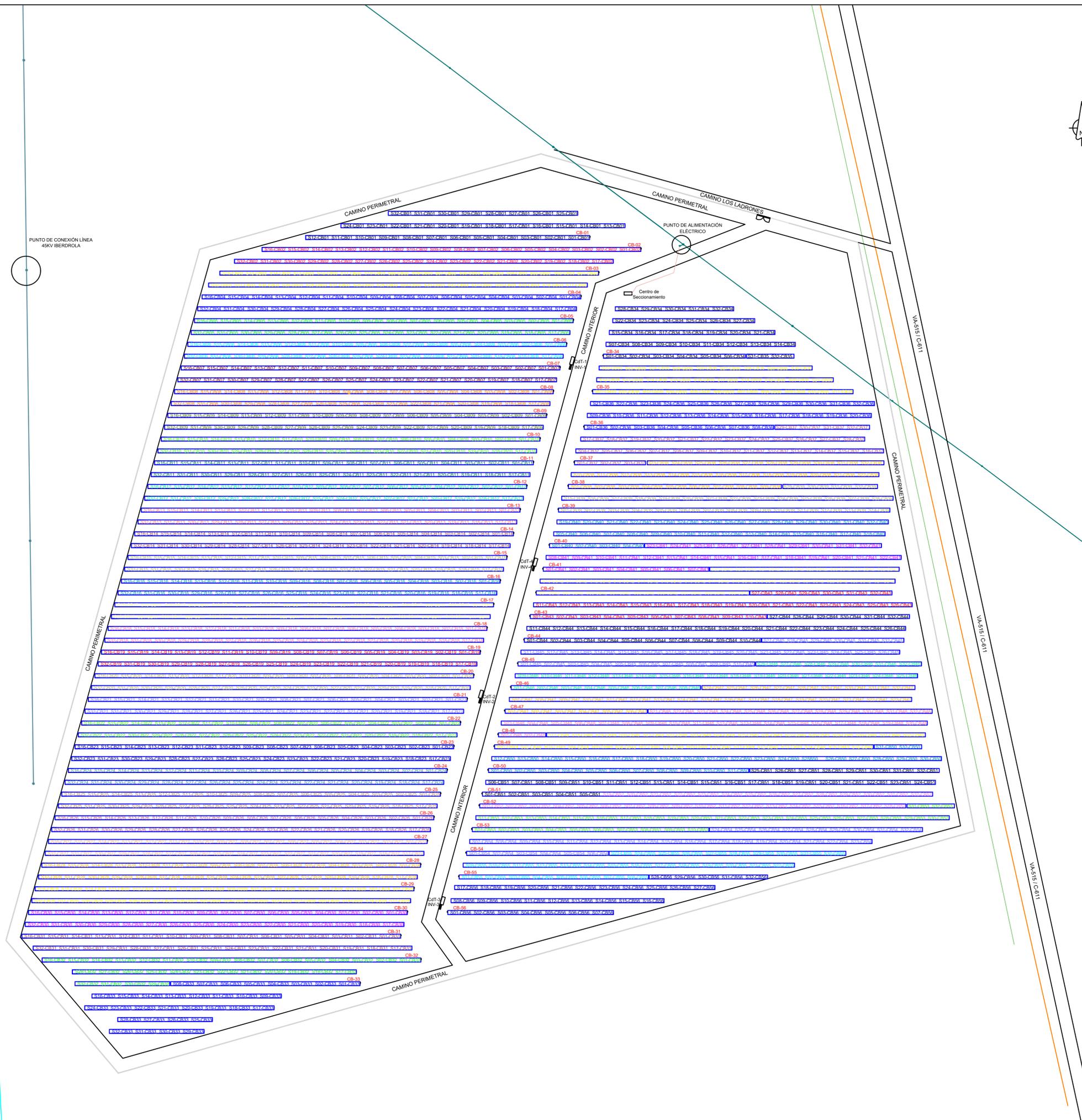
- Vallado perimetral
- ☒ Puerta de acceso
- ▬▬▬ String fotovoltaico 3Hx27
- Combiner Box
- ☐ Inversor Fotovoltaico
- ☐ Centro de Transformación
- Línea General de Alimentación 400V
- Línea Aérea 13,2 kV
- Línea Aérea 45 kV
- Línea Aérea Alta Tensión
- Conducto de Gas Natural
- Línea Telefónica
- Apoyos
- Tendido cable subterráneo en zanja 45kV



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: PLANO GENERAL		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	N° PLANO: 3
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: 1:1500	FIRMA:
	Grado en Ingeniería Eléctrica	Fdo: Alfonso Higuera del Soto

LEYENDA:

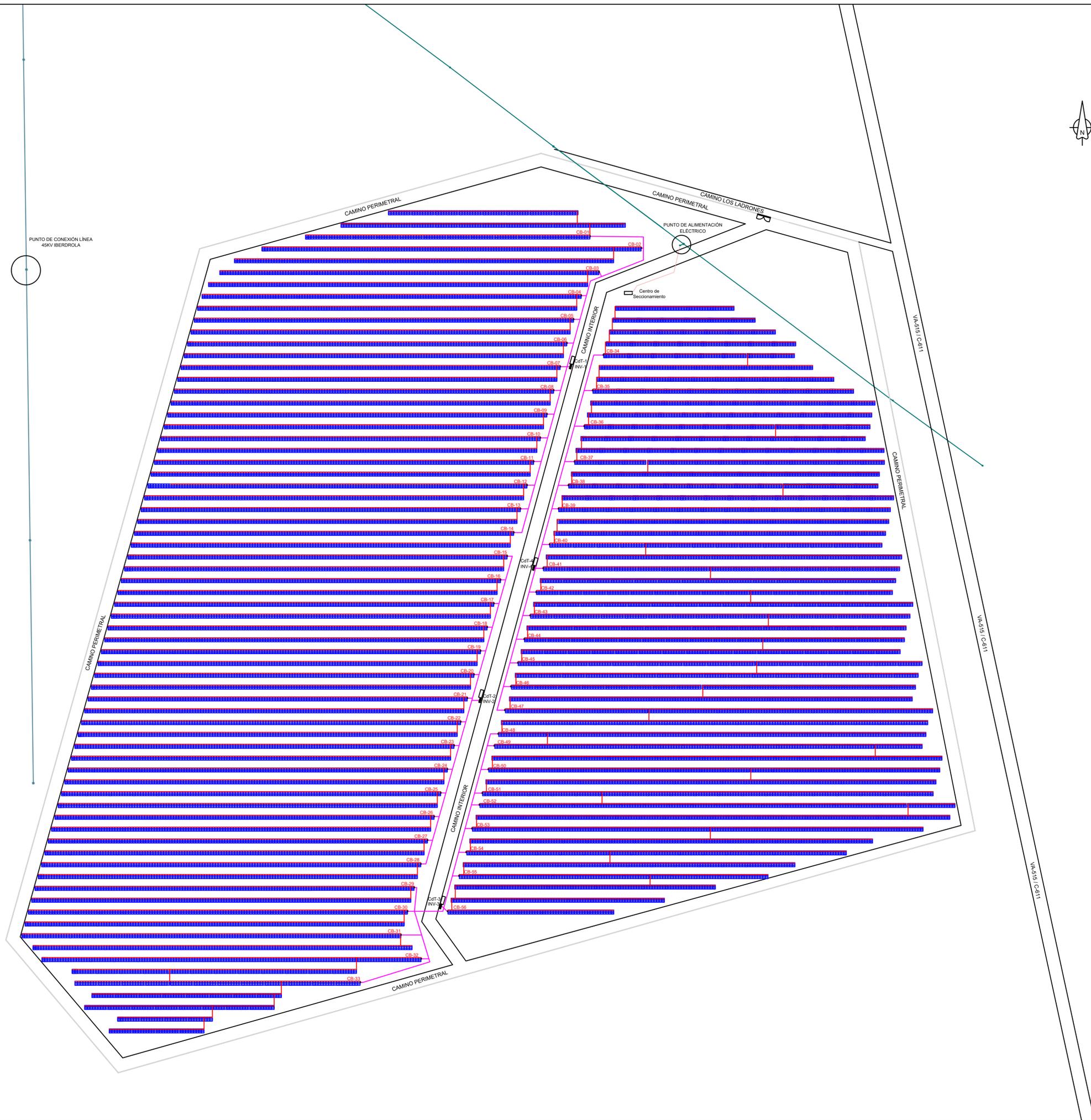
- Vallado perimetral
- ☒ Puerta de acceso
- ▬ String fotovoltaico 3Hx27
- ▣ Combiner Box
- ☐ Inversor Fotovoltaico
- ☐ Centro de Transformación
- Línea General de Alimentación 400V
- Línea Aérea 13,2 kV
- Línea Aérea 45 kV
- Línea Aérea Alta Tensión
- Conducto de Gas Natural
- Línea Telefónica
- Apoyos



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: PLANO DISTRIBUCIÓN ELEMENTOS PRINCIPALES		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 4
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: 1:1500	FIRMA: Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto

LEYENDA:

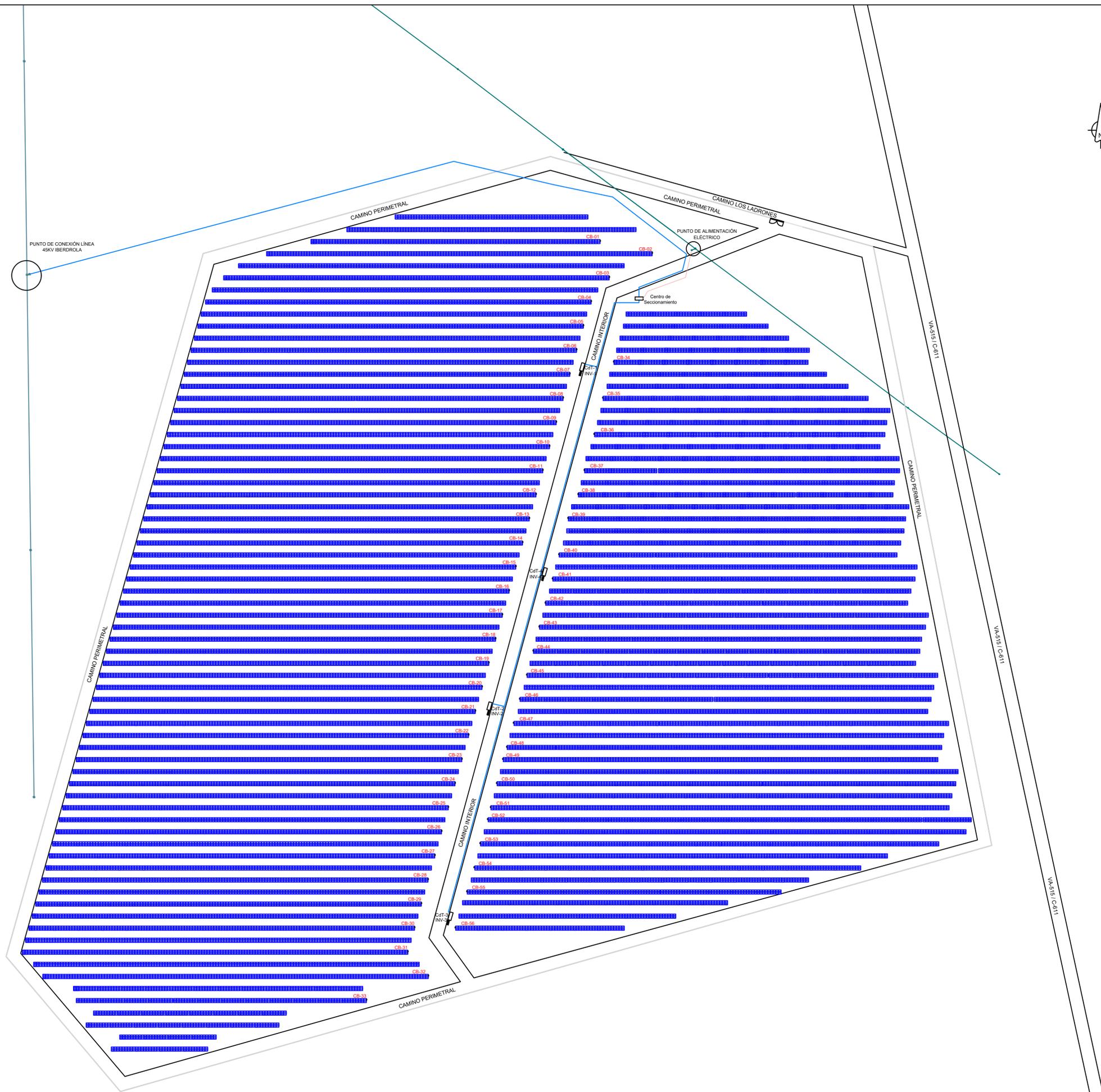
- Vallado perimetral
- ⌋ Puerta de acceso
- ▒ String fotovoltaico 3Hx27
- ▣ Combiner Box
- ⊞ Inversor Fotovoltaico
- Centro de Transformación
- Línea Aérea 45 kV
- Tendido cable subterráneo DC - Tramo 1
- Tendido cable subterráneo DC - Tramo 2
- Línea Aérea 13,2 kV
- Línea General de Alimentación 400V



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: PLANO DE CORRIENTE CONTINUA		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	N° PLANO: 5
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: 1:1500	FIRMA: Fdo: Alfonso Higuera del Soto

LEYENDA:

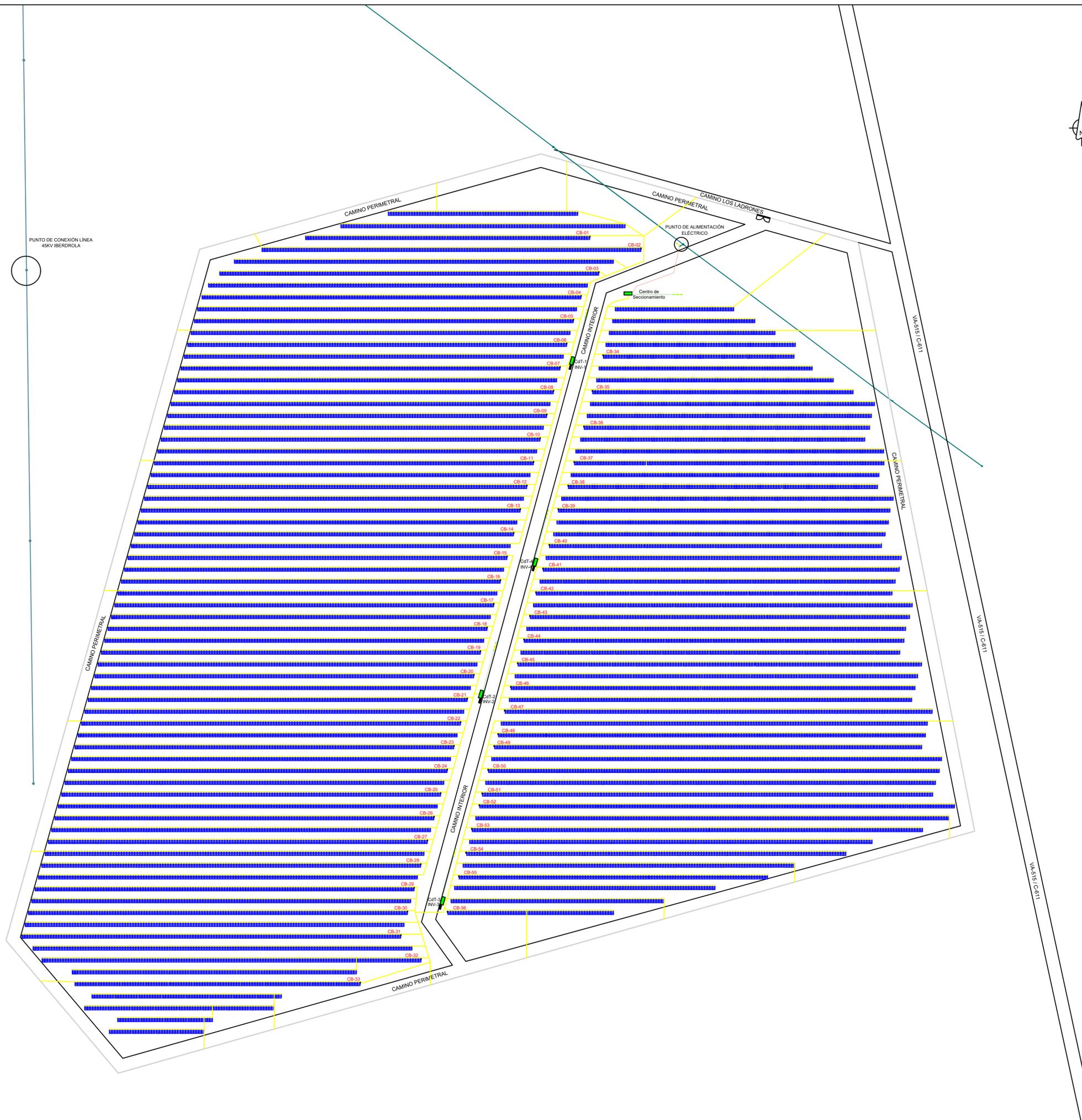
- Vallado perimetral
- ☒ Puerta de acceso
- ▬ String fotovoltaico 3Hx27
- ▣ Combiner Box
- ☐ Inversor Fotovoltaico
- ☐ Centro de Transformación
- Línea Aérea 45 kV
- Tendido cable subterráneo en zanja 45kV
- Línea General de Alimentación 400V
- Línea Aérea 13,2 kV
- Apoyos



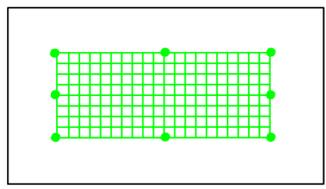
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: PLANO DE CORRIENTE ALTERNA		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 6
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: 1:1500	FIRMA: Fdo: Alfonso Higuera del Soto

LEYENDA:

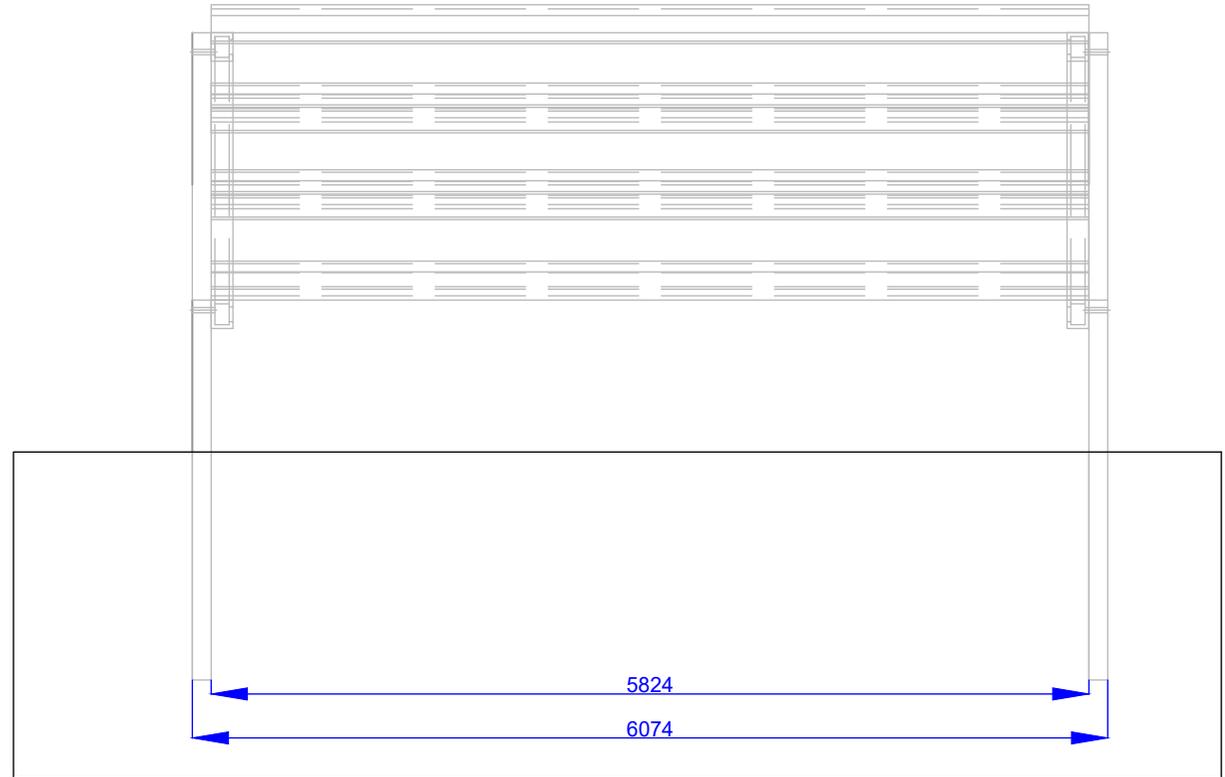
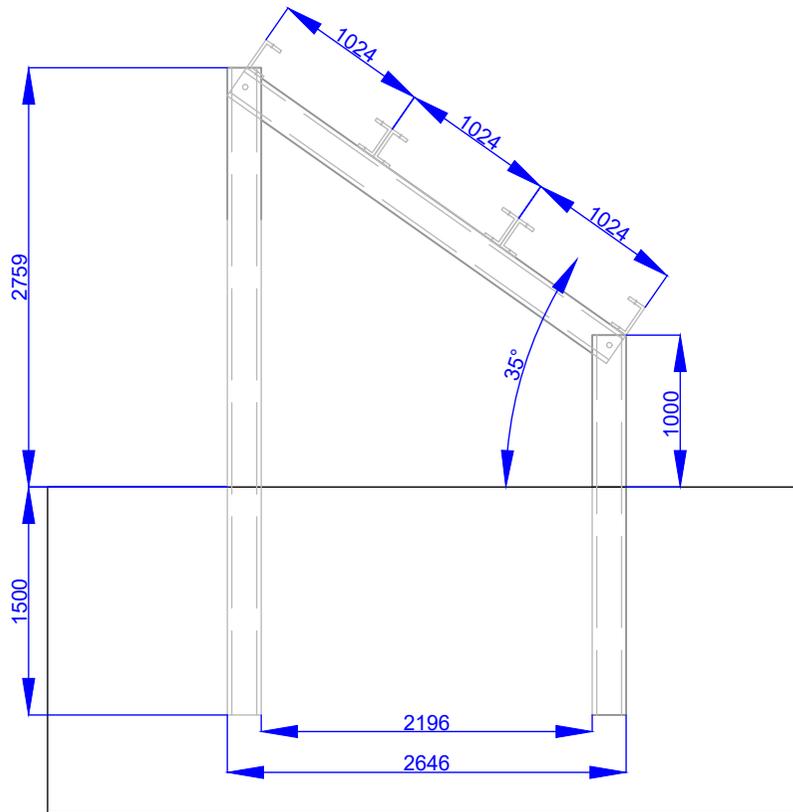
- Vallado perimetral
- ⌋ Puerta de acceso
- ▬ String fotovoltaico 3Hx27
- Combiner Box
- ⊞ Inversor Fotovoltaico
- Centro de Transformación
- Mallazo Electrosoldado
- Conductor desnudo - Cu
- Conductor Aislado - Cu
- Picas



Detalle mallazo en los centros de transformación
Escala: 1:100



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: PLANO GENERAL DE PUESTA A TIERRA		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 7
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: 1:1500	FIRMA: Fdo: Alfonso Higuera del Soto



ANÁLISIS ESTRUCTURAL:

- Normativa aplicada: Eurocódigo como Standard.

ESPECIFICACIONES MECÁNICAS:

- Velocidad máx. viento: Standard 140 km/h
 - Materiales de Estructura: Acero galvanizado
 - Tornillería: Acero de calidad 10.9 y 8.8 con Zinc-Niquel
 - Fijación de los módulos: Unión atornillada

CIMENTOS:

- Hinca directa en terrenos cohesivos de consistencia media-firme

NOTA: TODOS LOS VALORES DE LAS COTAS SE ENCUENTRAN EN MM

TITULO PROYECTO:

PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

PLANO:

DETALLE ESTRUCTURA SOLAR

TRABAJO FIN DE GRADO

PROMOTOR:

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

FECHA:

08/07/2021

Nº PLANO:

8

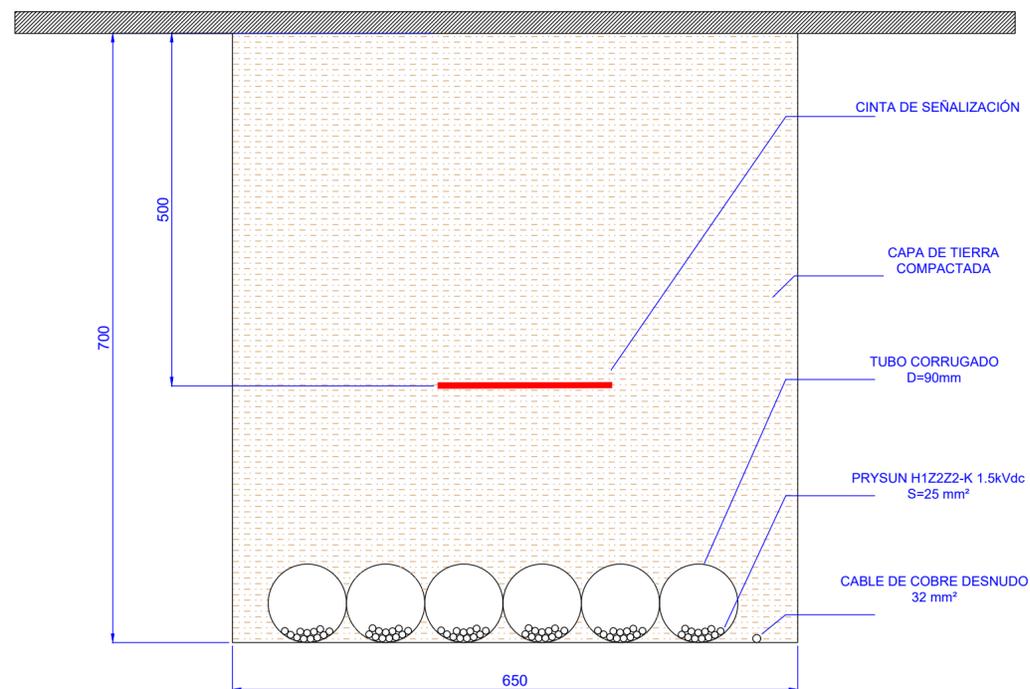
ESCALA:

SE

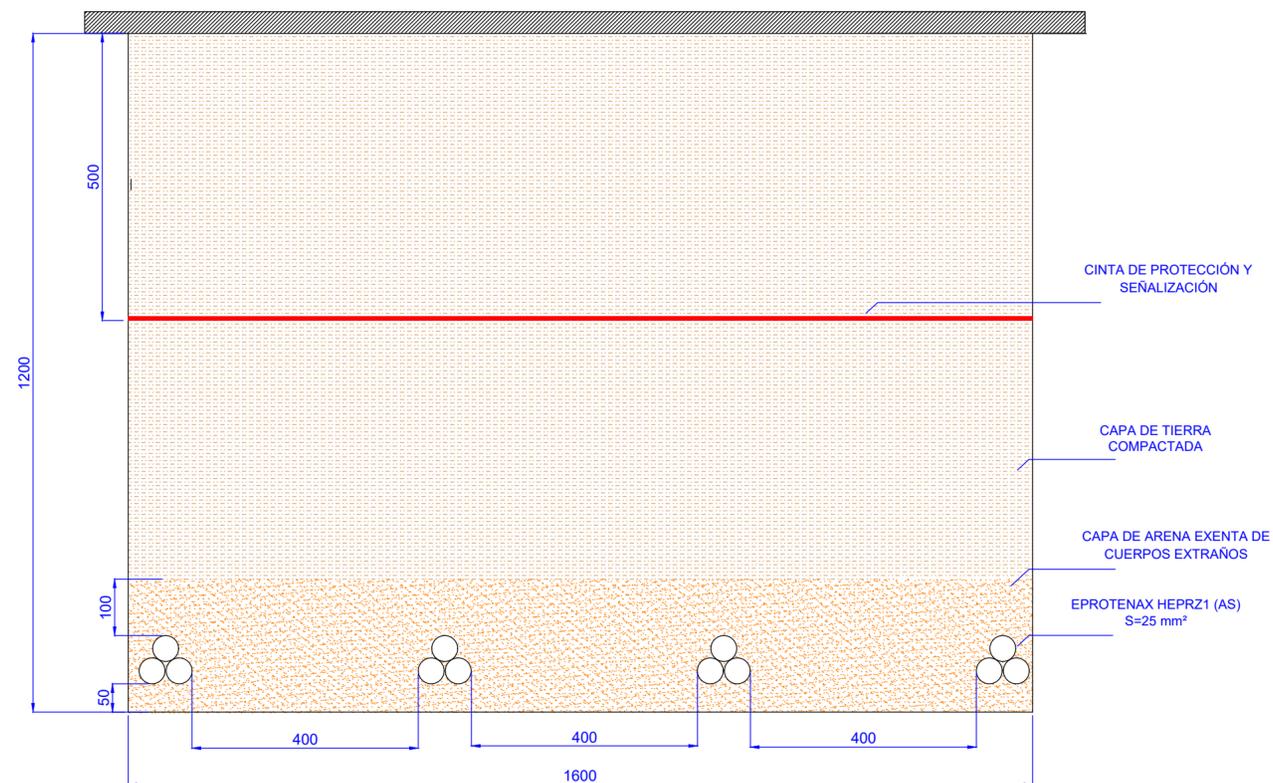
FIRMA:

Fdo: Alfonso Higuera del Soto
 Grado en Ingeniería Eléctrica

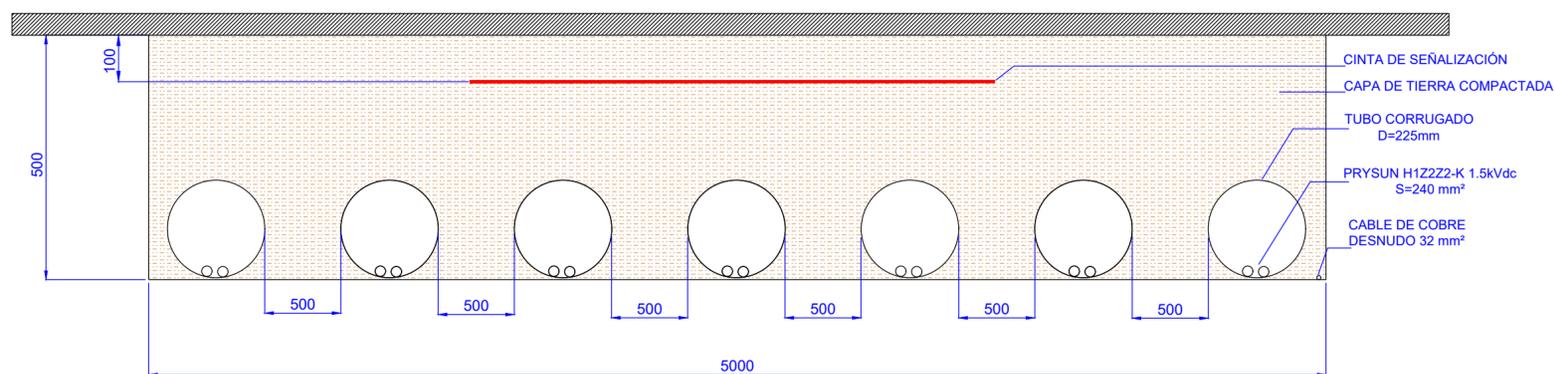
ZANJA STRING A COMBINER BOX



ZANJA DE MEDIA TENSIÓN



ZANJA COMBINER BOX A INVERSOR



Nota: Todas las cotas se encuentran en mm

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TÍTULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: PLANO DE ZANJAS		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 9
	ESCALA: SE	FIRMA:
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID		Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto

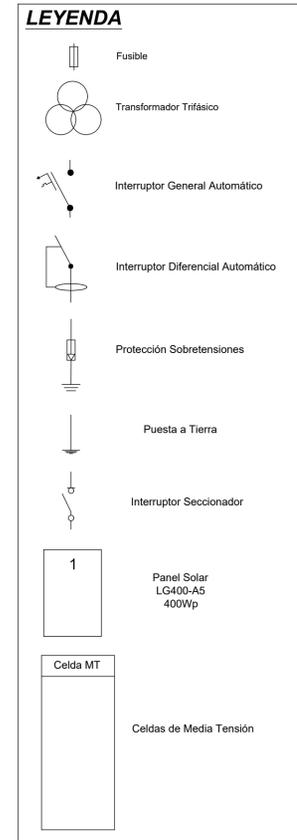
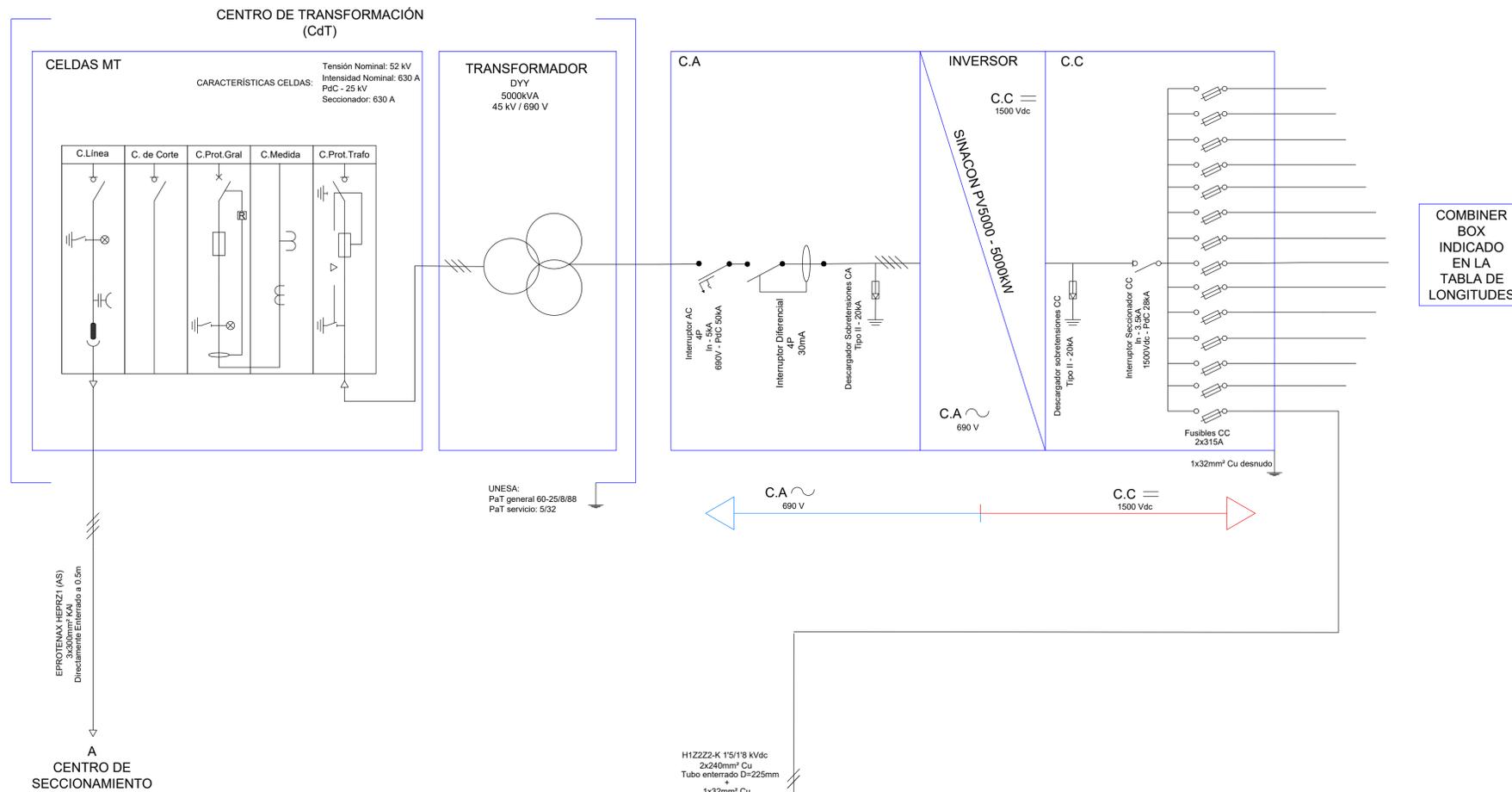
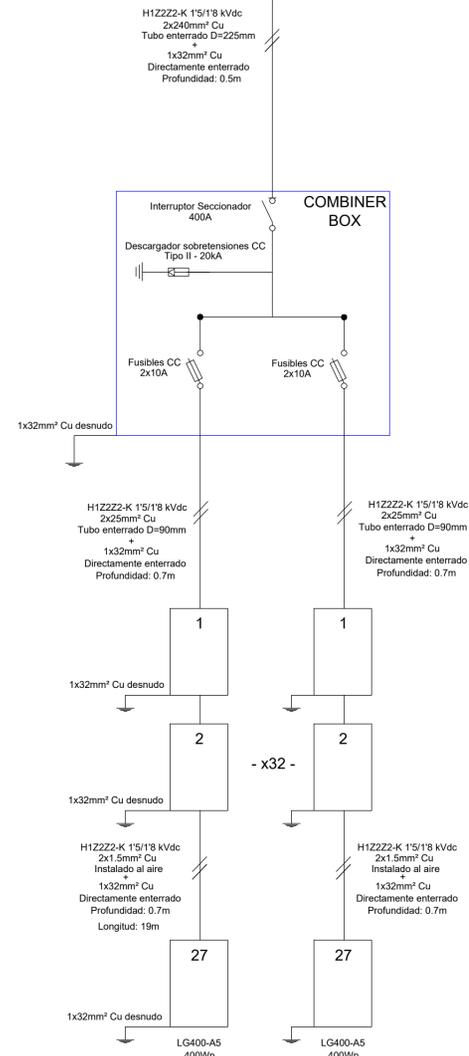


TABLA DE LONGITUDES CdT a CdS

Tramos	Long (m)
CdT1 a CdS	81
CdT2 a CdS	347
CdT3 a CdS	500
CdT4 a CdS	230
CdS a Entronque	332

TABLA DE LONGITUDES CB - CdT

Inversor	Combiner Box	Long (m)	Inversor	Combiner Box	Long (m)
1	CB01	173	3	CB29	47
1	CB02	123	3	CB30	32
1	CB03	70	3	CB31	61
1	CB04	65	3	CB32	70
1	CB05	45	3	CB33	123
1	CB06	25	3	CB34	145
1	CB07	7	3	CB35	136
1	CB08	25	3	CB36	117
1	CB09	45	3	CB37	98
1	CB10	65	3	CB38	89
1	CB11	85	3	CB39	68
1	CB12	105	3	CB40	51
1	CB13	125	3	CB41	32
1	CB14	145	3	CB42	7
2	CB15	125	4	CB43	178
2	CB16	107	4	CB44	150
2	CB17	89	4	CB45	122
2	CB18	71	4	CB46	94
2	CB19	53	4	CB47	66
2	CB20	35	4	CB48	38
2	CB21	17	4	CB49	10
2	CB22	27	4	CB50	8
2	CB23	46	4	CB51	25
2	CB24	65	4	CB52	45
2	CB25	84	4	CB53	64
2	CB26	103	4	CB54	83
2	CB27	122	4	CB55	102
2	CB28	141	4	CB56	121



UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

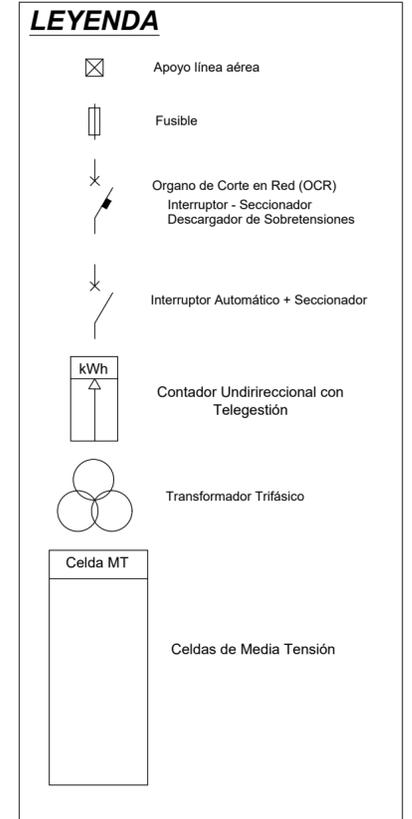
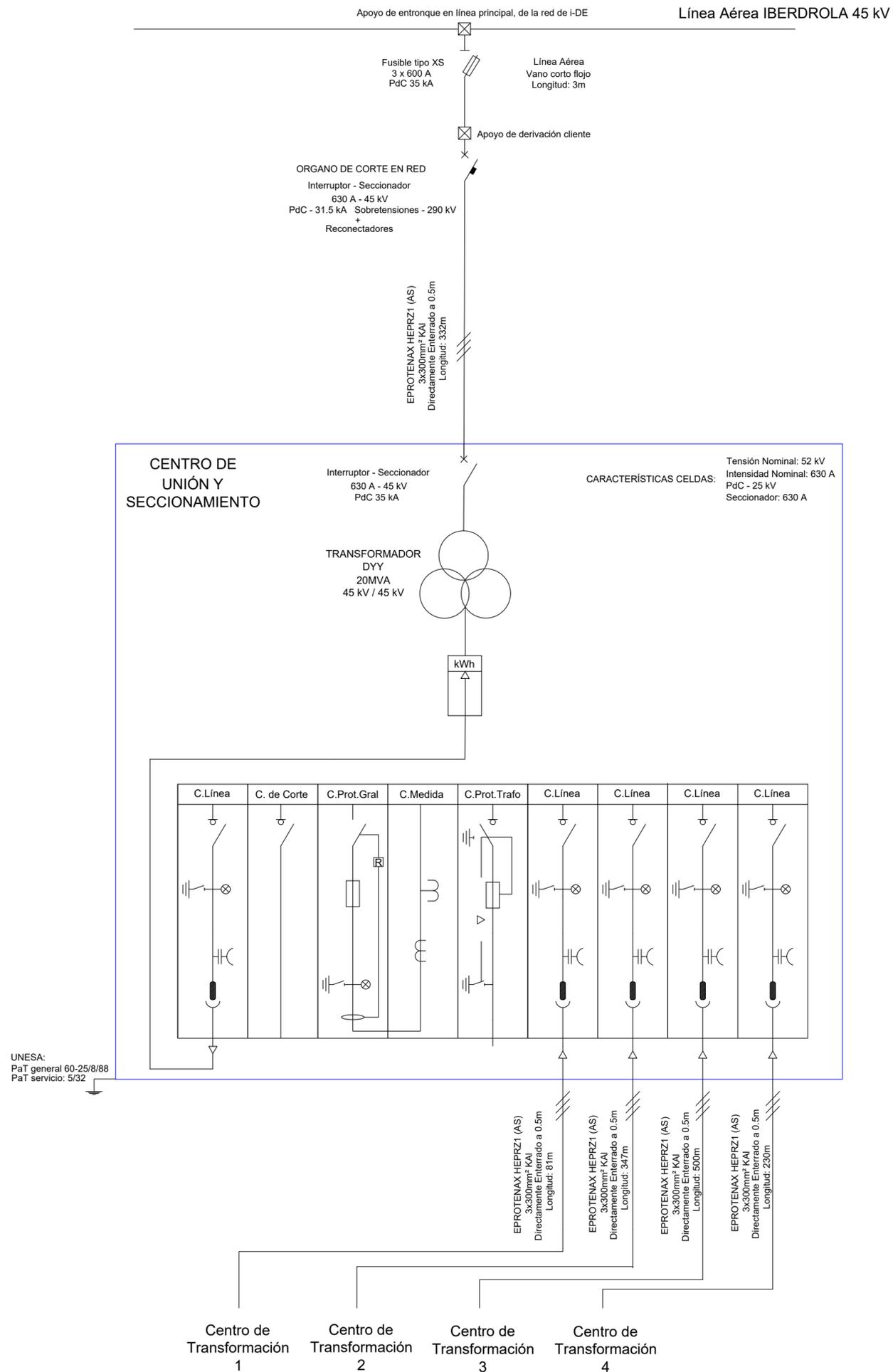
TITULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

PLANO: ESQUEMA UNIFILAR - 5000MVA

TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 10
	ESCALA: SE	FIRMA:

PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto



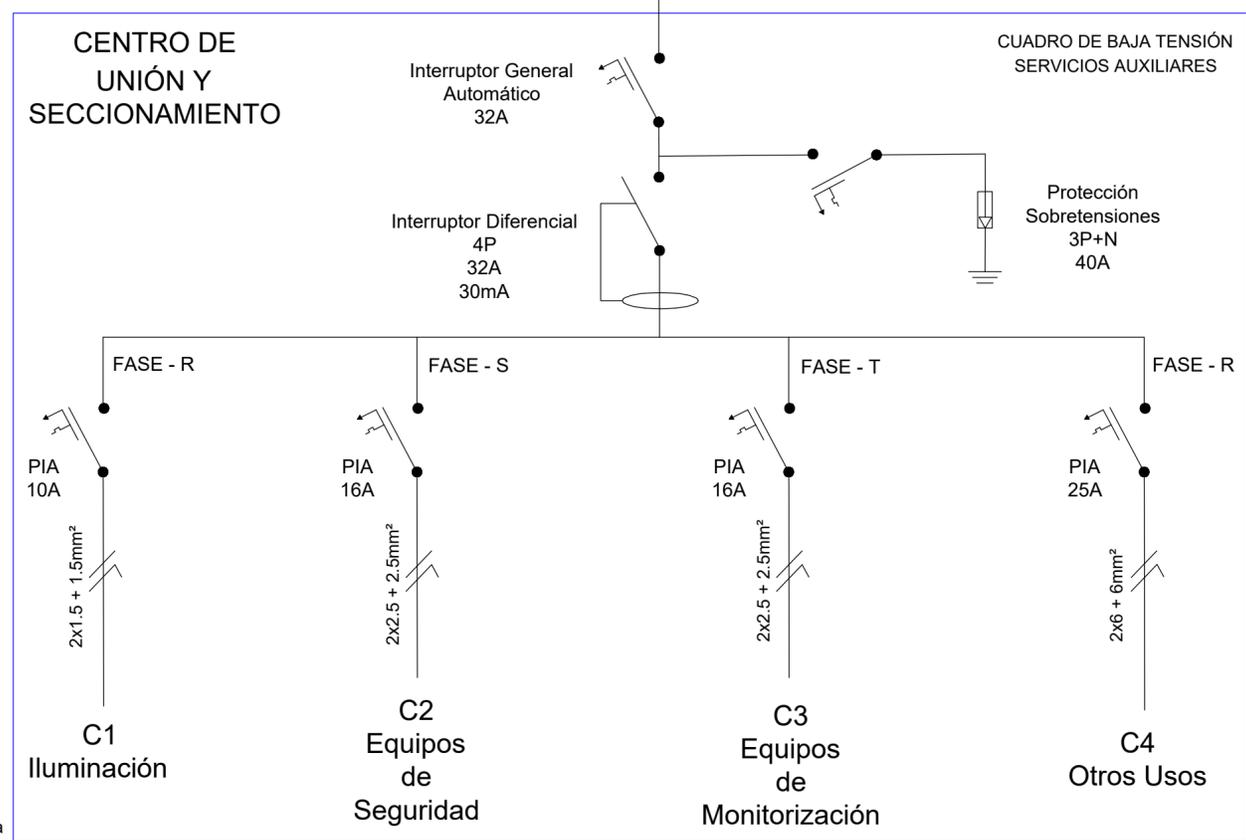
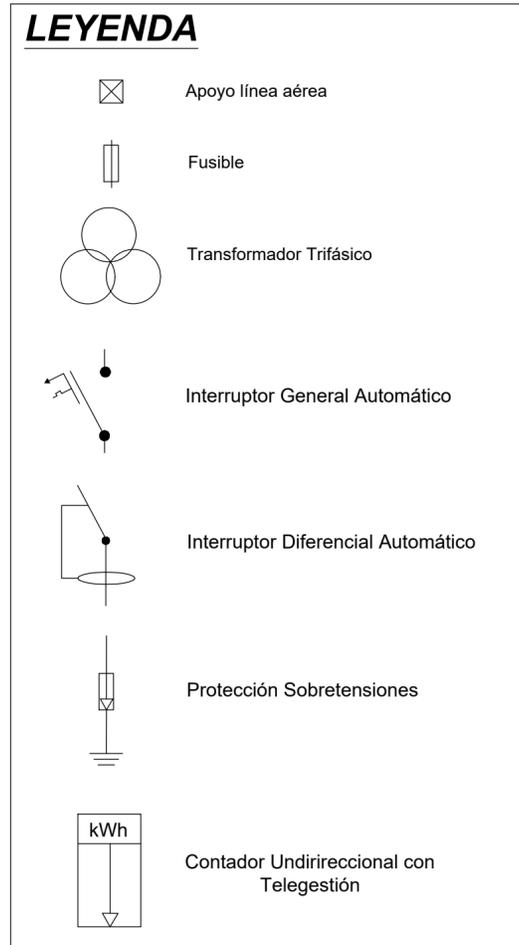
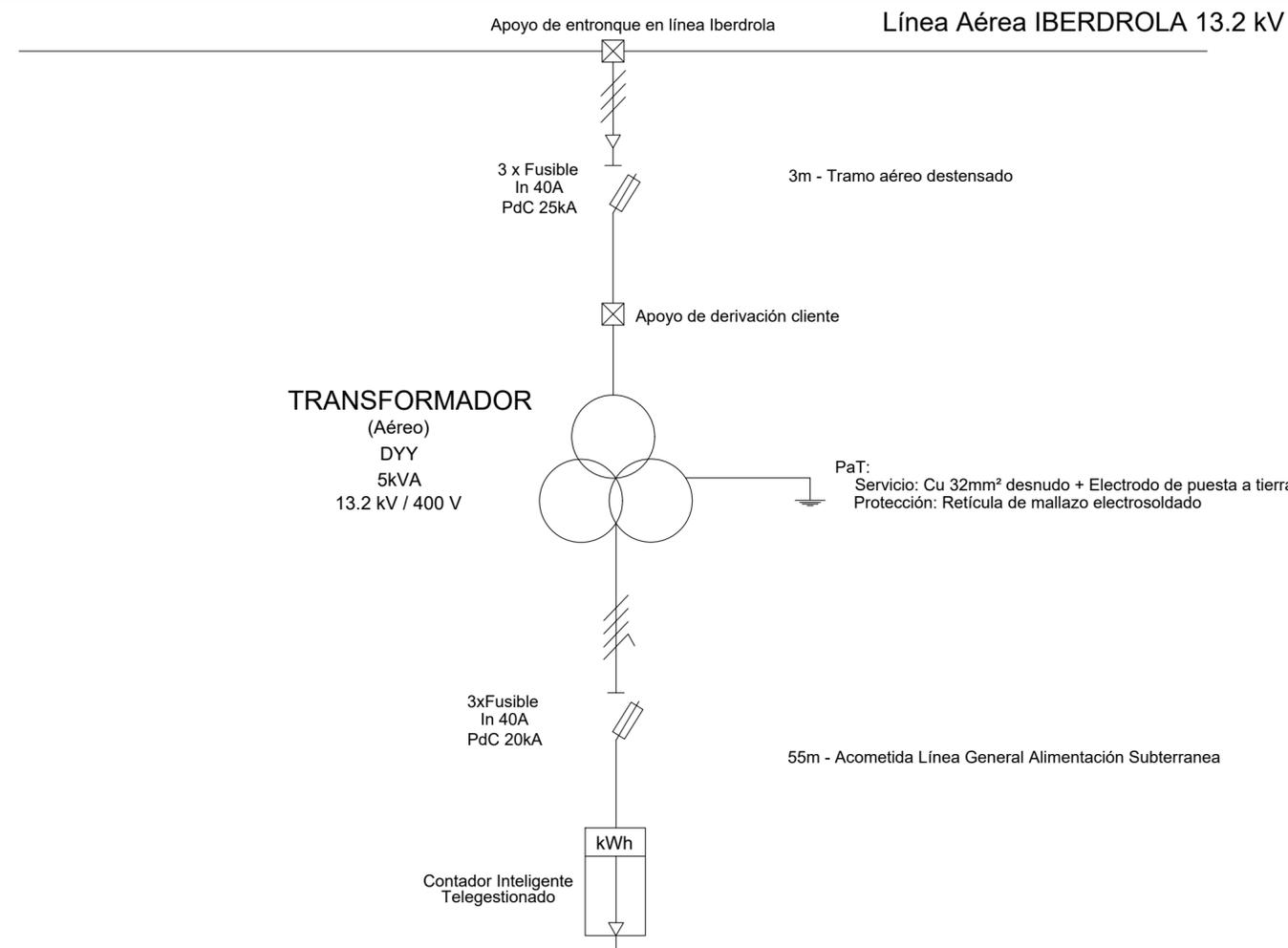
UNIVERSIDAD DE VALLADOLID
ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES

TITULO PROYECTO:
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

PLANO:
**ESQUEMA UNIFILAR
C. UNIÓN Y SECCIONAMIENTO A ENTRONQUE**

TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 11
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: SE	FIRMA:

Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto



PaT: Cu 32mm² desnudo
Electrodo de puesta a tierra

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES		
TITULO PROYECTO: PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA		
PLANO: ESQUEMA UNIFILAR SERVICIOS AUXILIARES		
TRABAJO FIN DE GRADO	FECHA: 08/07/2021	Nº PLANO: 12
PROMOTOR: UNIVERSIDAD DE VALLADOLID	ESCALA: SE	FIRMA:
Grado en Ingeniería Eléctrica Fdo: Alfonso Higuera del Soto		



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 3:
PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS



ÍNDICE

1-	Definición y ámbito de aplicación.....	1
1.1-	Definición.....	1
1.2-	Ámbito de aplicación.....	1
1.3-	Instrucciones, normas y disposiciones aplicables.....	1
2-	Disposiciones generales.....	1
2.1-	Dirección de las obras.....	1
2.2-	Funciones del Director.....	1
2.3-	Personal del Contratista.....	2
2.4-	Ordenes al Contratista.....	2
2.5-	Libro de incidencias.....	3
2.6-	Disposición final.....	4
3-	Descripción de las obras.....	4
3.1-	Planos.....	4
3.2-	Contradicciones, omisiones y errores.....	4
3.3-	Documentos contractuales.....	4
3.4-	Objeto del Proyecto. Consideraciones Generales.....	5
4-	Iniciación de las obras.....	5
4.1-	Inspección de las obras.....	5
4.2-	Comprobación del replanteo.....	5
4.3-	Programa de trabajos.....	5
4.4-	Orden de iniciación de las obras.....	6
5-	Desarrollo y control de las obras.....	6
5.1-	Replanteo de detalle de las obras.....	6
5.2-	Equipos de maquinaria.....	6
5.3-	Ensayos.....	6
5.4-	Materiales.....	7
5.5-	Acopios.....	8
5.6-	Trabajos nocturnos.....	8
5.7-	Trabajos defectuosos.....	8
5.8-	Construcción y conservación de desvíos.....	9
5.9-	Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones.....	9
5.10-	Limpieza final de las obras y despeje de márgenes.....	9
5.11-	Vertederos.....	9
6-	Responsabilidades especiales del contratista.....	9

**Universidad de Valladolid**

6.1-	Daños y perjuicios.	9
6.2-	Evitación de contaminación.	10
6.3-	Permisos y licencias.	10
6.4-	Demora injustificada en la Ejecución de las Obras.	10
6.5-	Seguridad y Salud.	10
7.	Obra civil.	10
7.1-	PARTE 1ª.-MATERIALES BASICOS	10
7.1.1.	Cemento	10
7.1.2.	Barras corrugadas para hormigón armado	11
7.1.3.	Mallas electrosoldadas	11
7.2-	PARTE 2ª.-EXPLANACIONES	12
7.2.1.	Desbroce del terreno.	12
7.2.2.	Demoliciones	12
7.2.3.	Escarificado y compactación del terreno	13
7.2.4.	Excavación de la explanación	13
7.2.5.	Excavaciones en zanjas	15
7.2.6.	Excavaciones en cimientos	18
7.2.7.	Terraplenes y pedraplenes	19
7.2.8.	Rellenos localizados	20
7.2.9.	Relleno de zanjas con material granular	21
7.3-	PARTE 3ª.-DRENAJE	21
7.3.1.	Cunetas de hormigón ejecutadas en obra	21
7.3.2.	Tubos de hormigón	23
7.4-	PARTE 4ª.-FIRMES	25
7.4.1.	Zahorras artificiales	25
7.5-	PARTE 5ª.-ESTRUCTURAS	29
7.5.1.	Armaduras a emplear en hormigón armado	29
7.5.2.	Hormigones	30
7.5.3.	Encofrado y moldes	36
8-	Instalaciones eléctricas	38
8.1-	PARTE 6ª.-SEÑALIZACIÓN Y ARQUETAS	38
8.1.1.	Bandas de señalización	38
8.1.2.	Hitos de señalización	38
8.1.3.	Arquetas	38
8.2-	Instalaciones subterráneas	38



Universidad de Valladolid

8.2.1. Generalidades	38
8.2.2. Conductores directamente enterrados.....	38
8.2.3. Conductores Entubados	39
8.2.4. Cruzamientos	39
8.2.5. Proximidades y Paralelismos.....	39
8.2.6. Instalaciones de puesta a tierra	39
8.3- Sistema de monitorización.....	40



1- Definición y ámbito de aplicación.

1.1- Definición.

El presente Pliego de condiciones constituye un conjunto de instrucciones para el desarrollo de las obras a que se refiere el presente proyecto, y contiene las condiciones técnicas normalizadas referentes a los materiales a utilizar, el modo de ejecución y medición de las diferentes unidades de obra y, en general, cuantos aspectos han de regir en las obras comprendidas en el presente Proyecto.

1.2- Ámbito de aplicación.

El presente Pliego de Condiciones será de aplicación a las obras definidas en el Proyecto de Ejecución de la planta fotovoltaica en Tordesillas perteneciente al Trabajo de Fin de Grado.

1.3- Instrucciones, normas y disposiciones aplicables.

Se incluyen en el Proyecto todas las normas, reglamentos, instrucciones técnicas homologadas como de obligado cumplimiento por el Estado Español, así como la Administración Autonómica y Local, hasta la fecha del proyecto.

Si de la aplicación conjunta del Pliego y las disposiciones anteriores surgiesen discrepancias para el cumplimiento de determinadas condiciones o conceptos inherentes a la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a las especificaciones del Pliego de Bases, al presente Pliego de Condiciones y sólo en el caso de que aun así existiesen contradicciones, aceptará la interpretación de la Propiedad.

2- Disposiciones generales.

2.1- Dirección de las obras.

La Propiedad designará al Director de las Obras que será la persona, con titulación de Técnico Superior, directamente responsable de la comprobación y vigilancia de la correcta realización de las obras. Para desempeñar su función podrá contar con colaboradores que desarrollarán su labor en función de las atribuciones de sus títulos profesionales o de sus conocimientos específicos.

La Propiedad comunicará al Contratista el Director de Obras designado, antes de la fecha de comprobación del replanteo. De igual forma, el Director de las Obras pondrá en conocimiento al Contratista respecto de su personal colaborador. Si se produjesen variaciones de personal (Director o Colaboradores) durante la ejecución de las obras, estas se pondrán en conocimiento al Contratista, por escrito.

2.2- Funciones del Director.

Las funciones de la Dirección Facultativa de las obras serán las siguientes:

- Exigir al Contratista el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al Proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas.

- Definir aquellas Condiciones Técnicas que el presente Pliego de Condiciones deja a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de Planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del Contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarias para la ejecución de las obras y ocupaciones de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionadas con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso, para lo cual el Contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al Contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del Contrato.
- Participar en las Recepción de las obras y redactar la liquidación de las mismas, conforme a las normas legales establecidas.

El Contratista estará obligado a prestar su colaboración al Director de la Obra para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

2.3- Personal del Contratista.

El Delegado y Jefe de Obra del Contratista será la persona, con cualificación suficiente, elegida por el Contratista y aceptada por la Propiedad, con capacidad para:

- Representar al Contratista siempre que sea necesario los actos derivados del cumplimiento de las obligaciones contractuales, siempre en orden a la ejecución y buena marcha de las obras.
- Organizar la ejecución de la obra e interpretar y poner en práctica las órdenes de la Dirección Facultativa de las Obras o sus colaboradores.
- Proponer a la Dirección o colaborar con ella en la resolución de los problemas que se planteen durante la ejecución.

El Director de las obras podrá suspender los trabajos o incluso solicitar la designación de un nuevo Delegado o colaborador de éste, siempre que se incurra en actos u omisiones que comprometan o perturben la buena marcha de las obras o el cumplimiento de los programas de trabajo, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato.

2.4- Ordenes al Contratista.

El Delegado y Jefe de Obra será el interlocutor del Director de la obra, con obligación de recibir todas las comunicaciones verbales y/o escritas, que dé la Dirección Facultativa directamente o a través de otras personas; debiendo cerciorarse, en este caso, de que están autorizadas para ello y/o verificar el mensaje y confirmarlo, según su procedencia, urgencia e importancia.



Todo ello sin perjuicio de que la Dirección Facultativa pueda comunicar directamente con el resto del personal oportunamente, que deberá informar seguidamente a su Jefe de Obra.

El Delegado es responsable de que dichas comunicaciones lleguen fielmente, hasta las personas que deben ejecutarlas y de que se ejecuten. Es responsable de que todas las comunicaciones escritas de la Dirección de obra estén custodiadas, ordenadas cronológicamente y disponibles en obra para su consulta en cualquier momento. Se incluyen en este concepto los planos de obra, ensayos, mediciones, etc.

El Delegado deberá acompañar al Director de la Obra en todas sus visitas de inspección a la obra y transmitir inmediatamente a su personal las instrucciones que reciba de la Dirección Facultativa, incluso en presencia suya, (por ejemplo, para aclarar dudas), si así lo requiere dicho Director.

El Delegado tendrá obligación de estar enterado de todas las circunstancias y marcha de obras e informar al Director a su requerimiento en todo momento, o sin necesidad de requerimiento si fuese necesario o conveniente.

Lo expresado vale también para los trabajos que efectuasen subcontratistas o destajistas, en el caso de que fuesen autorizados por la Dirección.

Se entiende que la comunicación Dirección de Obra-Contratista, se canaliza entre la Dirección Facultativa y el Delegado Jefe de Obra, sin perjuicio de que para simplificación y eficacia especialmente en casos urgentes o rutinarios, pueda haber comunicación entre los respectivos personales; pero será en nombre de aquellos y teniéndoles informados puntualmente, basadas en la buena voluntad y sentido común, y en la forma y materias que aquellos establezcan, de manera que si surgiese algún problema de interpretación o una decisión de mayor importancia, no valdrá sin la ratificación por los indicados Director y Delegado, acorde con el cometido de cada uno.

Se abrirá el "Libro de Órdenes" por la Dirección Facultativa y permanecerá custodiado en obra por el Contratista, en lugar seguro y de fácil disponibilidad para su consulta y uso. El Delegado deberá llevarlo consigo al acompañar en cada visita al Director de la Obra.

Se hará constar en él las instrucciones que la Dirección Facultativa estime convenientes para el correcto desarrollo de la obra.

Asimismo, se hará constar en él, al iniciarse las obras o, en caso de modificaciones durante el curso de las mismas, con el carácter de orden, la relación de personas que, por el cargo que ostentan o la delegación que ejercen, tienen facultades para acceder a dicho Libro y transcribir en él órdenes, instrucciones y recomendaciones que se consideren necesarias comunicar al Contratista.

2.5- Libro de incidencias.

Constarán en él todas aquellas circunstancias y detalles relativos al desarrollo de las obras que el Director considere oportuno y, entre otros, con carácter diario, los siguientes:

- Condiciones atmosféricas generales.

- Relación de trabajos efectuados, con detalle de su localización dentro de la obra.
- Relación de ensayos efectuados con resumen de los resultados o relación de los documentos que estos recogen.
- Relación de maquinaria en obra, con expresión de cuál ha sido activa y cual meramente presente, y cual averiada y en reparación.
- Cualquier otra circunstancia que pueda influir en la calidad o el ritmo de ejecución de obra.

En el "Libro de incidencias" se anotarán todas las órdenes formuladas por la Dirección de Obra o la Asistencia Técnica de la misma, que debe cumplir el Contratista. La custodia de éste libro será competencia de la Asistencia Técnica o persona delegada por la Dirección de las obras.

Como simplificación, la Dirección Facultativa podrá disponer que estas incidencias figuren en partes de obra diarios, que se custodiaran como anejo al "Libro de incidencias".

2.6- Disposición final.

En todo aquello que no se haya concretamente especificado en este Pliego de Condiciones, el Contratista se atenderá a lo dispuesto por la Propiedad y la Dirección de Obra en su defecto.

3- Descripción de las obras.

3.1- Planos.

Los planos del Proyecto servirán para la correcta ejecución de las obras pudiéndose deducir de ellos los planos de ejecución en obra o en taller.

A petición de la Dirección Facultativa, el Contratista preparará todos los planos de detalles que se estimen necesarios para la ejecución de las obras contratadas. Dichos planos se someterán a la aprobación de la Dirección Facultativa, acompañando, si fuese preciso, las memorias y cálculos justificativos que se requieran para su mejor comprensión.

3.2- Contradicciones, omisiones y errores.

Las omisiones en este Pliego, o a las descripciones erróneas de los detalles de la obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o intención expuestos en el presente Pliego y los Planos, o que por uso y costumbre deban ser realizados, no sólo no eximen al Contratista de la obligación de ejecutar estos detalles, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados en el presente Pliego de Condiciones y en los Planos.

3.3- Documentos contractuales.

En casos de contradicciones, dudas o discrepancias entre los distintos documentos contractuales del presente proyecto, el orden de prelación entre ellos será el siguiente:

1. Los Planos.
2. La Memoria.
3. El Pliego de Condiciones.
4. El Presupuesto



La Memoria y sus Anejos son documentos contractuales en lo referente a la descripción de los materiales básicos o elementales que forman parte de las unidades de obra.

De acuerdo con el Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, el Estudio de Seguridad y Salud tendrá, en su totalidad, carácter contractual.

3.4- Objeto del Proyecto. Consideraciones Generales.

El objeto del presente trabajo es la redacción del proyecto de las obras correspondientes al Proyecto de Ejecución de la planta fotovoltaica en Tordesillas perteneciente al Trabajo de Fin de Grado.

Todas las obras vienen definidas en el documento Planos, de este Proyecto, y se ejecutarán de acuerdo a lo indicado en ellos, conforme a las especificaciones de las Prescripciones Técnicas y a las órdenes e instrucciones del Director de Obra.

4- Iniciación de las obras.

4.1- Inspección de las obras.

El director de las Obras deberá ejercer de una manera continuada y directa la inspección de la obra durante su ejecución, sin perjuicio de que la Propiedad pueda confiar tales funciones, de un modo complementario, a cualquier otro de sus Órganos y representantes.

El Contratista o su delegado deberán, cuando se le solicite, acompañar en sus visitas de inspección al director o a las personas designadas para tal función.

4.2- Comprobación del replanteo.

El acta de comprobación del replanteo reflejará la conformidad o disconformidad del mismo respecto de los documentos contractuales del Proyecto, con especial y expresa referencia a las características geométricas de la obra, a la autorización para la ocupación de los terrenos necesarios y a cualquier punto que pueda afectar al cumplimiento del Contrato.

El Contratista transcribirá, y el director autorizará con su firma, el texto del Acta en el Libro de Órdenes.

La comprobación del replanteo deberá incluir, como mínimo, el eje principal de los diversos tramos de obra y los ejes principales de las obras de fábrica: así como los puntos fijos o auxiliares necesarios para los sucesivos replanteos de detalle.

Las bases de replanteo se marcarán mediante monumentos de carácter permanente.

Los datos, cotas y puntos fijados se anotarán en un anejo al Acta de Comprobación del Replanteo; al cual se unirá el expediente de la obra, entregándose una copia al Contratista.

4.3- Programa de trabajos.

Independientemente del Plan de Obra contenido en este Proyecto, el Contratista deberá someter a la aprobación de la Dirección de las obras un Programa de Trabajos indicando el orden en que ha de proceder y los métodos por los que se propone llevar a cabo las obras.



El Programa de Trabajos del Contratista no contravendrá el del Proyecto y expondrá con suficiente minuciosidad las fases a seguir, con la situación de cada tipo a principios y finales de cada mes.

La programación de los trabajos será actualizada por el Contratista cuantas veces sea requerido para ello por el director de las obras. No obstante, tales revisiones no eximen al Contratista de su responsabilidad respecto de los plazos de ejecución estipulados en el contrato de adjudicación.

La presentación del Programa de Trabajos se realizará en la misma fecha de la firma del Acta de Comprobación del Replanteo de la Obra.

4.4- Orden de iniciación de las obras.

Aunque el Contratista formule observaciones que pudieran afectar a la ejecución del Proyecto, si el director decide la iniciación de las obras, el Contratista estará obligado a iniciarlas, sin perjuicio de su derecho a exigir, en su caso, la responsabilidad que a la Propiedad incumbe como consecuencia de las órdenes que emita.

5- Desarrollo y control de las obras.

5.1- Replanteo de detalle de las obras.

La Dirección Facultativa de las Obras o su personal colaborador aprobarán los replanteos de detalles necesarios para llevar a cabo las obras, suministrando al Contratista todos los datos de que disponga para la realización de los mismos.

Serán de cuenta del Contratista todos los gastos que se originan al efectuar los citados replanteos.

5.2- Equipos de maquinaria.

El Contratista queda obligado a aportar a las obras el equipo de maquinaria y medios auxiliares necesario para llevar a cabo la ejecución de las mismas en los plazos establecidos en el contrato.

La maquinaria permanecerá en obra mientras se están ejecutando unidades en las que hayan de utilizarse y no podrán ser retirados sin conocimiento de la Dirección Facultativa de las Obras. Las piezas averiadas serán reemplazadas siempre que su reparación pudiera suponer una alteración del programa de trabajo.

Cualquier modificación que el Contratista quiera efectuar en el equipo de maquinaria ha de ser aceptada por la Dirección Facultativa de las Obras.

Salvo estipulación contraria, una vez finalizadas las obras, el equipo de maquinaria quedará de libre disposición del Contratista.

5.3- Ensayos.

El número de ensayos y su frecuencia, tanto sobre materiales como sobre unidades de obra terminadas, será fijado por la Dirección Facultativa.



El Contratista está obligado a realizar su "Autocontrol" de cotas, tolerancias y geométrico en general y el de calidad, mediante ensayos de materiales, densidades de compactación, etc. Se entiende que no se comunicará a la Propiedad, representada por la Dirección Facultativa de la obra o persona delegada por el mismo al efecto, que una unidad de obra está terminada a juicio del Contratista para su comprobación por la Dirección de obra, hasta que el mismo Contratista, mediante su personal facultado para el caso, haya hecho sus propias comprobaciones y ensayos y se haya asegurado de cumplir las especificaciones. Esto es sin perjuicio de que la Dirección de la obra pueda hacer las inspecciones y pruebas que crea oportunas en cualquier momento de la ejecución. Para ello, el Contratista está obligado a disponer en obra de los equipos necesarios y suficientes, tanto materiales de laboratorio, instalaciones, aparatos, etc., como humanos, con facultativos y auxiliares capacitados para dichas mediciones y ensayos. Se llamará a esta operación "Autocontrol".

Con independencia de lo anterior, la Dirección de obra ejecutará las comprobaciones, mediciones y ensayos que estime oportunos, que llamaremos "De Control", a diferencia del Autocontrol. La Dirección Facultativa podrá prohibir la ejecución de una unidad de obra si no están disponibles dichos elementos de Autocontrol para la misma, siendo entera responsabilidad del Contratista las eventuales consecuencias de demora, costes, etc.

Los ensayos de Autocontrol serán enteramente a cargo del Contratista.

En relación con los productos importados de otros estados miembros de la Comunidad Económica Europea, aun cuando su designación y, eventualmente, sus marcajes fueran distintos de los indicados en el presente Pliego, no será precisa la realización de nuevos ensayos si de los documentos que acompañaren a dichos productos se desprendiera claramente que se trata, efectivamente, de productos idénticos a los que se designan en España de otra forma. Se tendrá en cuenta, para ello, los resultados de los ensayos que hubieran realizado las autoridades competentes de los citados Estados, con arreglo a sus propias normas.

Si una partida fuere identificable, y el Contratista presentara una hoja de ensayos suscrita por un laboratorio aceptado por el Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, o por otro Laboratorio de pruebas u Organismo de control o certificación acreditado en un Estado miembro de la Comunidad Económica Europea, sobre la base de las prescripciones técnicas correspondientes, se efectuarán únicamente los ensayos que sean precisos para comprobar que el producto no ha sido alterado durante los procesos posteriores a la realización de dichos ensayos.

5.4- Materiales.

Todos los materiales que se utilicen en las obras deberán cumplir las condiciones que se establecen en el presente Pliego de Condiciones, pudiendo ser rechazados en caso contrario por la Dirección Facultativa. Por ello, todos los materiales que se propongan ser utilizados en obra deben ser examinados y ensayados antes de su aceptación en primera instancia mediante el autocontrol del Contratista y eventualmente con el control de la Dirección de Obra.

Los productos importados de otros Estados miembros de la Comunidad Económica Europea, incluso si se hubieran fabricado con arreglo a prescripciones técnicas diferentes de las que se



contienen en el presente pliego, podrán utilizarse si asegurasen un nivel de protección de la seguridad de los usuarios equivalente al que proporcionan éstas.

Todos los materiales procederán de los lugares elegidos por el Contratista, que podrán ser los propuestos en este proyecto u otros diferentes, siempre que los materiales sean de calidad igual o superior a los exigidos en este Pliego.

Los lugares propuestos por el Contratista han de ser necesariamente autorizados por la Dirección Facultativa y demás organismos medioambientales afectados.

La aceptación de la Dirección Facultativa de una determinada cantera o préstamo, no disminuye en nada la responsabilidad del Contratista en la calidad de los materiales que han de ser utilizados en las obras ni en el volumen necesario en cada fase de ejecución.

De igual modo, la aprobación por parte de la Dirección Facultativa de canteras o préstamos, no modificarán de manera alguna los precios establecidos de los materiales, siendo por cuenta del Contratista cuantos gastos añadidos se generen en el cambio de las canteras o préstamos.

También correrán por cuenta del Contratista la obtención de todos los permisos y licencias pertinentes para la explotación de estos lugares.

5.5- Acopios.

El Contratista, por su cuenta y, previa aprobación de la Dirección Facultativa de las Obras deberá adecuar zonas en la obra para el emplazamiento de acopios e instalar los almacenes precisos para la conservación de materiales, evitando su destrucción o deterioro.

Si los acopios de áridos se dispusieran sobre el terreno natural, no se utilizarán sus quince centímetros (15 cm) inferiores. Estos acopios se construirán por capas de espesor no superior a metro y medio (1,5 m) y no por montones cónicos: Las capas se colocarán adyacentes, tomando las medidas oportunas para evitar su segregación.

Si se detectasen anomalías en el suministro, los materiales se acopiarán por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se aplicará cuando se autorice un cambio de procedencia.

Una vez utilizados los acopios o retirado los almacenes, las superficies deberán restituirse a su estado natural.

5.6- Trabajos nocturnos.

Todo trabajo nocturno habrá de ser autorizado por la Dirección Facultativa de las Obras.

5.7- Trabajos defectuosos.

El Contratista responderá de la ejecución de las obras y de las faltas que en ellas hubiere, hasta que se lleve a cabo la recepción de las obras.

El Director de las Obras ordenará, antes de la recepción de las obras, la demolición y reposición de las unidades de obra mal ejecutadas o defectuosas. Los gastos que de estas operaciones se deriven, correrán por cuenta del Contratista.



El Contratista sólo quedará exento de responsabilidad cuando la obra defectuosa o mal ejecutada se deba a alguna orden por parte de la Propiedad o a vicios del Proyecto.

Si alguna obra no se hallase ejecutada con arreglo a las condiciones del contrato y fuera, sin embargo, admisible a juicio de la Dirección Facultativa de las obras, podrá ser recibida provisionalmente y definitivamente en su caso, quedando el adjudicatario obligado a conformarse, sin derecho a reclamación, con la rebaja económica que la Dirección Facultativa estime, salvo en el caso en que el adjudicatario opte por la demolición a su costa y las rehaga con arreglo a las condiciones del Contrato.

5.8- Construcción y conservación de desvíos.

La construcción de desvíos y accesos provisionales durante la obra, su conservación, señalización y seguridad serán por cuenta y responsabilidad del Contratista, salvo que expresamente se disponga otra cosa en los demás documentos contractuales del Proyecto, sin perjuicio de que la Dirección Facultativa pueda ordenar otra disposición al respecto.

5.9- Señalización, balizamiento y defensa de obras e instalaciones.

El Contratista señalará reglamentariamente las zanjas abiertas, impedirá el acceso a ellas a personas ajenas a la obra y las rellenará a la mayor brevedad y vallará toda zona peligrosa y establecerá la vigilancia suficiente, en especial de noche. Fijará las señales en su posición apropiada, y para que no puedan ser sustraídas o cambiadas, y mantendrá un servicio continuo de vigilancia que se ocupe de su reposición inmediata en su caso.

5.10- Limpieza final de las obras y despeje de márgenes.

Terminadas las obras, todas las instalaciones, depósitos y edificaciones construidos con carácter temporal para el servicio de la obra, serán removidos y los lugares de su emplazamiento restaurados a su forma original, salvo indicación contraria de la Dirección Facultativa.

De manera análoga serán tratados los caminos provisionales, incluso los accesos a préstamos y canteras que se abandonarán tan pronto como deje de ser necesaria su utilización.

Todo ello se ejecutará de forma que las zonas afectadas queden completamente limpias y en condiciones estéticas acordes con el paisaje circundante.

5.11- Vertederos.

La búsqueda de vertederos y su abono a los propietarios son por cuenta de la Propiedad.

Una vez terminadas todas las operaciones de vertido, el Contratista llevará a cabo la restitución de la zona.

6- Responsabilidades especiales del contratista.

6.1- Daños y perjuicios.

Será de cuenta del Contratista indemnizar todos los daños causados a terceros como consecuencia de las operaciones que requiera la ejecución de las obras, salvo cuando tales perjuicios hayan sido ocasionados por una orden de la Propiedad o por vicios de Proyecto, en cuyo caso la Propiedad podrá exigir al Contratista la reposición material del daño producido por

razones de urgencia, teniendo derecho el Contratista a que se le abonen los gastos que de tal reparación se deriven.

6.2- Evitación de contaminación.

El Contratista queda obligado a cumplir las órdenes de la Dirección Facultativa de las Obras evitar la contaminación del aire, cursos de agua, cosechas y, en general, de cualquier bien público o privado que pudiera verse contaminado por la ejecución de las obras.

6.3- Permisos y licencias.

La obtención de los permisos, licencias y autorizaciones que fueran necesarios ante particulares u organismos oficiales, para cruce de carreteras, líneas férreas, cauces, etc..., afecciones a conducciones, vertidos a cauces, ocupaciones provisionales o definitiva de terrenos públicos u otros motivos, y los gastos que ello origine, cualquiera que sea su tratamiento o calificación (impuesto, tasa, canon, etc...) y por cualquiera que sea la causa (ocupación, garantía, aval, gastos de vigilancia, servidumbre, etc...), serán por cuenta del Contratista.

Asimismo, serán a su cargo el anuncio, los carteles de obra, el pago de las tasas oficiales y los gastos por recepción y liquidación previstos.

6.4- Demora injustificada en la Ejecución de las Obras.

El Contratista está obligado a cumplir los plazos parciales que fije el Programa de Trabajo aprobado al efecto, y el plazo total con las condiciones que en su caso se indiquen.

La demora injustificada en el cumplimiento de dichos plazos acarreará la aplicación al Contratista de las sanciones previstas en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

6.5- Seguridad y Salud.

El Contratista debe velar por el cumplimiento, durante los trabajos, de las normas legalmente establecidas en cuanto a Seguridad y Salud, de acuerdo con lo especificado en el tomo correspondiente al Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto y en la Normativa vigente.

7.Obra civil

7.1- PARTE 1ª.-MATERIALES BASICOS

7.1.1. Cemento

El cemento a utilizar cumplirá las prescripciones del "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de cementos" (RC-03).

Cumplirá también con todo lo exigido en el artículo 26 de la EHE.

El cemento aluminoso podrá utilizarse únicamente con autorización explícita y escrita de la Supervisión de Obra.

Previamente a su uso el Contratista presentará un certificado de pruebas, con la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por el Pliego.



7.1.2. Barras corrugadas para hormigón armado

Condiciones generales

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en el artículo 31 de la EHE. Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán de la calidad indicada en los planos.

Empleo

El tipo de acero a utilizar será corrugado, de alta adherencia para el hormigón armado y será de clase B 500 S, según la EHE.

Ensayos de control de calidad

El control de calidad de los aceros que se empleen se efectuará de acuerdo con el artículo 90 de la EHE, según el nivel de control fijado en los planos de proyecto.

7.1.3. Mallas electrosoldadas

Condiciones generales

Se utilizará mallas electrosoldadas fabricadas con alambres corrugados de la especificación B-500T.

Las mallas que se utilicen serán de la calidad indicada en los planos. Los alambres corrugados no presentarán defectos superficiales, grietas ni sopladuras.

La sección equivalente de los alambres no será inferior al noventa y cinco por ciento (95,5 por 100) de su sección nominal (8 mm).

Las características generales de los alambres responderán a lo indicado en el apartado 31.3 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)", así como con las especificaciones de la UNE 36092:96. En lo que respecta a las condiciones de adherencia se debe cumplir lo especificado en el artículo 31.2 del la EHE.

Suministro

Cada paquete debe llegar al punto de suministro con una etiqueta de identificación conforme a lo especificado en la norma UNE 36092:96. Los alambres deberán llevar grabadas las marcas de identificación de acuerdo con el informe técnico UNE 36812:96.

La calidad de las mallas electrosoldadas estará garantizada por el fabricante a través del Contratista de acuerdo con lo indicado en el apartado 31.5 de la vigente "Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)". La garantía de calidad será exigible en cualquier circunstancia al Contratista.

Recepción

Para efectuar la recepción de las mallas electrosoldadas será necesario realizar ensayos de control de calidad de acuerdo con las prescripciones recogidas en el artículo 90 de la vigente

"Instrucción de Hormigón Estructural (EHE)", asimismo serán de aplicación las condiciones de aceptación o rechazo de los aceros indicados en el artículo 90.5 de la EHE.

El Director de las Obras podrá, siempre que lo considere oportuno, identificar y verificar la calidad y homogeneidad de los materiales que se encuentren acopiados.

7.2- PARTE 2ª.-EXPLANACIONES

7.2.1. Desbroce del terreno.

Definición

Consiste en extraer y retirar de la zona designadas todos los árboles, tocones, plantas, malezas, broza, maderas caídas, escombros, basura cualquier otro material indeseable a juicio del Director de las Obras, así como el recubrimiento superficial de tierra vegetal, que en la zona presenta un espesor medio de entre 10 y 20 cm, según las zonas.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.
- Excavación y acopio de la tierra vegetal reutilizable. Se empleará en cubriciones de taludes de terraplén y desmonte para favorecer su revegetación.

Ejecución de las obras

Las operaciones de remoción se ejecutarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el Director de la Obra, quien designará y marcará los elementos que haya de conservar intactos.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones, así como las sobreexcavaciones puntuales por exceso de capa vegetal y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé el Director de la Obra.

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

7.2.2. Demoliciones

Definición

Consisten en el derribo de todas las construcciones, obras de fábrica, etc., que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer.



Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de construcciones
- Retirada de los materiales de derribo.

Ejecución de las obras

- Derribo de las construcciones

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

- Retirada de los materiales de derribo

Los materiales de derribo se llevarán a vertedero autorizado por el Director de las obras.

7.2.3. Escarificado y compactación del terreno

Definición

Consiste en la disgregación de la superficie del terreno, efectuada por medios mecánicos y su posterior compactación, una vez efectuadas las operaciones de desbroce y retirada de la tierra vegetal si se trata de un terreno natural, o directamente sobre el firme existente si se trata de un camino actual.

Ejecución de la obra

La profundidad del escarificado será definida en cada paso por el Director de Obra, a la vista de la naturaleza del terreno, no siendo nunca inferior a treinta (30) centímetros.

La operación se llevará a cabo en el momento y condiciones oportunas para que el tiempo que medie entre el desbroce (o final de la excavación) y el escarificado y compactación sea el mínimo posible.

La compactación de los materiales escarificados se efectuará hasta obtener al menos la densidad mínima exigida para la zona de terraplén a que corresponda el escarificado, es decir:

- 95 % de la Densidad Proctor Normal para la zona de cimientos.
- 98 % de la Densidad Proctor Normal para la zona de núcleo.
- 100 % de la Densidad Proctor Normal para la zona de coronación.

Si en alguna circunstancia el espesor escarificado afecta en parte a la zona inmediatamente superior, todo el espesor escarificado considerado en la sección transversal completa, se compactará a la densidad exigida para esta zona superior.

7.2.4. Excavación de la explanación

Definición

Cuando se diga solamente excavación se entenderá que se refiere a la excavación de la explanada de los caminos, explanaciones de acopio de materiales con sus taludes y cunetas incluso las excavaciones adicionales que hayan sido ordenadas por el Director de la Obra, salvo las excavaciones de zanjas, pozos o cimientos.



Clasificación de las excavaciones

Se definen las siguientes unidades de excavación:

- Excavación en suelos y terrenos de tránsito.
- Excavación en roca.
- Excavación en frente de cantera.

De acuerdo con el estudio geológico-geotécnico, en general, hasta una profundidad media de 1 m, el terreno es fácilmente excavable. Desde ahí hasta los dos metros, la roca requiere un ripado previo con bulldozer, pudiendo necesitar ocasionalmente un picado adicional, o incluso voladuras controladas.

Ejecución de las obras

El sistema de excavación será el adecuado en cada caso a las condiciones geológico-geotécnicas del terreno, evitando las posibles incidencias que la ejecución de estas unidades pudiera provocar en estructuras y servicios de infraestructura próximos y en las carreteras y caminos actuales, debiendo emplearse los medios más apropiados, previa aprobación del Director de las Obras.

La excavación en frente de cantera será la que se realice en terrenos de fuerte pendiente transversal, debiendo utilizarse el propio camino excavado como el único medio para extraer las tierras resultantes de la excavación.

La profundidad de la excavación de la explanación y los taludes, así como las pendientes de la explanada serán las indicadas en los planos del proyecto, pudiéndose modificar a juicio del Director de las Obras, en función de la naturaleza del terreno, mediante ordenes escritas del mismo, y sin que ello suponga variación alguna en el precio descompuesto.

Estas unidades incluyen la propia excavación con los medios que sean precisos, la carga sobre camión, el transporte a vertedero o acopio en su caso y a lugar de empleo, cualquiera que fuere la distancia de transporte, así como también incluye la carga y el transporte adicional de acopio intermedio en su caso a lugar de empleo.

En ningún caso se permitirá el derrame fuera de los límites de afección de las tierras excavadas en caminos a media ladera. Todo el material extraído deberá ser cargado y transportado a su lugar de empleo o a vertedero.

Se efectuará una transición suave de taludes en las zonas de paso de desmonte y terraplén y viceversa, alabeándolos en una longitud tal que se evite el efecto antiestético de tajo en el terreno, y se logre una armonización con la topografía actual.

Los vertederos no deberán perturbar el curso de las aguas, ni las propiedades, ni la estética del entorno y del paisaje.

Se tomarán medidas suficientes al efecto, que se consideran incluidas en el precio de la unidad.

El Contratista adoptará todas las medidas de seguridad suficientes frente al deslizamiento de taludes, y el avance de la excavación lo hará según taludes siempre estables hasta llegar al final.



Tolerancias

La tolerancia máxima admisible entre las superficies de coronación de explanada y los taludes de explanada, terminadas respecto a los planos de proyecto, no diferirá ni longitudinal ni transversalmente de + 25 cm.

Se comprobará que no existe ningún punto intermedio entre perfiles de replanteo por debajo de la tolerancia exigida y que en ningún caso se generan zonas susceptibles de acumular agua.

Estas tolerancias se entenderán tanto en la ejecución como al final del plazo de garantía.

Tierra Vegetal

La tierra vegetal extraída que no se utilice inmediatamente, con independencia del volumen correspondiente al espesor de la unidad de desbroce, será almacenada en emplazamientos adecuados y en ningún caso en depresiones del terreno

Los depósitos se ejecutarán utilizando maquinaria que no compacte el material; que a su vez deberá encontrarse lo más seco posible.

La altura máxima de los caballeros será de tres (3) metros.

La primera capa de 20 cm. de tierra vegetal no se considera incluida en la unidad de excavación, por estarlo en la unidad de desbroce.

Se considera incluida en la unidad de excavación de la explanación, la del resto de tierra vegetal, si existiera, salvo que lo disponga por escrito el Director de las Obras en otro sentido.

Empleo de los Productos de la Excavación.

Los materiales de la excavación que sean aptos para rellenos y otros usos, se transportarán hasta el lugar de empleo o a acopios autorizados por el Director de las Obras, caso de no ser utilizables en el momento de la excavación.

Los materiales sobrantes e inadecuados se transportarán a vertedero autorizado. No se desechará ningún material excavado sin previa autorización escrita del Director de las Obras. La tierra vegetal será utilizada en zona de plantaciones, recubrimiento de taludes de terraplén, isletas y zanjas, en el espesor que ordene el Director de las Obras.

7.2.5. Excavaciones en zanjas

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir las zanjas donde van alojadas las conducciones eléctricas y de control de la planta. Según el terreno por el que discurran se distinguen: Zanjas en campo y Zanjas paso camino.

Dentro de las zanjas de campo existe el caso específico de las que vamos a denominar zanjas bajo cuneta revestida. Estas zanjas responden a la situación donde el eje de la zanja se hace coincidir con el eje de la cuneta revestida necesaria para el correcto drenaje del camino. La tipología y forma de ejecución responde al que se va a describir para las zanjas de campo,

salvando el hecho de que la fase final se completa con la ejecución de la cuneta revestida. La ejecución incluye las operaciones de:

- Excavación con medios mecánicos
- Segregación y acopio de los materiales de excavación.
- Retirada del sobrante a vertedero, depósito o lugar de empleo.
- Tapado de la zanja

Clasificación de las excavaciones

La excavación en zanja en este proyecto se considera como clasificada, dependiendo de los equipos de excavación necesarios en función de la pendiente del terreno.

Ejecución de las obras

Una vez terminadas las operaciones en la zanja, esta debe quedar integrada lo más posible en el entorno. Con objeto de aprovechar para esto el material excavado en la zona más superficial, que se encuentra más alterado, se procederá como sigue (de forma general para todos los tipos de zanja considerados):

Se excavará hasta una profundidad de unos 0.50-0.60 m y el material extraído se acopiará al lado de la zanja contrario a aquel en el que se sitúe el vial de la planta más cercano, con lo que se mantendrá lo más inalterado posible hasta el momento de su empleo. Las excavaciones se conservarán en buen estado, libres de materiales sueltos y escombros. Las tierras deberán ser apiladas a una distancia mínima de un metro del borde de la zanja y dispuestas para no afectar a su estabilidad. El volumen de excavación previsto, contando con que el factor de esponjamiento del material es de 1, será suficiente para el relleno de la zanja, descontando el volumen de arena necesario.

El material excavado en el resto de la profundidad de la zanja, de textura más rocosa y más difícil de integrar en el entorno, se acopiará al otro lado de la zanja, siguiendo las mismas directrices anteriores, hasta su empleo en otra unidad de obra o su transporte a vertedero.

Deben realizarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones y la buena ejecución de los trabajos.

Las paredes laterales de la excavación tendrán la forma y dimensiones exigidas en los planos.

El tapado de la zanja responderá al siguiente esquema general:

Tapado en primera fase:

Zanja en campo: se procede a disponer una capa de unos 10 cm de lecho de arena sobre el que apoya la conducción. Se realizará la puesta en zanja del cableado de media tensión directamente sobre lecho de arena y de la canalización de control (en tubo corrugado de PVC de 90 mm de diámetro) utilizando para ello los medios adecuados. Una vez puesta en zanja, se procede a su tapado en primera fase, quedando recubiertos las conducciones por una capa de arena, debidamente compactada, según los planos tipo. En cuanto a la disposición del cable de tierras de 50 mm² se muestra en los planos correspondientes.

Zanja paso camino: se emplean en caso de existir cruzamiento con viales, utilizando hormigón HM-15/P/40/IIa+H para proteger las conducciones e impedir que el terreno ceda. En este caso, el cableado de media tensión se dispone en el interior de tubo corrugado de PVC de 200 mm, disponiéndose la canalización de control en el interior tubos corrugados de PVC de diámetro exterior 90 mm. La disposición del cable de tierras de 50 mm² se muestra en los planos correspondientes. La colocación del hormigón se realizará de manera que la conducción no sufra roturas ni deformaciones. Para ello se tomarán las siguientes precauciones:

- Se evitará el vertido directo de la masa de hormigón sobre la conducción a fin de no producir roturas ni desplazamientos. Para ello se utilizarán canaletas que dirigirán la caída del hormigón.
- Se extenderá el hormigón en tongadas de 30 cm máximo a fin de garantizar el llenado de huecos entre el fondo de la zanja y el tubo, entre el tubo y la pared.
- La compactación del hormigón se hará de forma cuidadosa tratando de no dañar el tubo y de facilitar el relleno de espacios libre con masa.
- El proceso de hormigonado se realizará completando el prisma en una determinada longitud, evitando la formación de juntas horizontales.

Cinta de señalización

Como señal de aviso y con el fin de evitar accidentes cuando en el futuro se realicen obras sobre la construcción instalada, se colocará a una distancia mínima de 20 cm de la conducción de potencia, una cinta de señalización (según Norma RU 02102-90).

Tapado en segunda fase

Con esta operación se completa el relleno de la zanja una vez colocadas las conducciones que van a discurrir por la misma. Se utilizará la tierra acopiada que estará libre de cascotes, ramas y raíces, compactando con medios mecánicos por tongadas de 30 cm de espesor máximo (95 % P.M.), hasta conseguir el tapado completo. En el caso de zanjas bajo cuneta, una vez completado el tapado, se procederá a la ejecución de la cuneta revestida con hormigón en masa HM-20, y unas dimensiones de 0,6 metros de anchura, una profundidad de 0,3 metros y un espesor de 10 cm, con taludes 1H:1V.

Una vez tapadas y rellenadas las zanjas, la cicatriz de la misma deberá eliminarse en lo posible, retirando los fragmentos rocosos de la superficie y cubriéndola con tierra vegetal donde lo requiera, a criterio del Director de Obra.

Como criterio general, se evitará los posibles cambios de dirección de los tubos. Las canalizaciones estarán debidamente selladas en sus extremos. Asimismo, estarán señaladas en el terreno, una vez que estén concluidas, con unos hitos de señalización pintados a modo de identificación de la zanja, y dispuestos cada 50 m, en los cambios de dirección y en las derivaciones.

En las zanjas de campo cada 80 m se dispondrá una arqueta cuadrada prefabricada de hormigón expandido, para el cable de telemando y el control del parque. En las zanjas de paso bajo camino se colocarán arquetas a la entrada y salida del paso.

En cada una de las arquetas, el tubo de PVC que protege la canalización de control será sellado exteriormente mediante espuma de poliuretano, al objeto de evitar la acción de los roedores.

Excesos inevitables

Los sobrecargos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director de Obra.

7.2.6. Excavaciones en cimientos

Definición

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para abrir los cajeados de cimentaciones de los centros de inversores.

Su ejecución incluye las operaciones de:

- Excavación.
- Nivelación y adecuación del terreno.
- Retirada de los productos sobrantes a vertedero, depósito o lugar de empleo.

Clasificación de las excavaciones

Se definen las siguientes unidades de excavación:

- -Excavación en roca fácilmente ripable.
- -Excavación en roca, con ripado duro o voladura.

Ejecución de las obras

Antes de comenzar las excavaciones se determinará el aprovechamiento de los materiales para la ejecución de otras unidades de obra o para otros objetivos de la propiedad.

La excavación se realizará con taludes 1:1 hasta superar el espesor de suelo residual, pasando a paredes verticales a partir de ese punto.

Los materiales excavados en los primeros 0.50-0.60 m deben acopiarse independientemente del resto de los productos extraídos para permitir su extendido final sobre el resto de materiales vertidos en el relleno posterior de cubrición de las zapatas.

Los materiales no aprovechables en obra y que no sean útiles deberán ser transportados a vertedero. El Contratista deberá realizar a su costa, todas las gestiones legales y comerciales para la utilización de las zonas destinadas a vertedero. Deben formarse aguas hacia cauces naturales y tender taludes estables de forma que una vez terminados no dañen el aspecto general del paisaje. Todo esto sin perjuicio de las obligaciones que el Contratista adquiera con terceras personas.

Deben realizarse todas las entibaciones, protecciones y señalizaciones necesarias para garantizar la seguridad de las operaciones y la buena ejecución de los trabajos.

Podrá modificarse la profundidad de la cimentación a la vista de los productos extraídos. El Director de la Obra decidirá la base de la cimentación.



Excesos inevitables

Los sobrecargos de excavación necesarios para la ejecución de la obra deberán ser aprobados, en cada caso, por el Director de Obra.

7.2.7. Terraplenes y pedraplenes

Definición

A los efectos de lo previsto en las definiciones que figuran en los Artículos 330 y 331 del PG-3/75 se considera terraplén o pedraplén la extensión y compactación de suelos procedentes de las excavaciones o de préstamos.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Preparación de la superficie de asiento del terraplén.
- Extensión de una tongada.
- Humectación o desecación de una tongada.
- Compactación de una tongada

Estas tres últimas, reiteradas cuantas veces sea preciso.

Vendrán incluidas en la unidad, no habiendo lugar a su abono por separado, las operaciones de acabado y refino de la explanación y taludes con las tolerancias que se fijan.

Materiales y ejecución de las obras

Previamente al extendido del terraplén se efectuará la eliminación de la capa vegetal en espesor definido por el Director de Obra.

Para la ejecución de los terraplenes o pedraplenes se utilizará el material de la excavación que cumpla las condiciones exigidas al material para terraplén o pedraplén.

En caso de empleo de materiales muy heterogéneos deberá efectuarse una mezcla suficiente, a juicio del Técnico Director, para su empleo o en caso contrario podrán ser rechazados.

En ningún caso se construirán terraplenes directamente sobre terrenos inestables. En el caso de precisarse, se interpondrá una capa de asiento de naturaleza y espesor tales que garanticen la adecuada cimentación del terraplén.

Las tongadas se extenderán siempre sobre superficies horizontales o con pendientes no superiores al 12%. Los apoyos a media ladera deberán escalonarse previamente mediante excavación para impedir la formación de planos inclinados favorables al deslizamiento.

En el caso de ser necesario realizar excavaciones no previstas en los Planos, para la cimentación del terraplén, su abono se realizará con el precio "M3 Excavación de la explanación y cunetas en suelos y terrenos de tránsito, incluso transporte de productos a vertedero o lugar de empleo."

El espesor de tongadas más conveniente deberá determinarse de acuerdo con las características del material de terraplenado y de los tipos de compactadores a utilizar a la vista de los resultados



de los ensayos efectuados en la obra. En el caso de emplear compactadores estáticos no se deberá superar en espesor de tongadas de treinta centímetros (30 cm.), pudiéndose determinar en cada caso el espesor de tongada óptimo para el material previa compactación con tres espesores diferentes.

En cualquier caso se utilizarán rodillos de peso no inferior a ocho toneladas (8 tn.) y la compactación se efectuará con el número de pasadas que fuese necesario, hasta alcanzar la compactación necesaria, descrita en el apartado 330.3.1.

En el caso de emplear rodillos vibrantes el espesor de tongadas podrá alcanzar los cuarenta centímetros (40 cm.) de acuerdo con las características granulométricas del material empleado. En este caso se utilizarán rodillos vibrantes con peso no inferior a doce toneladas (12 tn.) con el número de pasadas que fuese necesario, hasta alcanzar una compactación de al menos 98% de la máxima densidad obtenida en el ensayo de próctor normal.

La humedad del material estará en +2% de la humedad óptima del ensayo Próctor normal.

El sistema y maquinaria de compactación elegidos por el Contratista deberán ser aprobados por el Técnico Director.

La escarificación y compactación del terreno natural se hará en toda la anchura que ocupa la explanada futura tanto si va en desmonte como en terraplén y su profundidad no será inferior a treinta centímetros (30 cm.).

Tolerancias

La tolerancia máxima admisible entre los planos o superficies de taludes y coronación de terraplén de Proyecto y los realmente construidos estará comprendida entre +10 y 0 cm y no presentará irregularidades superiores a + 5 cm.

Estas tolerancias se entenderán tanto en la ejecución como al final del plazo de garantía

Ensayos de control de calidad

Tanto para los terraplenes que se ejecuten con material procedente de los desmontes de la traza, como las que se ejecuta con material procedente de préstamos se realizarán:

-10 Densidades "in situ" cada 5000 m² de tongada, según normas NLT-109 y 110.

-Las densidades obtenidas deberán ser > 100% Proctor Normal en coronación de terraplenes y > 95% en el núcleo y cimientos.

-10 Humedades "in situ" en cada 5000 m² de tongada, que no podrán diferir + 2% de la humedad óptima del Proctor normal. Se realizarán de acuerdo a las Normas NLT-102-103.

7.2.8. Rellenos localizados

Definición

Estas unidades consisten en la extensión de suelos procedentes de las excavaciones para relleno de zanjas, saneos, trasdós de obras de fábrica, recubrimientos de zapatas o cualquier zona cuyas dimensiones no permitan la utilización de maquinaria de elevado rendimiento.



Será de aplicación respecto a estos rellenos, junto a lo que seguidamente se señala lo preceptuado en el Artículo 332 del PG-3/75.

Materiales

El material para el relleno de las zanjas será el procedente de la excavación de los 0.50-0.60 m superiores de la propia zanja.

El material para recubrimiento de las losas de los centros de inversores será el procedente de la excavación de las mismas, empleándose en la coronación del mismo los materiales excavados más superficiales, debidamente segregados durante la excavación.

Los materiales a emplear en rellenos que forman parte de la infraestructura serán suelos semejantes a los que se empleen en las zonas correspondientes de los terraplenes.

Equipo necesario para la ejecución de las obras

Será obligatoria la aportación de maquinaria para extendido, humectación y compactación adecuada a las exigencias del relleno en este Pliego. El equipo de trabajo será aprobado por la Dirección de la Obra.

En principio el espesor de tongadas medidos después de la compactación no será superior a veinte (20) centímetros. No obstante, el Director de la obra podrá modificar este espesor a la vista de los medios disponibles y del resultado de los ensayos que se efectúen.

Ensayos de control de calidad

Se realizarán las medidas de densidad y humedad “in situ” de acuerdo con la Norma NLT-109 y 110 y NLT-102-103 para cada tongada.

En todos los rellenos que estén dentro de la explanación, la densidad que se alcance después de la compactación no será inferior a la obtenida en el ensayo Proctor Modificado.

En el resto de los rellenos la densidad que se alcance después de la compactación no será inferior al noventa y cinco (95) por ciento de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal.

7.2.9. Relleno de zanjas con material granular

Definición

Consiste en el relleno de la franja inferior de las zanjas de cables con material granular.

Materiales

El material para el relleno de la parte inferior de las zanjas será arena de río o de cantera

7.3- PARTE 3ª.-DRENAJE

7.3.1. Cunetas de hormigón ejecutadas en obra

Definición

Esta unidad comprende la ejecución de cunetas y acequias de hormigón, construidas sobre un lecho de asiento previamente preparado.

Los tipos y dimensiones de las cunetas son los que figuran en los Planos correspondientes. El fondo se nivelará para asegurar la pendiente adecuada. El desagüe se hará a cauces o colectores apropiados y no se causará perjuicio a las propiedades colindantes ni a los márgenes en general.

En esta unidad está incluido:

- La preparación de la superficie de asiento.
- Los posibles rellenos
- La cuneta revestida propiamente dicha
- La nivelación
- Cualquier trabajo u operación auxiliar necesarios para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Ejecución de las obras

Las cunetas de hormigón se ajustarán a la forma y dimensiones señaladas en los planos.

Una vez nivelada y compactada la superficie de asiento, se procederá al extendido del hormigón con los espesores que se señalan en los planos, poniendo especial cuidado en las conexiones de las cunetas con otros elementos, tales como arquetas, bajantes, etc.; evitándose que existan pérdidas en estas conexiones y estancamientos o rebosamientos.

Tolerancias

La diferencia con respecto a la cota teórica no será mayor o menor a 10 mm siempre que no haya retención de agua y se comprobará un punto cada 10 m en zona de pendientes inferiores a 2% y cada 20 m. en zonas de pendientes superiores.

Ensayos de control de calidad

Se realizarán:

- 6 probetas cada 100 m³ de hormigón o por cada día en que se utilicen más de 25 m³ para determinar la resistencia a compresión a 28 días de acuerdo con la Norma UNE-7240 - 7242.
- 3 ensayos de asentamiento en el cono de Abrams, según norma UNE-7103, cada Cunetas no revestidas

Definición

Esta unidad de obra se refiere a la ejecución de cunetas en desmontes y de cunetas de protección en pie de terraplenes.

En esta unidad de obra la excavación será no clasificada, incluyendo:

- La excavación y extracción de los materiales de la zanja que forma la cuneta, así como la limpieza del fondo de la excavación y el perfilado.
- Las operaciones de carga, transporte y descarga en las zonas de empleo o almacenamiento provisional, incluso cuando el mismo material haya de almacenarse

varias veces, así como la carga, transporte y descarga desde el último almacenamiento hasta el lugar de empleo o vertedero (en caso de materiales inadecuados sobrantes).

- La conservación adecuada de los materiales.
- Los agotamientos y drenajes que sean necesarios.
- Cualquier trabajo, u operación auxiliar necesarios para la correcta y rápida ejecución de esta unidad de obra.

Ejecución de las obras

No se autorizará la ejecución de ninguna excavación que no sea llevada a cabo en todas sus fases con referencias topográficas precisas.

Las profundidades y dimensiones de la excavación serán las indicadas en los planos, a menos que el Técnico Director, a la vista de los terrenos que se presenten durante el desarrollo de la excavación, fije por escrito otras profundidades y/o dimensiones.

Si se produjeran desprendimientos, todo el material que cayese en la excavación será extraído por el Contratista.

Una vez acabada la excavación se procederá al perfilado de las paredes de la cuneta.

El Contratista informará al Técnico Director inmediatamente sobre cualquier fenómeno imprevisto, tal como irrupción de agua, movimiento del suelo, etc., para que puedan tomarse las medidas necesarias.

El Contratista tomará medidas inmediatas, que cuenten con la aprobación del Técnico Director, frente a los niveles acuíferos que se encuentran en el curso de la excavación.

En el caso de que el Contratista no tome a tiempo las precauciones para el drenaje, sean éstas provisionales o definitivas, procederá en cuanto al Técnico Director lo indique, al restablecimiento de las obras afectadas y correrán a su cargo los gastos originados por esta demora.

Tolerancias

Una vez alcanzado el fondo de la excavación se procederá a su limpieza y nivelación permitiéndose unas tolerancias respecto a la cota teórica en más o menos de cinco centímetros (+ ó -5 cm) en el caso de tratarse de suelos, y en más cero y menos veinte centímetros (+0, -20 cm) en el caso de tratarse de roca.

7.3.2. Tubos de hormigón

Definición

Se definen como tubos de hormigón los que se obtienen mediante hormigón en masa, y se utilizan en la construcción de obras de fábrica.

La ejecución de esta unidad comprende la adquisición del tubo, su colocación en obra y la ejecución de las juntas.

Materiales



Condiciones Generales

Los materiales a emplear en la fabricación de los tubos cumplirán las condiciones exigidas en este Pliego a los hormigones.

Los tubos de hormigón se fabricarán mecánicamente por un procedimiento que asegure una elevada compacidad del hormigón.

Deberán resistir una presión hidrostática de prueba de cinco (5) atmósferas sin presentar exudaciones, poros o quiebras de ninguna clase y comprobará su resistencia debiendo ésta en cada caso ser la necesaria para soportar la carga del terreno.

En todo caso, los tubos obtenidos serán fuertes, duraderos y libres de defectos, grietas y deformaciones.

Resistencia

El Director de las obras podrá exigir las pruebas de resistencia que estime necesarias. Al tubo de sección circular se le aplicara el ensayo de las tres (3) generatrices de carga según la Norma ASTM C.497-72.

Forma y dimensiones

Los tubos serán perfectamente lisos, circulares, de generatriz recta y bien calibrados. La flecha máxima medida por el lado cóncavo de la tubería será de un centímetro por metro (1 cm/m).

La superficie interior será razonablemente lisa y no se admitirán más defectos que los de carácter accidental o local, siempre que no supongan merma de la calidad de los tubos ni de su capacidad de desagüe.

Juntas

Las juntas se realizarán mediante junta de goma.

Ejecución de las obras

Antes de proceder a la colocación de los tubos se procederá a la sustitución del terreno existente por debajo de la generatriz de apoyo del tubo por 15 cm de hormigón HM -20.

Esta base de apoyo tendrá una anchura igual o superior al diámetro exterior del tubo más 20 cm.

La colocación de los tubos con el diámetro que se indica en los planos se hará en contrapendiente, evitando cualquier operación que pueda dañar a los mismos, comprobándose su correcta colocación antes de proceder al encaje definitivo con su junta de goma.

Una vez montado el tubo de acuerdo con lo indicado anteriormente, se procederá a la ejecución de arquetas y aletas, ajustándose a las dimensiones que figuran en los planos para cada uno de dichos elementos, y lo más rápidamente posible, con el fin de evitar que el agua produzca daños a las obras.



Posteriormente se encofrarán por ambos lados y se hormigonarán en toda su circunferencia, según planos.

Tolerancias

No podrá tener más de un 5% en espesores y de un 2% en dimensiones lineales, que no afecten a la funcionalidad.

La desviación de la línea recta máxima desde cualquier punto de la generatriz de apoyo al plano horizontal tomado como referencia no será en ningún caso superior a 5 mm para tubos de longitud igual a un metro. Dicha medición se realizará haciendo rodar el tubo una vuelta completa sobre el plano horizontal de referencia.

En todos los casos, el promedio de los diámetros interiores tomados en las cinco secciones transversales resultantes de dividir un tubo en cuatro partes iguales no debe ser inferior al diámetro nominal del tubo. Como diámetro interior de cada una de las cinco secciones se considerará el menor de dos diámetros perpendiculares cualquiera.

7.4- PARTE 4ª.-FIRMES

7.4.1. Zahorras artificiales

Definición

Zahorra artificial es una mezcla de áridos, total o parcialmente machacados, en la que la granulometría del conjunto de los elementos que la componen es de tipo continuo.

Configuración granulométrica

El uso previsto en el presente proyecto para la zahorra artificial es el Z-1 salvo disposición en contrario por parte del Director de Obra.

La granulometría de esta zahorra artificial será:

Tamices UNE	Cernido Ponderal acumulado %
50 mm.	100
40 mm.	70-100
25 mm.	55-85
20 mm.	50-80
10 mm.	5-15
5 mm.	30-60
2.0 mm.	20-45
0.40 mm.	10-30
0.08 mm.	5-15



El porcentaje que pasa por el tamiz de 0,08 mm., será inferior a la mitad del porcentaje que pasa por el tamiz 0,40 mm, en peso.

Ejecución de las obras.

Antes de proceder a extender la zahorra artificial será preceptivo que el Director de la Obra lo autorice por escrito en el Libro de Órdenes, después de comprobar el resultado de los ensayos e informes de Equipo de Dirección para asegurarse de que la planimetría como la compactación de la explanada son las correctas. Dichos resultados deberán estar especificados en el Libro de Incidencias.

En los puntos de extracción o de procedencia del material deberá acopiarse éste en cantidad suficiente para asegurar un suministro homogéneo a la obra. Dicho acopio será controlado diariamente por el Equipo de Dirección de obra indicando todos los días los resultados de laboratorio obtenidos en el Libro de Incidencias, antes de proceder a su empleo.

La extensión podrá efectuarse mediante motoniveladoras o extendedoras, pero, en cualquier caso, en espesores no superiores a treinta centímetros (30 cm.).

La humectación de la zahorra artificial, para alcanzar el óptimo del ensayo Proctor modificado podrá realizarse en central o in situ, pero en cualquier caso antes de empezar la compactación. Se admitirá una tolerancia máxima del 2 % respecto al óptimo, y se preferirá el lado seco al húmedo.

La compactación se realizará con rodillos vibratorios y/o compactadores de neumáticos pesados, realizando un tramo de prueba previo determinado por el Director de la Obra que permita determinar el número de paradas y el nivel de humedad más adecuado al equipo disponible.

Durante las obras, en épocas secas, se realizarán riegos periódicos de toda la plataforma de rodadura para evitar la formación de polvo y favorecer la compactación por uso. La frecuencia de los riegos la establecerá el director de obra, pudiendo requerirse hasta dos riegos semanales. En caso de rodarse sobre la explanación en terreno natural o en terraplén, se mantendrá el mismo criterio de riegos.

Especificaciones de la unidad terminada

Densidad

La compactación de la zahorra artificial se continuará hasta alcanzar una densidad no inferior a la que corresponda al cien por cien (100%) de la máxima obtenido en el ensayo "Proctor modificado", según la norma NLT 108/72, efectuando las pertinentes sustituciones de materiales gruesos.

El ensayo para establecer la densidad de referencia se realizará sobre muestras de material obtenidas "in situ" en la zona a controlar, de forma que el valor de dicha densidad sea representativo de aquélla. Cuando existan datos fiables de que el material no difiere sensiblemente, en sus características, del aprobado en el estudio de los materiales y existan



razones de urgencia, así apreciadas por el Técnico Director, se podrá aceptar como densidad de referencia la correspondiente a dicho estudio.

Tolerancias geométricas de la superficie acabada

Dispuestas estacas de refino, niveladas hasta milímetros (mm) en los puntos de control de espesores, de acuerdo con los Planos, y bordes de perfiles transversales cuya separación no excede de la mitad ($\frac{1}{2}$) de la distancia entre los perfiles del Proyecto, se comparará la superficie acabada con la teórica que pase por la cabeza de dichas estacas.

La citada superficie no deberá diferir de la teórica en ningún punto en más de veinticinco milímetros (25 mm).

En todos los semiperfiles se comprobará la anchura extendida, que en ningún caso deberá ser inferior a la teórica deducida de la sección-tipo de los Planos.

Será optativa del Técnico Director la comprobación de la superficie acabada con regla de tres metros (3 m), estableciendo la tolerancia admisible en dicha comprobación.

Las irregularidades que excedan de las tolerancias especificadas se corregirán por el Constructor, a su cargo. Para ello se escarificará en una profundidad mínima de quince centímetros (15 cm.), se añadirá o retirará el material necesario y de las mismas características, y se volverá a compactar y refinar.

Cuando la tolerancia sea rebasada por defecto y no existieran problemas de encharcamiento, el Técnico Director podrá aceptar la superficie.

Ensayos de control de calidad

Control de procedencia

Antes del inicio de la producción, se reconocerá cada procedencia, determinándose su aptitud en función del resultado de los ensayos. El reconocimiento se realizará de la forma más representativa posible, mediante toma de muestras en los acopios o a la salida de la cinta de las instalaciones de machaqueo.

Para cualquier volumen de producción previsto se ensayará un mínimo de cuatro (4) muestras.

Sobre cada muestra se realizarán los siguientes ensayos:

- Humedad natural, según la Norma 102/72
- Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72
- Límite líquido e índice de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72.
- Proctor modificado, según la Norma NLT 108/72-Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72
- Índice de lajas, según la Norma NLT 354/74
- CBR, según la Norma NLT 111/78
- Desgaste Los Angeles, según la Norma NLT 149/72
- Coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86



Además, sobre una (1) de las muestras se determinará el peso específico de gruesos y finos, según las Normas NLT 153/76 y 154/76.

Control de producción

Se realizarán los siguientes ensayos:

Por cada mil metros cúbicos (1000 m³) de material producido.

- Próctor modificado, según la Norma NLT 108/72
- Equivalente de arena, según la Norma NLT 113/72
- Granulometría por tamizado, según la Norma NLT 104/72

Cada cinco mil metros cúbicos (5000 m³) de material producido.

- Índice de lajas, según la Norma NLT 354/74
- Límite líquido de plasticidad, según las Normas NLT 105/72 y 106/72
- Coeficiente de limpieza, según la Norma NLT 172/86

Cada quince mil metros cúbicos (15000 m³) de material producido, o una (1) vez al mes si se emplea menos material:

- Desgaste Los Angeles, según la Norma NLT 149/72

Control de ejecución

Se considerará como "lote", que se aceptará o rechazará en bloque, al material uniforme que entre en doscientos cincuenta metros (250 m) de calzada o en la fracción construida diariamente si ésta fuere menos.

Las muestras se tomarán, y los ensayos "in situ" se realizarán, en puntos previamente seleccionados mediante un muestreo aleatorio, tanto longitudinalmente como transversalmente.

Compactación

Sobre una muestra de efectivo seis unidades (6 Ud) se realizarán ensayos de:

- Humedad natural, según la Norma NLT 102/72
- Densidad "in situ", según la Norma NLT 109/72

Materiales

Sobre cada uno de los individuos de la muestra tomada para el control de compactación, según el apartado 501.7.3.1. del presente Artículo, se realizarán ensayos de:

- Granulometría por tamizado, según la Norma 104/72
- Proctor modificado, según la Norma NLT 108/72

Criterios de aceptación o rechazo del lote



La densidad media obtenida en la tongada compactada no deberá ser inferiores a las especificaciones en el apartado 501.4.1. del presente Artículo; no más de dos (2) individuos de la muestra podrán arrojar resultados de hasta dos (2) puntos porcentuales por debajo de la densidad exigida.

Los ensayos de determinación de humedad tendrán carácter indicativo y no constituirán por si solos base de aceptación o rechazo.

Si durante la compactación apareciesen blandones localizados, se corregirán antes de iniciar el muestreo.

Para la realización de ensayos de humedad y densidad podrán utilizarse métodos rápidos no destructivos, tales como isótopos radiactivos, carburo de calcio, pionómetro de aire, etc., siempre que mediante ensayos previos se haya determinado una correspondencia razonable entre estos métodos y las Normas NLT 102/72 y 109/72.

Caso de no alcanzarse los resultados exigidos, el lote se recompactará hasta alcanzar las densidades y módulos especificados.

7.5- PARTE 5ª.-ESTRUCTURAS

7.5.1. Armaduras a emplear en hormigón armado

Definición

Se define como armaduras a emplear en hormigón armado al conjunto de barras de acero que se colocan en el interior de la masa de hormigón para ayudar a éste a resistir los esfuerzos a que está sometido.

Materiales

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en el artículo 31 de la EHE. Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán del tipo B-500-S.

Colocación

Se efectuará de acuerdo con los artículos 66 y 67 de la EHE.

Las armaduras se cortarán y doblarán ajustándose a las dimensiones e indicaciones dadas en los planos, del Proyecto.

Las distancias entre las armaduras y los encofrados se mantendrán mediante separadores dispuestos según el artículo 66.2 de la EHE. El tipo de separador a utilizar se ajustará a lo especificado en el artículo 37.2.5 de la EHE, debiendo contar además con la aprobación de la Supervisión de Obra. Los materiales a emplear como separadores serán hormigón o plástico; en ningún caso se admitirá madera ni materiales cerámicos.

Cuando sea necesario colocar solapes no previstos en los planos su disposición deberá ser aprobada previamente por la Supervisión de Obra.



Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener la aprobación por escrito de las armaduras colocadas.

Tolerancias geométricas de las obras

Respecto a la fabricación de las armaduras las tolerancias serán las siguientes:

- -Longitud de corte ± 25 mm
- -Altura y longitud de barras dobladas 0,-12 mm
- -Estribos y cercos ± 12 mm
- -Todos los demás doblados ± 25 mm

En la colocación de las armaduras las tolerancias serán:

Recubrimiento:

- -Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón +10 mm
- -Estructuras +6 mm
- -Losas + 6 mm

Distancia entre barras:

- -Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón +15 mm
- -Estructuras +6 mm
- -Losas +6 mm

Ensayos de control de calidad

El control de la calidad de los aceros que se empleen se efectuará de acuerdo con el artículo 90 de la EHE, según el nivel de control fijado en los planos de proyecto.

Medición y abono

El acero se abonará por kg realmente ejecutado, al precio de:

- Kg de Acero corrugado B-500-S para armar, cortado, doblado y montado, según planos 01.12 del Proyecto de Ejecución, incluso despuntes y separadores, totalmente terminado según la norma EHE

7.5.2. Hormigones

Definición

Los hormigones cumplirán las condiciones establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE y en la Instrucción RC-97.

Cemento

El cemento a emplear en la fabricación de los hormigones será el especificado en anteriores apartados del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.



Adiciones

Se definen como aditivos aquellos productos, excepto cemento, áridos y agua, que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus características.

Cumplirán las prescripciones del artículo 29 de la EHE.

Los aditivos solo podrán emplearse con la aprobación escrita y previa por parte de la Supervisión de Obra. Para ello el Contratista propondrá el tipo de producto y la dosificación a emplear a la Supervisión de Obra, que lo aprobará o rechazará, previo ensayo si lo considera oportuno.

No obstante, se establecen las siguientes limitaciones. Si se emplea cloruro cálcico como acelerador de fraguado su dosificación será igual o menor al 2% en peso del cemento, pudiendo llegar al 3,5% si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, y solamente para hormigones en masa.

Tipos

Los tipos de hormigón definidos a ejecutar en el presente proyecto corresponderán a los siguientes: HM-15, HM-20, HA-25 y HA-30.

Dosificación del hormigón

Se efectuará de acuerdo con las prescripciones del artículo 68 de la EHE, con las modificaciones incluidas en la presente Especificación.

El estudio de la dosificación se hará siempre con ensayos previos, de acuerdo con los artículos 30, 37 y 68 de la EHE.

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse antes de que la Supervisión de Obra haya aprobado la fórmula de trabajo propuesta por el Contratista. Dicha fórmula señalará exactamente:

- La granulometría de los áridos combinados.
- Las dosificaciones de cemento, agua y eventualmente aditivos por m³ de hormigón fresco.
- La consistencia, indicada por el descenso en el cono de Abrams.

La fórmula de trabajo para un mismo hormigón habrá de ser reconsiderada si varía alguno de los siguientes factores:

- El tipo de cemento.
- El tipo, absorción o tamaño del árido grueso.
- El módulo granulométrico del árido fino en más de dos décimas.
- La naturaleza o proporción de aditivos.
- El método de puesta en obra.

Fabricación del hormigón



Se realizará de acuerdo con el artículo 69 de la EHE, con las modificaciones que se incluyen en esta especificación.

El amasado se efectuará siempre en hormigonera, con medición de las cantidades de cemento y de áridos por peso y del agua en volumen.

Solamente en obras de escasa importancia y para pequeñas cantidades de hormigón, podrán dosificarse los áridos en volumen, con autorización previa por escrito de la Supervisión de Obra, y amasando siempre en hormigonera.

Los materiales se verterán dentro de la hormigonera en el siguiente orden:

- 1) Una parte de la dosis de agua (aproximadamente la mitad).
- 2) El cemento y la arena simultáneamente.
- 3) La grava.
- 4) El resto del agua hasta completar la dosis requerida.

Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida directamente en la hormigonera.

Transporte y puesta en obra del hormigón

Se efectuará de acuerdo con lo especificado en los artículos 69 y 70 de la EHE y en esta especificación.

El transporte se efectuará tan rápidamente como sea posible y de forma que no transcurra más de hora y media desde su amasado hasta su colocación definitiva.

El sistema de transporte deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra.

Cuando el transporte se realice en camiones, estarán provistos de agitadores y la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto. Durante el período de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

Colocación y compactación

No se permitirá una altura libre de caída del hormigón durante su colocación mayor de 1,75 m. Para alturas mayores deberán adoptarse disposiciones especiales de vertido, que deberán someterse a la aprobación de la Supervisión de Obra.

El espesor de las tongadas será el necesario para conseguir que la compactación alcance a todo el interior de la masa sin producir disgregación de la mezcla.

Este espesor en ningún caso será superior a 50 cm.

Cuando el hormigonado deba efectuarse sin interrupción y por tongadas sucesivas, estas se extenderán y compactarán antes de que se inicie el fraguado en la inmediatamente inferior.

La compactación se efectuará de un modo continuo durante el vertido del hormigón. No se verterá una nueva tongada sin haber compactado completamente la anterior.



La compactación se efectuará siempre con vibrador y de acuerdo con el artículo 70 de la EHE. El tipo de vibrador deberá ser aprobado por la Supervisión de Obra, debiendo contarse con al menos un vibrador de reserva durante el hormigonado.

Juntas de hormigonado

Se ejecutarán de acuerdo con el artículo 71 de la EHE.

No se harán más juntas de hormigonado que las previstas en los planos, y aquellas que, sin estar previstas en los planos, hayan sido autorizadas por escrito por la Supervisión de Obra.

La posición, forma y refuerzos de las juntas de construcción serán las indicadas en los planos de proyecto o, en su defecto, las propuestas por el Contratista y aprobadas por la Supervisión de Obra.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante al menos diez días, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

Cuando por causas de fuerza mayor sea necesario cortar el hormigonado de forma imprevista, se hará siempre con la supervisión de la Dirección de Obra y cortando a un quinto de la luz del último elemento completamente hormigonado, y seccionando el corte de hormigonado con inclinación de 45º respecto el eje del elemento a hormigonar.

El tratamiento de la junta, antes de continuar el hormigonado se hará por alguno de los procedimientos autorizados por el EHE, pero en todo caso con la aprobación de la Supervisión de Obra.

No se permitirá el vertido de hormigón sobre otro anterior cuando éste no sea susceptible de ser vibrado, porque se haya iniciado el principio de fraguado o cuando la Supervisión de Obra estime que puede ser perjudicial a la adherencia entre las armaduras y el hormigón. Si se produce, por consiguiente, una nueva junta de construcción, y si está situada en lugar no aceptable a juicio de la Supervisión de Obra, se deberá picar y demoler el hormigón necesario con el fin de trasladar la junta a la posición debida, siendo todos estos trabajos a expensas del Contratista.

La Supervisión de Obra podrá exigir la utilización de resinas epoxi para la ejecución de las juntas de hormigonado.

Se exigirá la utilización de resinas epoxi para la reparación de coqueras y otros defectos en el hormigón. La forma de realizar esta reparación deberá ser aprobada por la Supervisión de Obra y será a expensas del Contratista. No podrá efectuarse ninguna reparación sin autorización previa de la Supervisión de Obra.

Hormigonado en condiciones especiales.

Hormigonado en tiempo frío

Se atenderá a lo especificado en el artículo 72 de la EHE.

Ningún ingrediente utilizado deberá contener hielo, nieve, o cualquier elemento deteriorante.

La utilización de acelerador de fraguado y/o los métodos a emplear para garantizar la calidad del hormigón colocado deberán ser aprobados previamente por la Supervisión de Obra.

En todo caso, los procedimientos empleados para calentar el hormigón y el encofrado, no deben tener ningún efecto de secado sobre el hormigón.

Una vez se haya vertido el hormigón, la temperatura del mismo deberá mantenerse por encima de 5º C hasta que se haya endurecido lo suficiente.

El hormigón deberá protegerse de la helada, por procedimientos suficientemente sancionados por la práctica, durante un intervalo mínimo de 72 horas. Si se emplea cemento aluminoso o acelerantes de fraguado, el intervalo mínimo podrá rebajarse a 36 horas.

Al comienzo de los trabajos el Contratista propondrá a la Supervisión de Obra, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando la temperatura mínima diaria descienda de +5ºC en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar al menos lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M2 de lámina de plástico o lonas dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Tabla de tiempos desencofrado/temperaturas en los N días desde el hormigonado.
- Nº de probetas de información a conservar en el mismo lugar y condiciones de la pieza hormigonada y que servirán para controlar el comportamiento del hormigón.
- Métodos y maquinaria dispuesta para calentar materiales.
- Duración de las medidas de protección.

Hormigonado en tiempo caluroso

Se atenderá a lo especificado en el artículo 73 de la EHE.

Se adoptarán las medidas necesarias para que la temperatura de la masa de hormigón en el momento de colocarse en obra no sea superior a 30ºC.

Cuando la temperatura ambiente sea superior a 40ºC, solamente se podrá hormigonar con autorización previa de la Supervisión de Obra. Para ello el Contratista deberá presentar, con anterioridad al comienzo de la puesta en obra del hormigón, una propuesta de método a emplear para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

La precaución mínima a tomar será la de regado continuo de las superficies del hormigón durante diez días.

Al comienzo de los trabajos, el Contratista propondrá a la Supervisión de Obra, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando las temperaturas máximas diarias superen los 35º C en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar, al menos, lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M3 de arena dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Nº de operarios y turnos de trabajo.
- Toldos y estructuras que dispondrá en obra para protección de superficies.
- Redes provisionales de agua a instalar o en su defecto maquinaria auxiliar que dispondrá en obra.
- Duración de las medidas de protección.

Curado

Se efectuará de acuerdo con el artículo 74 de la EHE.

El procedimiento de curado deberá ser aprobado previamente por escrito por la Supervisión de Obra, que fijará también el plazo mínimo a que debe extenderse

Cuando el procedimiento sea por riego directo con agua, el curado se prolongará como mínimo durante siete días a partir del hormigonado.

El Contratista protegerá durante la ejecución de las obras todas las superficies hormigonadas contra cualquier tipo de agresión, como pisadas, rodaduras, vibraciones del encofrado, etc. hasta que el hormigón esté totalmente curado, así como contra vibraciones de temperatura, lluvias, corrientes, aguas, heladas, sobrecargas, y cualquier otro tipo de acción que pudiera causarles daños.

Control de calidad

Se hará de acuerdo con lo prescrito en el artículo 82 de la EHE. El control de los hormigones se efectuará de acuerdo con las prescripciones de los títulos 3º y 6º de la EHE, y con esta especificación.

En cada obra se contratarán los servicios de un laboratorio de Control de Calidad convenientemente acreditado, para efectuar los controles, ensayos y tomas de muestras que sean necesarios. Los niveles de control para el hormigón y el acero serán los indicados en los planos del proyecto, o en su defecto, los previstos en el pedido efectuado al laboratorio.

En caso de que el Contratista tenga previsto disponer en obra de su propia infraestructura de control, presentará a la Supervisión de Obra un procedimiento de ensayos y control de obra antes de iniciar los trabajos. Para los ensayos no periódicos avisará a la Supervisión de Obra con la suficiente antelación para que pueda asistir y comprobar los resultados.

En todo caso los resultados de los ensayos realizados por el Contratista deberán ser enviados a la Supervisión de Obra.

Por otra parte, el Contratista facilitará a la Supervisión de Obra el acceso al Laboratorio de Obra, caso de existir y depender del mismo, y a aquellos que realicen ensayos para la misma obra. También le facilitará el acceso a la documentación no económica de la obra, a los distintos tajos

o lugares de trabajo, y a los talleres o instalaciones de terceros donde se realicen trabajos con destino a la misma.

Control de la consistencia del hormigón

Se atenderá a lo especificado en el artículo 83 de la EHE.

Control de la resistencia del hormigón

Se efectuará de acuerdo con el artículo 84 de la EHE y con esta especificación.

El control será de tipo estadístico y se procederá a realizar una determinación de resistencia por cada hormigonado de zapata, es decir:

- 1 determinación de resistencia por cada losa.

El número de probetas para cada determinación de resistencia no será inferior a cinco, de las cuales dos serán rotas por compresión a los 7 días, dos a los 28 días y la quinta se conservará hasta el final de la obra.

La resistencia media de las probetas ensayadas a los 7 días servirá únicamente para tomar decisiones respecto a la dosificación, para garantizar la obtención a los 28 días, en series sucesivas, la resistencia característica especificada en los planos. Si la rotura de las probetas a los siete días se produjera a una carga media inferior a $0,6 f_{ck}$ ó $0,7 f_{ck}$ (según se use cemento de endurecimiento normal o de endurecimiento rápido), el Contratista modificará la fórmula de trabajo y se aumentará al doble el número de probetas de control hasta que cuatro series consecutivas rompan a una carga media superior a las anteriormente indicadas, independientemente de las medidas que el Contratista, en todo caso, deberá adoptar para averiguar la causa de la disminución de resistencia, de cuyas causas y del procedimiento de corrección informará a la Supervisión de Obra para su aprobación.

Con las probetas ensayadas a los 28 días de edad se determinará la resistencia característica estimada, atendiendo a lo marcado en el artículo 88.4. de la EHE, y afectada por el correspondiente factor de corrección KN; dicha resistencia característica estimada deberá ser, en cualquier serie de las realizadas, mayor o igual a la especificada en los planos.

Los criterios de aceptación serán los siguientes:

- Si f_{est} es mayor o igual que f_{ck} , la obra se aceptará.
- Si f_{est} es menor o igual que $0,90 f_{ck}$, la obra se demolerá.
- Si f_{ck} es mayor que f_{est} y f_{est} mayor que $0,90 f_{ck}$ se realizarán ensayos o pruebas descritos en el párrafo b) del apartado 88.5 de la EHE, a juicio de la Supervisión de Obra.

7.5.3. Encofrado y moldes

Definición

Se define como encofrado el elemento destinado al moldeo in situ de hormigones y morteros. Puede ser recuperable o perdido, entendiéndose por esto último el que queda englobado dentro

del hormigón. Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o de otro material rígido, que reúna análogas condiciones de eficacia para el uso a que se destina.

En cualquier caso, los materiales que se vayan a emplear tendrán las superficies destinadas a estar en contacto con el hormigón lo suficientemente uniformes y lisas para lograr unos paramentos que presenten, en cada caso, el aspecto requerido.

Además, los materiales a emplear para encofrados no deberán contener sustancias agresivas para la masa de hormigón.

Para cimbras y apeos podrán emplearse los mismos tipos de materiales indicados para los encofrados con la condición de que posean una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin deformaciones perjudiciales, las acciones que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado

Ejecución

El proyecto y dimensionamiento de todos los encofrados y cimbras, así como su construcción, será responsabilidad del Contratista.

Para su ejecución y colocación se atenderá a las prescripciones contenidas en el artículo 65 de la EHE.

Tendrán una resistencia y rigidez suficientes para mantener la posición y la forma de tal manera que no se produzcan deformaciones superiores a 5 mm en zonas locales, ni superiores a la milésima de la luz para las de conjunto.

En las aristas de los encofrados de los bordes y esquinas del hormigón que van a quedar expuestos, se colocarán berenjenos para obtener un chaflán de 25 mm a 45º.

El descimbrado y desencofrado se realizará de acuerdo con el artículo 65 de la EHE.

Antes de proceder al descimbrado y desencofrado de los elementos resistentes principales, el Contratista solicitará el permiso correspondiente de la Supervisión de Obra.

Tolerancias

- En ningún caso se tolerarán en los encofrados rebabas, resaltos, etc. mayores de dos milímetros.
- No podrá haber movimientos locales mayores de 3 mm ni de conjunto superior a la milésima (1/1000) de la luz.
- Las juntas de encofrado no dejarán rendijas de más de dos milímetros para evitar las pérdidas de lechada, pero deben dejar el hueco necesario para evitar que por defecto de la humedad durante el hormigonado se compriman y deformen tableros.
- La tolerancia máxima admisible de los elementos verticales, horizontales, curvos o inclinados de las superficies definidas en proyecto y las realmente construidas estará comprendida entre 0 y + 1 cm en superficies exteriores y entre 0 y -1 cm en superficies interiores.

- La tolerancia máxima admisible de los elementos verticales, horizontales, curvos o inclinados de las superficies vistas de hormigón, entre los planos o superficies definidas en proyecto y las realmente construidas estarán comprendidas entre 0 y 0.5 cm.

8- Instalaciones eléctricas

8.1- PARTE 6ª.-SEÑALIZACIÓN Y ARQUETAS

8.1.1. Bandas de señalización

Definición

Se define como tal la banda bicolor de material plástico que se coloca para señalización de la zanja durante su construcción.

8.1.2. Hitos de señalización

Definición

Se define como hitos de señalización aquellos elementos permanentes de señalización de la situación de la zanja. Se colocará una unidad cada 50 m de zanja.

8.1.3. Arquetas

Definición

Las arquetas vienen definidas en los planos del proyecto. Se colocará una cada 80 m de zanja en campo, al inicio y al final de las zanjas pasa caminos.

8.2- Instalaciones subterráneas

8.2.1. Generalidades

Los materiales cumplirán las especificaciones de las normas UNE que les correspondan y que sean señaladas como de obligado cumplimiento en los reglamentos vigentes.

Los conductores se instalarán en el fondo de zanjas convenientemente preparadas que cuando se trate de zonas urbanizadas, se abrirán preferentemente a lo largo de paseos o aceras.

8.2.2. Conductores directamente enterrados

El tendido de los cables se realizará con sumo cuidado, evitando la formación de torceduras, así como los roces perjudiciales y tracciones exageradas.

La curvatura que se dará a los cables no será superior a las admisibles para cada tipo. El radio interior de curvatura no será menor de 6 veces el diámetro exterior del cable.

Los cables se instalarán en zanjas a una profundidad mínima de 60 cm por debajo del suelo o pavimento terminado, salvo lo dispuesto para cruzamientos, disponiéndose entre dos capas de arena de 10 cm de espesor, como mínimo. Sobre la capa superior se colocará una cobertura de aviso y protección contra golpes de pico, constituida por una hilera continua de ladrillos, bloques u otros materiales adecuados.

La arena utilizada para servir de asiento y recubrir los cables será silíceas y estará exenta de sustancias terrosas o extrañas, piedras u otros objetos de bordes cortantes.

Se recomienda disponer cada metro de abrazaderas de plancha de plomo, con indicación de las características y servicio del cable, para permitir su fácil identificación.

8.2.3. Conductores Entubados

En caso de instalarse los conductores dentro de conductos enterrados, se dispondrá un solo cable (o un conjunto de conductores unipolares que constituyan un sistema) por conducto y se establecerán registros suficientes y convenientemente dispuestos a modo que la sustitución, reposición ampliación de los conductores pueda efectuarse fácilmente. Los conductos protectores de los cables estarán constituidos por tubos de plástico (PVC) o fibrocemento.

Los tubos descansarán sobre capa de arena de espesor no inferior a 10 cm, quedando enterrados a una profundidad mínima de 60 cm bajo el suelo, salvo lo dispuesto en cruzamientos con otras conducciones.

Se cuidará la perfecta colocación de los tubos sobre todo en las juntas, de manera que no queden cantos vivos que puedan perjudicar la protección del cable. Los tubos se colocarán completamente limpios en su interior, y durante la obra se cuidará de que no entren materias extrañas.

8.2.4. Cruzamientos

Sin perjuicio de lo que al respecto puedan imponer los organismos competentes o afectados, se establecen las siguientes condiciones:

- Con calles y carreteras: los conductores se colocarán en conductos, a un mínimo de 80 cm de profundidad, resistentes y de diámetro suficiente para un fácil deslizamiento de los conductores por su interior.
- Bajo las aguas circunstanciales: es válido lo antedicho aumentando la profundidad de un metro.
- Con canalizaciones de agua: los conductores se mantendrán a 20 cm como mínimo de dichas canalizaciones.

8.2.5. Proximidades y Paralelismos

- Con otros conductores de energía eléctrica: separación mínima de 25 cm.
- Con conductores de telecomunicación: separación mínima de 20 cm.
- Con canalizaciones de agua y gas: separación mínima de 20 cm, tomándose en caso de conducciones de gas, las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductores a fin de evitar la posible acumulación de gases en los molinos.

8.2.6. Instalaciones de puesta a tierra

Para la ejecución del montaje se deberá realizar las siguientes operaciones:

- Suministro y transporte de los materiales a utilizar, hasta el lugar de la obra
- Montaje coordinado con los trabajos de obra civil de las cimentaciones.
- Tendido del anillo con derivaciones a las picas y realización de las soldaduras aluminotérmicas.
- La conexión entre cables subterráneos se resolverá mediante soldadura aluminotérmica de alto punto de fusión, con el auxilio de moldes en "T" o en "cruz" necesarios, según

sus características de utilización. Tanto los cables como los moldes, en el momento del montaje deberán estar libres de impurezas y secos, en evitación de posibles porosidades en las soldaduras.

- Hincado de picas acero-cobre con los accesorios adecuados y conexión con apriete de doble tornillo.
- Colocación de tubos pasacables, a través de la parrilla de la cimentación, previo corte de aquellas por el contratista de la obra civil, si es necesario.
- Tendido de la línea de enlace de tierras con cable de cobre desnudo, se realizará por la misma zanja que la red de media tensión, con soldaduras aluminotérmicas para las derivaciones a cada uno de los centros de inversores. Se efectuará en coordinación con la apertura de zanjas y con el tendido de los conductores de M.T. y de fibra óptica.

Conviene resaltar que las pletinas de cobre para conexión y verificación montadas sobre aisladores normalizados por Iberdrola, y la red de tierras con cable desnudo, no se posarán ni rozarán directamente sobre elementos metálicos, para evitar la oxidación de aquellos por formación de “par galvánico”. Esta condición se hará extensiva a las conexiones en general, que deberán resolverse mediante terminales en bronce con tornillería galvanizada. La limpieza del cable y de las superficies objeto de Puesta a Tierra, así como el terminal empleado, deberá formar un conjunto cuya resistencia de contacto eléctrico sea inferior a 2Ω .

8.3- Sistema de monitorización

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

- Voltaje y corriente CC a la entrada del inversor.
- Voltaje de fase/s en la red, potencia total de salida del inversor.
- Radiación solar en el plano de los módulos, medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
- Temperatura ambiente en la sombra.
- Potencia reactiva de salida del inversor.
- Temperatura de los módulos en integración arquitectónica.

Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación será fácilmente accesible para el usuario.



TRABAJO FIN DE GRADO

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA DE 19.36MWp EN TORDESILLAS
(VALLADOLID) CON PUNTO DE CONEXIÓN A LA RED DE MEDIA TENSIÓN – 45kV

FDO. ALFONSO HIGUERA DEL SOTO
GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

VALLADOLID, 8 DE JULIO DEL 2021



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 4: MEDICIONES



Universidad de Valladolid



ÍNDICE DE CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1 - OBRA CIVIL

CAPÍTULO 2 – EQUIPOS

CAPÍTULO 3 – INSTALACIÓN ELÉCTRICA

CAPÍTULO 4 – SISTEMA DE SEGURIDAD

CAPÍTULO 5 – GESTIÓN DE RESIDUOS

CAPÍTULO 6 – SEGURIDAD Y SALUD

CAPÍTULO 7 – CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL							
SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO							
1.1.1	m2 Desbroce y limpieza del terreno						
	Desbroce y limpieza del terreno desarbolado con medios mecánicos. Comprende los trabajos y maquinaria necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no inferior al espesor de la capa de tierra vegetal, considerando una profundidad de 10cm y su posterior retirada de productos resultantes a través de un camión.						
	Desbroce y limpieza del terreno	1	607,89	607,89			369.530,25
							<hr/> 369.530,25
SUBCAPÍTULO 1.2 CAMINOS							
1.2.1	m2 Compactación mecánica de caminos en la instalación						
	Compactación al 98% PM incluye aporte de zahorra artificial como material para la formación del firme de caminos y nivelación a través de maquinaria de los caminos interiores y de acceso a la instalación.						
	Camino Perimetral	1	1.365,00	5,00			6.825,00
	Camino Interior	1	380,00	5,00			1.900,00
							<hr/> 8.725,00
SUBCAPÍTULO 1.3 ZANJAS Y ARQUETAS							
1.3.1	m Zanja canalización de baja tensión						
	Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado en las canalizaciones de baja tensión a 0.7 metros de profundidad máxima. Incluyendo cinta de señalización y tuberías de PE que proporcionan protección mecánica.						
	Zanja canalización de baja tensión	1	33.793,00				33.793,00
							<hr/> 33.793,00
1.3.2	m Zanja canalización de media tensión						
	Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado para canalizaciones de la línea de media tensión a 1.2 metros de profundidad. Incluyendo relleno de áridos o similares libres de impurezas, cinta de señalización y protección mecánica.						
	Zanja de canalización de media tensión	1	1.636,00				1.636,00
							<hr/> 1.636,00
1.3.3	u Arqueta de baja tensión						
	Arquetas de control para baja tensión a 0.7m de profundidad máxima prefabricadas sin fondo de hormigón de dimensiones 60x60, totalmente instaladas.						
	Arqueta de baja tensión	845					845,00
							<hr/> 845,00
1.3.4	u Arqueta de media tensión						
	Arquetas para canalización de media tensión de 1.2m de profundidad prefabricadas sin fondo de hormigón de dimensiones 90x90, totalmente instaladas.						
	Arqueta de media tensión	8					8,00
							<hr/> 8,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SUBCAPÍTULO 1.4 VALLADO Y CERRAMIENTO							
1.4.1	m Vallado perimetral Suministro e instalación de malla cinérgica de 2.10 metros de altura e incluyendo fijación al suelo sin cimentación e instalación de elementos disuasorios que adviertan de su existencia a las aves de la zona. Se incluye una zona libre de malla cada 50 metros de unas dimensiones de 30x30 centímetros.						
	Vallado perimetral	1	2.365,00			2.365,00	
							2.365,00
1.4.2	u Cierre Suministro e instalación de puerta corredera exterior.						
	Cierre	1				1,00	
							1,00
SUBCAPÍTULO 1.5 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA							
1.5.1	u Montaje estructura fija biposte Estructura para módulos solares STI-F5 por la empresa STInorland. La estructura es de tipo biposte de acero tipo magnelis y tornillería del tipo inox. Esta estructura está indicada para grandes superficies de captación y baja inclinación. Ofrece resistencia a una elevada carga de viento y nieve. Montaje completo, se incluye cuadrilla de montaje e hincadora mecánica necesaria en el anclaje al suelo						
	Estructura Fija Biposte	5376				5.376,00	
							5.376,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 2 EQUIPOS							
2.1	<p>u Módulo fotovoltaico LG400N2W-A5</p> <p>Suministro e instalación del modulo fotovoltaico LG400n2w monocristalino bifacial con las siguientes características: Potencia Máxima (Pmax) 400Wp, Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 40.6V, Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 9.86A, Tensión en Circuito Abierto (Voc) 49.3V, Corriente de cortocircuito (Isc) 10.47A, Eficiencia 19.3% , Garantía de Producto 25 Años, Garantía de energía 25 años de 90,08% potencia de salida.</p>						
	Módulo fotovoltaico LG400N2W-A5	48384				48.384,00	
							48.384,00
2.2	<p>u Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000</p> <p>Suministro e instalación de inversor fotovoltaico SINACON PV5000.</p> <p>Se utiliza en plantas de energía fotovoltaica a escala comercial para lograr una alta eficiencia. Está equipado con módulos IGBT de 3 niveles para tensiones de entrada de hasta 1.500 V de CC para maximizar la eficiencia energética. La distribución integrada de CC y CA hace que el inversor SINACON PV sea rentable. Las interfaces estandarizadas para una fácil conexión de conectar y usar reducen las horas de ingeniería.</p>						
	Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000	4				4,00	
							4,00
2.3	<p>u Transformador SIEMENS fitformer 5000kVa</p> <p>Suministro e instalación del transformador FITformer® REN para aplicaciones solares. Instalados junto a los inversores en una subestación transformadora, estos transformadores tienen una potencia de hasta 5 MVA y una tensión nominal de hasta 45 kV.</p> <p>Gracias al diseño a prueba de contacto de Siemens, puede instalarse tanto en el exterior como en el interior sin necesidad de carcasas adicionales.</p> <p>Las instalaciones solares se enfrentan a condiciones meteorológicas adversas y, sin embargo, deben funcionar de forma fiable en todo momento. Sus opciones de diseño hacen de este transformador una solución altamente fiable y resistente a la alta corrosión, a las condiciones climáticas extremas y a las variaciones de temperatura.</p>						
	Transformador SIEMENS fitformer 5000kVa	4				4,00	
							4,00
2.4	<p>u Centro de transformación</p> <p>Suministro e instalación completa del Centro de transformación, formado por: Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, puesta a tierra de servicio, protecciones generales, protección del transformador, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sfb y relé de protección, modulo de remonte, modulo de linea de MT, armario de medida MT, cuadro BT.</p>						
	Centro de transformación	4				4,00	
							4,00
2.5	<p>u Centro de unión y seccionamiento</p> <p>Suministro e instalación completa del Centro de Unión y Seccionamiento, formado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, protecciones generales, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sfb y relé de protección, modulo de remonte, 5 módulos de linea de MT, armario de medida MT. -Transformador exterior de 20MVA, 3 interruptores automáticos, 3 descargadores de sobretensiones, 3 seccionadores de puesta a tierra. Base en hormigón con mallazo electrosoldado formando retícula. 						
	Centro de unión y seccionamiento	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA							
3.1	u Caja de conexiones Suministro e instalación de caja de conexiones o combiner box Ingecon Sun de 32 entradas. Ingecon Sun Stringbox	56				56,00	56,00
3.2	m Conductor 2x25mm2 Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años. Conductor 2x25mm2 Cu - Prysun H1Z2Z2-K	1	32.650,00			32.650,00	32.650,00
3.3	m Conductor 2x240mm2 Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años. Conductor 2x240mm2 Cu - Prysun H1Z2Z2-K	1	1.143,00			1.143,00	1.143,00
3.4	m Conductor 1x300mm2 KAI - EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV 1 Conductor: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228. 2 Semiconductora interna: capa extruida de material conductor. 3 Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR). 4 Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor. 5 Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. 6 Separador: cinta poliéster. 7 Cubierta exterior: poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes. Conductor 1x300mm2 KAI - EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV	1	4.908,00			4.908,00	4.908,00
3.5	m Conductor 1x32mm2 Cu - Desnudo Suministro e instalación a través de grapas de unión y soldadura aluminotérmica formado por un cable desnudo de cobre cableado concéntricamente a través de un temple suave empleado en los sistemas de puesta a tierra. Conductor 1x32mm2 Cu - Desnudo	1	23.793,00			23.793,00	23.793,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
3.6	u Fusibles Fotovoltaico - dfElectric In 10A Los fusibles cilindricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características						
	Fusibles Fotovoltaico - dfElectric In 10A	1792					1.792,00
							<hr/>
							1.792,00
3.7	u Fusibles alta velocidad - Littelfuse In 315A Los fusibles de cuerpo cuadrado de alta velocidad de la serie PSX de Littelfuse de 1500 Vcc están especialmente diseñados para proteger los sistemas de almacenamiento de baterías (BESS), inversores fotovoltaicos y muchas aplicaciones de CC, como sistemas de bus común de CC, grandes rectificadores industriales y equipos de procesamiento de metales. Los fusibles de la serie PSX son extremadamente rápidos y ofrecen una alta velocidad hasta 1500Vcc, con un rango de 80 A a 1400 A.						
	Fusibles alta velocidad - Littelfuse In 315A	56					56,00
							<hr/>
							56,00
3.8	u Enlace línea vertido Suministro e instalación. Cimentación izado y aplomado de apoyo principio de línea de celosía recto C-3600-18 incluyendo cadena de aisladores U70BS, pararrayos autovalvular PEXLMRU, Fusibles seccionadores tipo XS y Organos de Corte en Red.						
	Enlace línea v vertido	1					1,00
							<hr/>
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 4 SISTEMA DE SEGURIDAD							
4.1	u Sistema de vigilancia						
	Sistema de vigilancia	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE RESIDUOS							
5.1	m2 RESIDUOS PROCEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO						
	Gestión de residuos de origen vegetal derivados de la poda o similares, incluyendo el canon de poda, maquinaria empleada y transporte hacia punto de recogida.						
	RESIDUOS PROCEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	1	3.695,30		0,10	369,53	
							369,53
5.2	m2 TRATAMIENTO DE TIERRAS						
	Tratamiento de tierras procedentes de la excavación que no puedan ser aprovechados en el relleno de zanjas y demás residuos generados durante la obra. Incluye acopio, transporte y canon al tratamiento de tierras.						
	TRATAMIENTO DE TIERRAS	1	3.695,30		0,10	369,53	
							369,53

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD							
E28W040	u COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de un peón ordinario. Costo mensual limpieza y desinfección	6				6,00	6,00
E28W020	u COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª. Costo mensual comité seguridad	6				6,00	6,00
E28RM010	u PAR GUANTES DE LONA Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Costo mensual comité seguridad	50				50,00	50,00
E28RA070	u GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Gafas contra impactos	50				50,00	50,00
E28EC010	u CARTEL PVC. 220x300 mm. OBLIGACIÓN, PROHIB. Y ADVERT. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97. Cartel pvc. 220x300 mm. obligación, prohib. y advert.	20				20,00	20,00
E28EC020	u CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B. I. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. s/R.D. 485/97. Cartel pvc. 220x300 mm. obligación, prohib. y advert.	20				20,00	20,00
E28RA015	u CASCO + PROTECTOR DE OIDOS Conjunto formado por casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje + protectores de oídos acoplables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Casco + Protector de Oídos	50				50,00	50,00
E28BC005	mes ALQUILER WC QUÍMICO ESTÁNDAR de 1,26 m2 Mes de alquiler de WC químico estándar de 1,13x1,12x2,24 m. y 91 kg. de peso. Compuesto por urinario, inodoro y depósito para desecho de 266 l. Sin necesidad de instalación. Incluso portes de entrega y recogida. Según RD 486/97 Alquiler wc químico estándar de 1,26 m2	12				12,00	12,00
E28RP070	u PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92. Par botas de seguridad	25				25,00	25,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
E28BC209	u CASETA OFICINA+ASEO 8,20 m2 Caseta prefabricada de obra, para un despacho de oficina y aseo, de 4,00x2,05x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. dos ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, correderas, con rejas y lunas de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Divisiones en tablero de melamina. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Equipo de aire acondicionado/bomba de calor. Incluido transporte y descarga en obra. Caseta oficina+aseo 4x2,05	1				1,00	
							1,00
E28BC203	u CASETA ALMACÉN 11,36 m2 Caseta prefabricada para almacén de obra de 4,64x2,45x2,45 m. de 11,36 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Incluido transporte y descarga en obra. Caseta almacén 4,64x2,45	1				1,00	
							1,00

MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO 7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS							
7.1	u CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS CONDUCTORES Ensayo para determinación de las dimensiones de los conductores de cables aislados, s/ UNE EN 60228:2005. Características geométricas conductores	100				100,00	
							100,00
7.2	u RESISTIVIDAD CONDUCTORES Ensayo para determinación de la resistividad de los alambres de los conductores de cables aislados. Resistividad conductores	100				100,00	
							100,00
7.3	u CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS TUBOS Ensayo para determinación de las dimensiones de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Características geométricas tubos	100				100,00	
							100,00
7.4	u APTITUD AL CURVADO TUBOS Ensayo para determinación de la aptitud al curvado de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Aptitud al curvado tubos	100				100,00	
							100,00
7.5	u RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO TUBOS Ensayo para determinación de la resistencia al aplastamiento de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Resistencia al aplastamiento tubos	100				100,00	
							100,00



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO



Universidad de Valladolid



ÍNDICE DE CAPÍTULOS

PRECIOS BÁSICOS

- Precios de la Mano de Obra
- Precios de los Materiales
- Precios de Maquinaria

CUADRO DE PRECIOS Nº1 - (*Precios en Letra*)

CUADRO DE PRECIOS Nº2 - (*Detalle de los Precios en Letra*)

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES

PRESUPUESTOS PARCIALES

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTOS

- Presupuesto en Ejecución Material
- Presupuesto Base de Licitación



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

PRECIOS BÁSICOS

LISTADO DE MAQUINARIA VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
M02GE170	3,000 h	Grúa telescópica s/camión 20 t	54,86	164,58
M02GT002	0,360 h	Grúa pluma 30 m./0,75 t	18,82	6,78
			Grupo M02.....	171,36
M05EN030	675,860 h	Excavadora hidráulica neumáticos 100 cv	50,31	34.002,52
M05PC020	369,530 h	Pala cargadora cadenas 130 cv/1,8 m3	15,00	5.542,95
M05PN010	73,906 h	Pala cargadora neumáticos 85 cv 1,2 m3	39,83	2.943,68
M05RN020	3.507,867 h	Retrocargadora neumáticos 75 cv	29,60	103.832,86
			Grupo M05.....	146.322,01
M07CB020	36,953 h	Camión basculante 4x4 de 14 t	34,92	1.290,40
M07CB030	2.059,234 h	Camión basculante 6x4 de 20 t	14,00	28.829,28
M07N080	33.793,000 m3	Canon de tierra a vertedero	6,08	205.461,44
M07N210	369,530 t	Canon tierras a planta RCD	9,95	3.676,82
M07N250	369,530 m3	Canon de poda y jardinería a vertedero	6,18	2.283,70
M07N601	36.953,025 t	Canon de vertido tierras limpias para reposición de canteras	0,83	30.671,01
			Grupo M07.....	272.212,65
M08CA110	26,175 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l	32,00	837,60
M08NM010	739,061 h	Motoniveladora de 135 cv	26,00	19.215,57
M08NM020	26,175 h	Motoniveladora de 200 cv	72,00	1.884,60
M08RN040	26,175 h	Rodillo compactador mixto 14 t a=214 cm	54,00	1.413,45
M08W200	26,175 h	Trituradora remolcada marillos	192,00	5.025,60
			Grupo M08.....	28.376,82
M09S020	5.376,000 h	Hincadora postes barrera segurid	20,52	110.315,52
			Grupo M09.....	110.315,52
M11HV120	0,648 h	Aguja eléctrica c/convertidor gasolina D=79 mm	7,95	5,15
			Grupo M11.....	5,15
M13CP105	0,126 u	Puntal telescópico normal 3 m	13,34	1,68
M13EM030	9,450 m2	Tablero encofrar 22 mm 4 p.	2,28	21,55
			Grupo M13.....	23,23
			TOTAL.....	557.426,73

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
P01AA020	25,494 m3	Arena de río 0/6 mm	7,40	188,66
P01AR030	14.832,500 t	Zahorra 0-40 reciclada	4,54	67.339,55
P01DW090	5,000 u	Pequeño material	1,35	6,75
P01EM290	0,180 m3	Madera pino encofrar 26 mm	266,97	48,05
P01HA010	1,890 m3	Hormigón HA-25/P/20/l central	72,80	137,59
P01HA021	2,070 m3	Hormigón HA-25/P/40/l/la central	74,10	153,39
P01UC030	0,720 kg	Puntas 20x100 mm	8,04	5,79
			Grupo P01.....	67.879,78
P03AAA020	2,430 kg	Alambre atar 1,3 mm	0,88	2,14
P03ACC080	189,000 kg	Acero corrugado B 500 S/SD	0,77	145,53
			Grupo P03.....	147,67
P13VP120	189,200 u	Poste galv. D=42 h=2.10 m escuadra	16,74	3.167,21
P13VP130	70,950 u	Poste galv. D=42 h=2.10 m intermedio	15,75	1.117,46
P13VP140	189,200 u	Poste galv. D=42 h=2.10 m jabalcón	16,49	3.119,91
P13VP150	189,200 u	Poste galv. D=42 h=2.10 m tornapunta	14,76	2.792,59
P13VP250	1,000 u	Puerta met.aba.galv. 400x200 STD	445,42	445,42
P13VS010	4.730,000 m2	Malla S/T galv. cal. 40/14 STD	1,75	8.277,50
			Grupo P13.....	18.920,09
P15AA110	845,000 u	Tapa polietileno 125 kN 400x400 mm	23,10	19.519,50
P15AA170	845,000 u	Arqueta PP reciclado	17,70	14.956,50
P15AA220	8,000 u	Arqueta PP reciclado	29,72	237,76
P15AA230	8,000 u	Marco acero galvanizado y tapa fundición	26,22	209,76
P15AC120	3,000 u	Pararray os-autoválvula 18 Kv 10 KA óxido zinc	82,50	247,50
P15AC170	12,000 u	Terminal bimetalico 1x25 mm2 tubular	0,40	4,80
P15AD045	10,000 m	Conductor aislante RV-k 0,6/1 kV 3,5x25 mm2 Cu	14,08	140,80
P15AH010	70.858,000 m	Cinta señalizadora 19x10	0,62	43.931,96
P15AH020	35.429,000 m	Placa cubrecables blanca	5,56	196.985,24
P15AH150	1,000 u	Apoyo C-2000 h=12 m celosia	792,00	792,00
P15AH300	1,000 u	Protección antiescalo apoyo cruceta	155,00	155,00
P15AH310	1,000 u	Bastidor metálico soporte OCR	205,00	205,00
P15AH330	3,000 u	Elemento aisladores	17,00	51,00
P15BA010	5,000 u	Caseta centro transformación hasta 5000 kVA	6.626,55	33.132,75
P15BA011	1,000 u	Transformador Trifásico WEG 20MVA	120.000,00	120.000,00
P15BA012	3,000 u	Interruptor automático	3.000,00	9.000,00
P15BA013	3,000 u	Descargador de sobretensiones - Autoválvulas	2.500,00	7.500,00
P15BA014	3,000 u	Seccionador de puesta a tierra	1.500,00	4.500,00
P15BB010	13,000 u	Celda línea E/S con SPT	2.488,95	32.356,35
P15BB030	5,000 u	Celda sec. y remon. SPT	1.283,85	6.419,25
P15BB040	5,000 u	Celda protección f. combinado SPT	3.317,15	16.585,75
P15BB080	5,000 u	Celda medida 3TI+3TT	5.698,00	28.490,00
P15BC060	1,000 u	Organo de Corte en Red 45kV	4.781,45	4.781,45
P15BC170	4,000 u	Transformador SIEMENS FITformer 5000kVa	150.000,00	600.000,00
P15CA070	3,000 u	Base fusible XS 45 kV-600 A	256,68	770,04
P15EA030	6,000 u	Electrodo toma de tierra 1,5 m	22,80	136,80
P15EB020	10,000 m	Conductor cobre desnudo 50 mm2	5,79	57,90
P15LFA010	5.376,000 u	Soporte aluminio 30-45° 1 panel	161,00	865.536,00
P15LFA080	56,000 u	Caja 10-24 porta-fusibles incl. fusibles	133,62	7.482,72
P15LFA130	4,000 u	Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000	450.000,00	1.800.000,00
P15LFC070	48.384,000 u	Módulo Fotovoltaico LG400N2W-A5	128,61	6.222.666,24
			Grupo P15.....	10.036.852,07
P17GR070	3,000 m	Tubo acero galvanizado 2" DN50 mm	25,42	76,26
			Grupo P17.....	76,26
P27SA055	6,000 u	Pica t.t. neutro y autoválvulas	12,00	72,00
			Grupo P27.....	72,00
P31BC005	12,000 u	Alq. mes WC químico 1,26 m2, i/recambio	114,32	1.371,84
P31BC203	1,000 u	Caseta almacén 4,64x2,45	2.058,21	2.058,21
P31BC209	1,000 u	Caseta oficina+aseo 4x2,05	2.472,84	2.472,84

LISTADO DE MATERIALES VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
P31BC210	2,000 u	Transporte caseta en ciudad.	168,23	336,46
P31A015	50,000 u	Casco seguridad + protector oídos	17,65	882,50
P31A120	16,650 u	Gafas protectoras	8,06	134,20
P31M005	50,000 u	Par guantes lona protección estandar	1,37	68,50
P31P025	25,000 u	Par botas de seguridad	25,24	631,00
P31SC010	20,000 u	Cartel PVC 220x300mm. Obli., proh., advert.	2,76	55,20
P31SC020	20,000 u	Cartel PVC. Señalización extintor, boca inc.	7,75	155,00
P31W020	6,000 u	Costo mensual Comité seguridad	129,80	778,80
P31W040	6,000 u	Costo mensual limpieza-desinfec.	129,28	775,68
			Grupo P31.....	9.720,23
P32IE010	100,000 u	Características geométricas conductores	3,25	325,00
P32IE020	100,000 u	Resistividad conductores	30,16	3.016,00
P32IE030	100,000 u	Características geométricas tubos	28,16	2.816,00
P32IE040	100,000 u	Aptitud al curvado tubos	18,14	1.814,00
P32IE050	100,000 u	Resistencia al aplastamiento tubos	46,95	4.695,00
			Grupo P32.....	12.666,00
P37PC010	20,000 m	Cable cobre 50 mm2	9,38	187,60
			Grupo P37.....	187,60
			TOTAL.....	10.146.521,70

LISTADO DE MANO DE OBRA VALORADO (Pres)

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	IMPORTE
O010A020	1.441,096 h	Capataz	17,22	24.815,66
O010A030	54.807,648 h	Oficial primera	6,14	336.518,96
O010A050	54.591,750 h	Ayudante	12,64	690.039,72
O010A070	41.610,153 h	Peón ordinario	5,22	217.205,00
O010B010	2,700 h	Oficial 1ª encofrador	19,46	52,54
O010B020	2,700 h	Ayudante encofrador	18,26	49,30
O010B025	0,180 h	Oficial 1ª gruista	18,96	3,41
O010B030	2,520 h	Oficial 1ª ferralla	19,46	49,04
O010B040	2,520 h	Ayudante ferralla	18,26	46,02
O010B130	3,000 h	Oficial 1ª cerrajero	18,96	56,88
O010B140	3,000 h	Ayudante cerrajero	17,83	53,49
O010B200	5.622,060 h	Oficial 1ª electricista	14,28	80.283,02
O010B210	5.050,060 h	Oficial 2ª electricista	18,01	90.951,58
O010B220	662,000 h	Ayudante electricista	13,36	8.844,32
		Grupo 001.....		1.448.968,94
		TOTAL		1.448.968,94



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS Nº1 *(Precios en Letra)*

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL			
SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO			
1.1.1	m2	Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza del terreno desarbolado con medios mecánicos. Comprende los trabajos y maquinaria necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no inferior al espesor de la capa de tierra vegetal, considerando una profundidad de 10cm y su posterior retirada de productos resultantes a través de un camión.	0,19
			CERO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 1.2 CAMINOS			
1.2.1	m2	Compactación mecánica de caminos en la instalación Compactación al 98% PM incluye aporte de zahorra artificial como material para la formación del firme de caminos y nivelación a través de maquinaria de los caminos interiores y de acceso a la instalación.	8,85
			OCHO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS
SUBCAPÍTULO 1.3 ZANJAS Y ARQUETAS			
1.3.1	m	Zanja canalización de baja tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado en las canalizaciones de baja tensión a 0.7 metros de profundidad máxima. Incluyendo cinta de señalización y tuberías de PE que proporcionan protección mecánica.	24,44
			VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS
1.3.2	m	Zanja canalización de media tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado para canalizaciones de la línea de media tensión a 1.2 metros de profundidad. Incluyendo relleno de áridos o similares libres de impurezas, cinta de señalización y protección mecánica.	16,31
			DIECISEIS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS
1.3.3	u	Arqueta de baja tensión Arquetas de control para baja tensión a 0.7m de profundidad máxima prefabricadas sin fondo de hormigón de dimensiones 60x60, totalmente instaladas.	43,87
			CUARENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS
1.3.4	u	Arqueta de media tensión Arquetas para canalización de media tensión de 1.2m de profundidad prefabricadas sin fondo de hormigón de dimensiones 90x90, totalmente instaladas.	61,75
			SESENTA Y UN EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
SUBCAPÍTULO 1.4 VALLADO Y CERRAMIENTO			
1.4.1	m	Vallado perimetral Suministro e instalación de malla cinérgica de 2.10 metros de altura e incluyendo fijación al suelo sin cimentación e instalación de elementos disuasorios que adviertan de su existencia a las aves de la zona. Se incluye una zona libre de malla cada 50 metros de unas dimensiones de 30x30 centímetros.	15,30
		QUINCE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS	
1.4.2	u	Cierre Suministro e instalación de puerta corredera exterior.	555,79
		QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS	
SUBCAPÍTULO 1.5 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA			
1.5.1	u	Montaje estructura fija biposte Estructura para módulos solares STI-F5 por la empresa STInorland. La estructura es de tipo biposte de acero tipo magnelis y tornillería del tipo inox. Esta estructura está indicada para grandes superficies de captación y baja inclinación. Ofrece resistencia a una elevada carga de viento y nieve. Montaje completo, se incluye cuadrilla de montaje e hincadora mecánica necesaria en el anclaje al suelo	202,91
		DOSCIENTOS DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 2 EQUIPOS			
2.1	u	<p>Módulo fotovoltaico LG400N2W-A5</p> <p>Suministro e instalación del modulo fotovoltaico LG400n2w monocristalino bifacial con las siguientes características: Potencia Máxima (Pmax) 400Wp, Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 40.6V, Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 9.86A, Tensión en Circuito Abierto (Voc) 49.3V, Corriente de cortocircuito (Isc) 10.47A, Eficiencia 19.3% , Garantía de Producto 25 Años, Garantía de energía 25 años de 90,08% potencia de salida.</p>	150,00
			CIENTO CINCUENTA EUROS
2.2	u	<p>Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000</p> <p>Suministro e instalación de inversor fotovoltaico SINACON PV5000.</p> <p>Se utiliza en plantas de energía fotovoltaica a escala comercial para lograr una alta eficiencia. Está equipado con módulos IGBT de 3 niveles para tensiones de entrada de hasta 1.500 V de CC para maximizar la eficiencia energética. La distribución integrada de CC y CA hace que el inversor SINACON PV sea rentable. Las interfaces estandarizadas para una fácil conexión de conectar y usar reducen las horas de ingeniería.</p>	450.456,50
			CUATROCIENTOS CINCUENTA MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS
2.3	u	<p>Transformador SIEMENS fitformer 5000kVa</p> <p>Suministro e instalación del transformador FITformer® REN para aplicaciones solares. Instalados junto a los inversores en una subestación transformadora, estos transformadores tienen una potencia de hasta 5 MVA y una tensión nominal de hasta 45 kV.</p> <p>Gracias al diseño a prueba de contacto de Siemens, puede instalarse tanto en el exterior como en el interior sin necesidad de carcasas adicionales.</p> <p>Las instalaciones solares se enfrentan a condiciones meteorológicas adversas y, sin embargo, deben funcionar de forma fiable en todo momento. Sus opciones de diseño hacen de este transformador una solución altamente fiable y resistente a la alta corrosión, a las condiciones climáticas extremas y a las variaciones de temperatura.</p>	150.021,39
			CIENTO CINCUENTA MIL VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS
2.4	u	<p>Centro de transformación</p> <p>Suministro e instalación completa del Centro de transformación, formado por: Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, puesta a tierra de servicio, protecciones generales, protección del transformador, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sfb y relé de protección, modulo de remonte, modulo de línea de MT, armario de medida MT, cuadro BT.</p>	22.361,30
			VEINTIDOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con TREINTA CÉNTIMOS
2.5	u	<p>Centro de unión y seccionamiento</p> <p>Suministro e instalación completa del Centro de Unión y Seccionamiento, formado por:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, protecciones generales, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sfb y relé de protección, modulo de remonte, 5 módulos de línea de MT, armario de medida MT. -Transformador exterior de 20MVA, 3 interruptores automáticos, 3 descargadores de sobretensiones, 3 seccionadores de puesta a tierra. Base en hormigón con mallazo electrosoldado formando retícula. 	170.828,15
			CIENTO SETENTA MIL OCHOCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
3.1	u	Caja de conexiones Suministro e instalación de caja de conexiones o combiner box Ingecon Sun de 32 entradas.	410,02
			CUATROCIENTOS DIEZ EUROS con DOS CÉNTIMOS
3.2	m	Conductor 2x25mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.	3,90
			TRES EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS
3.3	m	Conductor 2x240mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.	6,60
			SEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS
3.4	m	Conductor 1x300mm² KAI - EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV 1 Conductor: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228. 2 Semiconductora interna: capa extruida de material conductor. 3 Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR). 4 Semiconductora externa: capa extrusionada de material conductor. 5 Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. 6 Separador: cinta poliéster. 7 Cubierta exterior: poliolefina tipo DMZZ no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.	9,90
			NUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS
3.5	m	Conductor 1x32mm² Cu - Desnudo Suministro e instalación a través de grapas de unión y soldadura aluminotérmica formado por un cable desnudo de cobre cableado concéntricamente a través de un temple suave empleado en los sistemas de puesta a tierra.	4,20
			CUATRO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS
3.6	u	Fusibles Fotovoltaico - dfElectric In 10A Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características	13,12
			TRECE EUROS con DOCE CÉNTIMOS
3.7	u	Fusibles alta velocidad - Littelfuse In 315A Los fusibles de cuerpo cuadrado de alta velocidad de la serie PSX de Littelfuse de 1500 Vcc están especialmente diseñados para proteger los sistemas de almacenamiento de baterías (BESS), inversores fotovoltaicos y muchas aplicaciones de CC, como sistemas de bus común de CC, grandes rectificadores industriales y equipos de procesamiento de metales. Los fusibles de la serie PSX son extremadamente rápidos y ofrecen una alta velocidad hasta 1500Vcc, con un rango de 80 A a 1400 A.	431,00
			CUATROCIENTOS TREINTA Y UN EUROS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
3.8	u	Enlace línea vertido Suministro e instalación. Cimentación izado y aplomado de apoyo principio de línea de celosía recto C-3600-18 incluyendo cadena de aisladores U70BS, pararrayos autoválvula PEXLMRU, Fusibles seccionadores tipo XS y Organo de Corte en Red.	8.925,61

OCHO MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO EUROS con
SESENTA Y UN CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 4 SISTEMA DE SEGURIDAD			
4.1	u	Sistema de vigilancia	12.180,00

DOCE MIL CIENTO OCHENTA EUROS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE RESIDUOS			
5.1	m2	RESIDUOS PROCEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Gestión de residuos de origen vegetal derivados de la poda o similares, incluyendo el canon de poda, maquinaria empleada y transporte hacia punto de recogida.	6,70
		SEIS EUROS con SETENTA CÉNTIMOS	
5.2	m2	TRATAMIENTO DE TIERRAS Tratamiento de tierras procedentes de la excavación que no puedan ser aprovechados en el relleno de zanjas y demás residuos generados durante la obra. Incluye acopio, transporte y canon al tratamiento de tierras.	21,41
		VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD			
E28W040	u	COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de un peón ordinario.	129,28
		CIENTO VEINTINUEVE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
E28W020	u	COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.	129,80
		CIENTO VEINTINUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS	
E28RM010	u	PAR GUANTES DE LONA Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	1,37
		UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS	
E28RA070	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	2,68
		DOS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS	
E28EC010	u	CARTEL PVC. 220x300 mm. OBLIGACIÓN, PROHIB. Y ADVERT. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97.	3,28
		TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS	
E28EC020	u	CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B. I. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. s/R.D. 485/97.	8,27
		OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS	
E28RA015	u	CASCO + PROTECTOR DE OIDOS Conjunto formado por casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje + protectores de oídos acoplables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	17,65
		DIECISIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS	
E28BC005	mes	ALQUILER WC QUÍMICO ESTÁNDAR de 1,26 m2 Mes de alquiler de WC químico estándar de 1,13x1,12x2,24 m. y 91 kg. de peso. Compuesto por urinario, inodoro y depósito para desecho de 266 l. Sin necesidad de instalación. Incluso portes de entrega y recogida. Según RD 486/97	114,76
		CIENTO CATORCE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS	
E28RP070	u	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	25,24
		VEINTICINCO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS	
E28BC209	u	CASETA OFICINA+ASEO 8,20 m2 Caseta prefabricada de obra, para un despacho de oficina y aseo, de 4,00x2,05x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. dos ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, correderas, con rejillas y lunas de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Divisiones en tablero de melamina. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Equipo de aire acondicionado/bomba de calor. Incluido transporte y descarga en obra.	2.641,07
		DOS MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con SIETE CÉNTIMOS	

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
E28BC203	u	CASETA ALMACÉN 11,36 m2 Caseta prefabricada para almacén de obra de 4,64x2,45x2,45 m. de 11,36 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Incluido transporte y descarga en obra.	2.226,44

DOS MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS con
CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS

CUADRO DE PRECIOS 1

CÓDIGO	UD	RESUMEN	PRECIO
CAPÍTULO 7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS			
7.1	u	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS CONDUCTORES Ensayo para determinación de las dimensiones de los conductores de cables aislados, s/ UNE EN 60228:2005.	1,25
		UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS	
7.2	u	RESISTIVIDAD CONDUCTORES Ensayo para determinación de la resistividad de los alambres de los conductores de cables aislados.	10,20
		DIEZ EUROS con VEINTE CÉNTIMOS	
7.3	u	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS TUBOS Ensayo para determinación de las dimensiones de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008.	8,00
		OCHO EUROS	
7.4	u	APTITUD AL CURVADO TUBOS Ensayo para determinación de la aptitud al curvado de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008.	8,00
		OCHO EUROS	
7.5	u	RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO TUBOS Ensayo para determinación de la resistencia al aplastamiento de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008.	10,00
		DIEZ EUROS	



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS Nº2 *(Detalle de los Precios en Letra)*

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL			
SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO			
1.1.1	m2	Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza del terreno desarbolado con medios mecánicos. Comprende los trabajos y maquinaria necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no inferior al espesor de la capa de tierra vegetal, considerando una profundidad de 10cm y su posterior retirada de productos resultantes a través de un camión.	
			TOTAL PARTIDA.....
			0,19
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CERO EUROS con DIECINUEVE CÉNTIMOS			
SUBCAPÍTULO 1.2 CAMINOS			
1.2.1	m2	Compactación mecánica de caminos en la instalación Compactación al 98% PM incluye aporte de zahorra artificial como material para la formación del firme de caminos y nivelación a través de maquinaria de los caminos interiores y de acceso a la instalación.	
			TOTAL PARTIDA.....
			8,85
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con OCHENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
SUBCAPÍTULO 1.3 ZANJAS Y ARQUETAS			
1.3.1	m	Zanja canalización de baja tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado en las canalizaciones de baja tensión a 0.7 metros de profundidad máxima. Incluyendo cinta de señalización y tuberías de PE que proporcionan protección mecánica.	
			TOTAL PARTIDA.....
			24,44
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICUATRO EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			
1.3.2	m	Zanja canalización de media tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado para canalizaciones de la línea de media tensión a 1.2 metros de profundidad. Incluyendo relleno de áridos o similares libres de impurezas, cinta de señalización y protección mecánica.	
			TOTAL PARTIDA.....
			16,31
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISEIS EUROS con TREINTA Y UN CÉNTIMOS			
1.3.3	u	Arqueta de baja tensión Arquetas de control para baja tensión a 0.7m de profundidad máxima prefabricadas sin fondo de hormigon de dimensiones 60x60, totalmente instaladas.	
			TOTAL PARTIDA.....
			43,87
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUARENTA Y TRES EUROS con OCHENTA Y SIETE CÉNTIMOS			
1.3.4	u	Arqueta de media tensión Arquetas para canalización de media tensión de 1.2m de profundidad prefabricadas sin fondo de hormigon de dimensiones 90x90, totalmente instaladas.	
			TOTAL PARTIDA.....
			61,75
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SESENTA Y UN EUROS con SETENTA Y CINCO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 1.4 VALLADO Y CERRAMIENTO			
1.4.1	m	Vallado perimetral Suministro e instalación de malla cinérgica de 2.10 metros de altura e incluyendo fijación al suelo sin cimentación e instalación de elementos disuasorios que adviertan de su existencia a las aves de la zona. Se incluye una zona libre de malla cada 50 metros de unas dimensiones de 30x30 centímetros.	
TOTAL PARTIDA			15,30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINCE EUROS con TREINTA CÉNTIMOS			
1.4.2	u	Cierre Suministro e instalación de puerta corredera exterior.	
TOTAL PARTIDA			555,79
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de QUINIENTOS CINCUENTA Y CINCO EUROS con SETENTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
SUBCAPÍTULO 1.5 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA			
1.5.1	u	Montaje estructura fija biposte Estructura para módulos solares STI-F5 por la empresa STInorland. La estructura es de tipo biposte de acero tipo magnelis y tornillería del tipo inox. Esta estructura está indicada para grandes superficies de captación y baja inclinación. Ofrece resistencia a una elevada carga de viento y nieve. Montaje completo, se incluye cuadrilla de montaje e hincadora mecánica necesaria en el anclaje al suelo	
TOTAL PARTIDA			202,91
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOSCIENTOS DOS EUROS con NOVENTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 2 EQUIPOS			
2.1	u	Módulo fotovoltaico LG400N2W-A5 Suministro e instalación del modulo fotovoltaico LG400n2w monocristalino bifacial con las siguientes características: Potencia Máxima (Pmax) 400Wp, Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 40.6V, Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 9.86A, Tensión en Circuito Abierto (Voc) 49.3V, Corriente de cortocircuito (Isc) 10.47A, Eficiencia 19.3%, Garantía de Producto 25 Años, Garantía de energía 25 años de 90,08% potencia de salida.	
TOTAL PARTIDA.....			150,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA EUROS			
2.2	u	Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000 Suministro e instalación de inversor fotovoltaico SINACON PV5000. Se utiliza en plantas de energía fotovoltaica a escala comercial para lograr una alta eficiencia. Está equipado con módulos IGBT de 3 niveles para tensiones de entrada de hasta 1.500 V de CC para maximizar la eficiencia energética. La distribución integrada de CC y CA hace que el inversor SINACON PV sea rentable. Las interfaces estandarizadas para una fácil conexión de conectar y usar reducen las horas de ingeniería.	
TOTAL PARTIDA.....			450.456,50
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS CINCUENTA MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS EUROS con CINCUENTA CÉNTIMOS			
2.3	u	Transformador SIEMENS fitformer 5000kVa Suministro e instalación del transformador FITformer® REN para aplicaciones solares. Instalados junto a los inversores en una subestación transformadora, estos transformadores tienen una potencia de hasta 5 MVA y una tensión nominal de hasta 45 kV. Gracias al diseño a prueba de contacto de Siemens, puede instalarse tanto en el exterior como en el interior sin necesidad de carcasas adicionales. Las instalaciones solares se enfrentan a condiciones meteorológicas adversas y, sin embargo, deben funcionar de forma fiable en todo momento. Sus opciones de diseño hacen de este transformador una solución altamente fiable y resistente a la alta corrosión, a las condiciones climáticas extremas y a las variaciones de temperatura.	
TOTAL PARTIDA.....			150.021,39
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CINCUENTA MIL VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS			
2.4	u	Centro de transformación Suministro e instalación completa del Centro de transformación, formado por: Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, puesta a tierra de servicio, protecciones generales, protección del transformador, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sf6 y relé de protección, modulo de remonte, modulo de linea de MT, armario de medida MT, cuadro BT.	
TOTAL PARTIDA.....			22.361,30
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIDOS MIL TRESCIENTOS SESENTA Y UN EUROS con TREINTA CÉNTIMOS			
2.5	u	Centro de unión y seccionamiento Suministro e instalación completa del Centro de Unión y Seccionamiento, formado por: -Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, protecciones generales, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sf6 y relé de protección, modulo de remonte, 5 módulos de linea de MT, armario de medida MT. -Transformador exterior de 20MVA, 3 interruptores automáticos, 3 descargadores de sobretensiones, 3 seccionadores de puesta a tierra. Base en hormigón con mallazo electrosoldado formando retícula.	
TOTAL PARTIDA.....			170.828,15
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO SETENTA MIL OCHOCIENTOS VEINTIOCHO EUROS con QUINCE CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA			
3.1	u	Caja de conexiones Suministro e instalación de caja de conexiones o combiner box Ingecon Sun de 32 entradas.	
			TOTAL PARTIDA
			410,02
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS DIEZ EUROS con DOS CÉNTIMOS			
3.2	m	Conductor 2x25mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.	
			Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA
			3,90
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS			
3.3	m	Conductor 2x240mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.	
			Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA
			6,60
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SESENTA CÉNTIMOS			
3.4	m	Conductor 1x300mm² KAI - EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV 1 Conductor: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228. 2 Semiconductor interna: capa extruida de material conductor. 3 Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR). 4 Semiconductor externa: capa extrusionada de material conductor. 5 Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. 6 Separador: cinta poliéster. 7 Cubierta exterior: poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.	
			Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA
			9,90
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de NUEVE EUROS con NOVENTA CÉNTIMOS			
3.5	m	Conductor 1x32mm² Cu - Desnudo Suministro e instalación a través de grapas de unión y soldadura aluminotérmica formado por un cable desnudo de cobre cableado concéntricamente a través de un temple suave empleado en los sistemas de puesta a tierra.	
			Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA
			4,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATRO EUROS con VEINTE CÉNTIMOS			
3.6	u	Fusibles Fotovoltaico - dfElectric In 10A Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características	
			Sin descomposición
			TOTAL PARTIDA
			13,12
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRECE EUROS con DOCE CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
3.7	u	Fusibles alta velocidad - Littelfuse In 315A Los fusibles de cuerpo cuadrado de alta velocidad de la serie PSX de Littelfuse de 1500 Vcc están especialmente diseñados para proteger los sistemas de almacenamiento de baterías (BESS), inversores fotovoltaicos y muchas aplicaciones de CC, como sistemas de bus común de CC, grandes rectificadores industriales y equipos de procesamiento de metales. Los fusibles de la serie PSX son extremadamente rápidos y ofrecen una alta velocidad hasta 1500Vcc, con un rango de 80 A a 1400 A. Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA.....	431,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CUATROCIENTOS TREINTA Y UN EUROS			
3.8	u	Enlace línea vertido Suministro e instalación. Cimentación izado y aplomado de apoyo principio de línea de celosía recto C-3600-18 incluyendo cadena de aisladores U70BS, pararrayos autovalvular PEXLMRU, Fusibles seccionadores tipo XS y Organos de Corte en Red.	
		TOTAL PARTIDA.....	8.925,61
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO MIL NOVECIENTOS VEINTICINCO EUROS con SESENTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 4 SISTEMA DE SEGURIDAD			
4.1	u	Sistema de vigilancia	
		Sin descomposición	
		TOTAL PARTIDA	12.180,00

Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOCE MIL CIENTO OCHENTA EUROS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE RESIDUOS			
5.1	m2	RESIDUOS PROCEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Gestión de residuos de origen vegetal derivados de la poda o similares, incluyendo el canon de poda, maquinaria empleada y transporte hacia punto de recogida.	
		TOTAL PARTIDA.....	6,70
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de SEIS EUROS con SETENTA CÉNTIMOS			
5.2	m2	TRATAMIENTO DE TIERRAS Tratamiento de tierras procedentes de la excavación que no puedan ser aprovechados en el relleno de zanjas y demás residuos generados durante la obra. Incluye acopio, transporte y canon al tratamiento de tierras.	
		TOTAL PARTIDA.....	21,41
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con CUARENTA Y UN CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD			
E28W040	u	COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de un peón ordinario.	
TOTAL PARTIDA			129,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS			
E28W020	u	COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.	
TOTAL PARTIDA			129,80
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO VEINTINUEVE EUROS con OCHENTA CÉNTIMOS			
E28RM010	u	PAR GUANTES DE LONA Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
TOTAL PARTIDA			1,37
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con TREINTA Y SIETE CÉNTIMOS			
E28RA070	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
TOTAL PARTIDA			2,68
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS EUROS con SESENTA Y OCHO CÉNTIMOS			
E28EC010	u	CARTEL PVC. 220x300 mm. OBLIGACIÓN, PROHIB. Y ADVERT. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97.	
TOTAL PARTIDA			3,28
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de TRES EUROS con VEINTIOCHO CÉNTIMOS			
E28EC020	u	CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B. I. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. s/R.D. 485/97.	
TOTAL PARTIDA			8,27
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS con VEINTISIETE CÉNTIMOS			
E28RA015	u	CASCO + PROTECTOR DE OIDOS Conjunto formado por casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje + protectores de oídos acoplables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
TOTAL PARTIDA			17,65
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIECISIETE EUROS con SESENTA Y CINCO CÉNTIMOS			
E28BC005	mes	ALQUILER WC QUÍMICO ESTÁNDAR de 1,26 m2 Mes de alquiler de WC químico estándar de 1,13x1,12x2,24 m. y 91 kg. de peso. Compuesto por urinario, inodoro y depósito para desecho de 266 l. Sin necesidad de instalación. Incluso portes de entrega y recogida. Según RD 486/97	
TOTAL PARTIDA			114,76
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de CIENTO CATORCE EUROS con SETENTA Y SEIS CÉNTIMOS			
E28RP070	u	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.	
TOTAL PARTIDA			25,24
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTICINCO EUROS con VEINTICUATRO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
E28BC209	u	CASETA OFICINA+ASEO 8,20 m2 Caseta prefabricada de obra, para un despacho de oficina y aseo, de 4,00x2,05x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. dos ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, correderas, con rejas y lunas de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste. Divisiones en tablero de melamina. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Equipo de aire acondicionado/bomba de calor. Incluido transporte y descarga en obra.	
		TOTAL PARTIDA.....	2.641,07
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL SEISCIENTOS CUARENTA Y UN EUROS con SIETE CÉNTIMOS			
E28BC203	u	CASETA ALMACÉN 11,36 m2 Caseta prefabricada para almacén de obra de 4,64x2,45x2,45 m. de 11,36 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Incluido transporte y descarga en obra.	
		TOTAL PARTIDA.....	2.226,44
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS VEINTISEIS EUROS con CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS			

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	UD	RESUMEN	IMPORTE
CAPÍTULO 7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS			
7.1	u	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS CONDUCTORES Ensayo para determinación de las dimensiones de los conductores de cables aislados, s/ UNE EN 60228:2005. Sin descomposición	
TOTAL PARTIDA			1,25
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de UN EUROS con VEINTICINCO CÉNTIMOS			
7.2	u	RESISTIVIDAD CONDUCTORES Ensayo para determinación de la resistividad de los alambres de los conductores de cables aislados. Sin descomposición	
TOTAL PARTIDA			10,20
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS con VEINTE CÉNTIMOS			
7.3	u	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS TUBOS Ensayo para determinación de las dimensiones de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Sin descomposición	
TOTAL PARTIDA			8,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS			
7.4	u	APTITUD AL CURVADO TUBOS Ensayo para determinación de la aptitud al curvado de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Sin descomposición	
TOTAL PARTIDA			8,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de OCHO EUROS			
7.5	u	RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO TUBOS Ensayo para determinación de la resistencia al aplastamiento de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Sin descomposición	
TOTAL PARTIDA			10,00
Asciende el precio total de la partida a la mencionada cantidad de DIEZ EUROS			



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS DESCOMPUESTOS

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL					
SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO					
1.1.1	m2	Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza del terreno desarbolado con medios mecánicos. Comprende los trabajos y maquinaria necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no inferior al espesor de la capa de tierra vegetal, considerando una profundidad de 10cm y su posterior retirada de productos resultantes a través de un camión.			
O010A020	0,002 h	Capataz	17,22	0,03	
M08NM010	0,002 h	Motoniveladora de 135 cv	26,00	0,05	
M05PC020	0,001 h	Pala cargadora cadenas 130 cv/1,8 m3	15,00	0,02	
M07CB030	0,001 h	Camión basculante 6x4 de 20 t	14,00	0,01	
M07N601	0,100 t	Canon de vertido tierras limpias para reposición de canteras	0,83	0,08	
					Mano de obra..... 0,03
					Maquinaria..... 0,16
					TOTAL PARTIDA..... 0,19
SUBCAPÍTULO 1.2 CAMINOS					
1.2.1	m2	Compactación mecánica de caminos en la instalación Compactación al 98% PM incluye aporte de zahorra artificial como material para la formación del firme de caminos y nivelación a través de maquinaria de los caminos interiores y de acceso a la instalación.			
O010A020	0,003 h	Capataz	17,22	0,05	
O010A070	0,003 h	Peón ordinario	5,22	0,02	
M08W200	0,003 h	Trituradora remolcada martillos	192,00	0,58	
M08NM020	0,003 h	Motoniveladora de 200 cv	72,00	0,22	
M08RN040	0,003 h	Rodillo compactador mixto 14 t a=214 cm	54,00	0,16	
M08CA110	0,003 h	Cisterna agua s/camión 10.000 l	32,00	0,10	
P01AR030	1,700 t	Zahorra 0-40 reciclada	4,54	7,72	
					Mano de obra..... 0,07
					Maquinaria..... 1,06
					Materiales..... 7,72
					TOTAL PARTIDA..... 8,85
SUBCAPÍTULO 1.3 ZANJAS Y ARQUETAS					
1.3.1	m	Zanja canalización de baja tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado en las canalizaciones de baja tensión a 0.7 metros de profundidad máxima. Incluyendo cinta de señalización y tuberías de PE que proporcionan protección mecánica.			
O010B200	0,140 h	Oficial 1º electricista	14,28	2,00	
O010B210	0,140 h	Oficial 2º electricista	18,01	2,52	
E02EMA010	0,660 m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENOS DISGREGADOS A BORDES	4,96	3,27	
E02SZ060	0,600 m3	RELLENO TIERRA ZANJA MANO S/APORTE	2,87	1,72	
P15AH010	2,000 m	Cinta señalizadora 19x10	0,62	1,24	
P15AH020	1,000 m	Placa cubrecables blanca	5,56	5,56	
O010A020	0,020 h	Capataz	17,22	0,34	
M05EN030	0,020 h	Excavadora hidráulica neumáticos 100 cv	50,31	1,01	
M07CB030	0,050 h	Camión basculante 6x4 de 20 t	14,00	0,70	
M07N080	1,000 m3	Canon de tierra a vertedero	6,08	6,08	
					Mano de obra..... 6,93
					Maquinaria..... 10,72
					Materiales..... 6,80
					TOTAL PARTIDA..... 24,44

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
1.3.2	m	Zanja canalización de media tensión			
		Ex cavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado para canalizaciones de la línea de media tensión a 1.2 metros de profundidad. Incluyendo relleno de áridos o similares libres de impurezas, cinta de señalización y protección mecánica.			
O01OB200	0,140 h	Oficial 1ª electricista	14,28	2,00	
O01OB210	0,140 h	Oficial 2ª electricista	18,01	2,52	
E02EMA010	0,660 m3	EXCAVACIÓN ZANJA A MÁQUINA TERRENOS DISGREGADOS A BORDES	4,96	3,27	
E02SZ060	0,600 m3	RELLENO TIERRA ZANJA MANO S/APORTE	2,87	1,72	
P15AH010	2,000 m	Cinta señalizadora 19x 10	0,62	1,24	
P15AH020	1,000 m	Placa cubrecables blanca	5,56	5,56	
		Mano de obra			6,59
		Maquinaria			2,93
		Materiales			6,80
		TOTAL PARTIDA			16,31
1.3.3	u	Arqueta de baja tensión			
		Arquetas de control para baja tensión a 0.7m de profundidad máxima prefabricadas sin fondo de hormigon de dimensiones 60x60, totalmente instaladas.			
O01OA030	0,250 h	Oficial primera	6,14	1,54	
O01OA070	0,250 h	Peón ordinario	5,22	1,31	
P01AA020	0,030 m3	Arena de río 0/6 mm	7,40	0,22	
P15AA170	1,000 u	Arqueta PP reciclado	17,70	17,70	
P15AA110	1,000 u	Tapa polietileno 125 kN 400x400 mm	23,10	23,10	
		Mano de obra			2,85
		Materiales			41,02
		TOTAL PARTIDA			43,87
1.3.4	u	Arqueta de media tensión			
		Arquetas para canalización de media tensión de 1.2m de profundidad prefabricadas sin fondo de hormigon de dimensiones 90x90, totalmente instaladas.			
O01OA030	0,500 h	Oficial primera	6,14	3,07	
O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	5,22	2,61	
P01AA020	0,018 m3	Arena de río 0/6 mm	7,40	0,13	
P15AA230	1,000 u	Marco acero galvanizado y tapa fundición	26,22	26,22	
P15AA220	1,000 u	Arqueta PP reciclado	29,72	29,72	
		Mano de obra			5,68
		Materiales			56,07
		TOTAL PARTIDA			61,75

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 1.4 VALLADO Y CERRAMIENTO					
1.4.1	m	Vallado perimetral			
		Suministro e instalación de malla cinérgica de 2.10 metros de altura e incluyendo fijación al suelo sin cimentación e instalación de elementos disuasorios que adviertan de su existencia a las aves de la zona. Se incluye una zona libre de malla cada 50 metros de unas dimensiones de 30x30 centímetros.			
O010A090	0,350 h	Cuadrilla A	21,39	7,49	
P13VS010	2,000 m2	Malla S/T galv .cal. 40/14 STD	1,75	3,50	
P13VP130	0,030 u	Poste galv . D=42 h=2.10 m intermedio	15,75	0,47	
P13VP120	0,080 u	Poste galv . D=42 h=2.10 m escuadra	16,74	1,34	
P13VP140	0,080 u	Poste galv . D=42 h=2.10 m jalcón	16,49	1,32	
P13VP150	0,080 u	Poste galv . D=42 h=2.10 m tornapunta	14,76	1,18	
					Mano de obra..... 7,49
					Materiales..... 7,81
					TOTAL PARTIDA..... 15,30
1.4.2	u	Cierre			
		Suministro e instalación de puerta corredera exterior.			
O010B130	3,000 h	Oficial 1º cerrajero	18,96	56,88	
O010B140	3,000 h	Ayudante cerrajero	17,83	53,49	
P13VP250	1,000 u	Puerta met.aba.galv . 400x200 STD	445,42	445,42	
					Mano de obra..... 110,37
					Materiales..... 445,42
					TOTAL PARTIDA..... 555,79
SUBCAPÍTULO 1.5 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA					
1.5.1	u	Montaje estructura fija biposte			
		Estructura para módulos solares STI-F5 por la empresa STInorland. La estructura es de tipo biposte de acero tipo magnelis y tornillería del tipo inox . Esta estructura está indicada para grandes superficies de captación y baja inclinación. Ofrece resistencia a una elevada carga de viento y nieve. Montaje completo, se incluye cuadrilla de montaje e hincadora mecánica necesaria en el anclaje al suelo			
O010A030	1,000 h	Oficial primera	6,14	6,14	
O010A050	1,000 h	Ayudante	12,64	12,64	
O010A070	0,500 h	Peón ordinario	5,22	2,61	
M09S020	1,000 h	Hincadora postes barrera seguridad	20,52	20,52	
P15LFA010	1,000 u	Soporte aluminio 30-45º 1 panel	161,00	161,00	
					Mano de obra..... 21,39
					Maquinaria..... 20,52
					Materiales..... 161,00
					TOTAL PARTIDA..... 202,91

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 2 EQUIPOS					
2.1	u	Módulo fotovoltaico LG400N2W-A5			
		Suministro e instalación del modulo fotovoltaico LG400n2w monocristalino bifacial con las siguientes características: Potencia Máxima (Pmax) 400Wp, Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 40.6V, Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 9.86A, Tensión en Circuito Abierto (Voc) 49.3V, Corriente de cortocircuito (Isc) 10.47A, Eficiencia 19.3%, Garantía de Producto 25 Años, Garantía de energía 25 años de 90,08% potencia de salida.			
O01OA030	1,000 h	Oficial primera	6,14	6,14	
O01OA050	1,000 h	Ayudante	12,64	12,64	
O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	5,22	2,61	
P15LFC070	1,000 u	Módulo Fotovoltaico LG400N2W-A5	128,61	128,61	
		Mano de obra.....			21,39
		Materiales.....			128,61
		TOTAL PARTIDA.....			150,00
2.2	u	Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000			
		Suministro e instalación de inversor fotovoltaico SINACON PV5000. Se utiliza en plantas de energía fotovoltaica a escala comercial para lograr una alta eficiencia. Está equipado con módulos IGBT de 3 niveles para tensiones de entrada de hasta 1.500 V de CC para maximizar la eficiencia energética. La distribución integrada de CC y CA hace que el inversor SINACON PV sea rentable. Las interfaces estandarizadas para una fácil conexión de conectar y usar reducen las horas de ingeniería.			
O01OB200	10,000 h	Oficial 1ª electricista	14,28	142,80	
O01OB210	10,000 h	Oficial 2ª electricista	18,01	180,10	
O01OB220	10,000 h	Ayudante electricista	13,36	133,60	
P15LFA130	1,000 u	Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000	450.000,00	450.000,00	
		Mano de obra.....			456,50
		Materiales.....			450.000,00
		TOTAL PARTIDA.....			450.456,50
2.3	u	Transformador SIEMENS fitformer 5000kVa			
		Suministro e instalación del transformador FITformer® REN para aplicaciones solares. Instalados junto a los inversores en una subestación transformadora, estos transformadores tienen una potencia de hasta 5 MVA y una tensión nominal de hasta 45 kV. Gracias al diseño a prueba de contacto de Siemens, puede instalarse tanto en el exterior como en el interior sin necesidad de carcasas adicionales. Las instalaciones solares se enfrentan a condiciones meteorológicas adversas y, sin embargo, deben funcionar de forma fiable en todo momento. Sus opciones de diseño hacen de este transformador una solución altamente fiable y resistente a la alta corrosión, a las condiciones climáticas extremas y a las variaciones de temperatura.			
O01OA030	1,000 h	Oficial primera	6,14	6,14	
O01OA050	1,000 h	Ayudante	12,64	12,64	
O01OA070	0,500 h	Peón ordinario	5,22	2,61	
P15BC170	1,000 u	Transformador SIEMENS FITformer 5000kVa	150.000,00	150.000,00	
		Mano de obra.....			21,39
		Materiales.....			150.000,00
		TOTAL PARTIDA.....			150.021,39

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
2.4	u	Centro de transformación			
		Suministro e instalación completa del Centro de transformación, formado por: Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, puesta a tierra de servicio, protecciones generales, protección del transformador, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sf6 y relé de protección, modulo de remonte, modulo de linea de MT, armario de medida MT, cuadro BT.			
P15BA010	1,000 u	Caseta centro transformación hasta 5000 kVA	6.626,55	6.626,55	
P15BB010	2,000 u	Celda línea E/S con SPT	2.488,95	4.977,90	
P15BB030	1,000 u	Celda sec. y remon. SPT	1.283,85	1.283,85	
P15BB040	1,000 u	Celda protección f. combinado SPT	3.317,15	3.317,15	
P15BB080	1,000 u	Celda medida 3TI+3TT	5.698,00	5.698,00	
P01DW090	1,000 u	Pequeño material	1,35	1,35	
O01OB200	10,000 h	Oficial 1ª electricista	14,28	142,80	
O01OB210	10,000 h	Oficial 2ª electricista	18,01	180,10	
O01OB220	10,000 h	Ayudante electricista	13,36	133,60	
		Mano de obra.....			456,50
		Materiales.....			21.904,80
		TOTAL PARTIDA.....			22.361,30
2.5	u	Centro de unión y seccionamiento			
		Suministro e instalación completa del Centro de Unión y Seccionamiento, formado por:			
		-Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, protecciones generales, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sf6 y relé de protección, modulo de remonte, 5 módulos de linea de MT, armario de medida MT.			
		-Transformador exterior de 20MVa, 3 interruptores automáticos, 3 descargadores de sobretensiones, 3 seccionadores de puesta a tierra. Base en hormigón con mallazo electrosoldado formando retícula.			
P15BA010	1,000 u	Caseta centro transformación hasta 5000 kVA	6.626,55	6.626,55	
P15BB010	5,000 u	Celda línea E/S con SPT	2.488,95	12.444,75	
P15BB030	1,000 u	Celda sec. y remon. SPT	1.283,85	1.283,85	
P15BB040	1,000 u	Celda protección f. combinado SPT	3.317,15	3.317,15	
P15BB080	1,000 u	Celda medida 3TI+3TT	5.698,00	5.698,00	
P01DW090	1,000 u	Pequeño material	1,35	1,35	
O01OB200	10,000 h	Oficial 1ª electricista	14,28	142,80	
O01OB210	10,000 h	Oficial 2ª electricista	18,01	180,10	
O01OB220	10,000 h	Ayudante electricista	13,36	133,60	
P15BA011	1,000 u	Transformador Trifásico WEG 20MVA	120.000,00	120.000,00	
P15BA012	3,000 u	Interruptor automático	3.000,00	9.000,00	
P15BA013	3,000 u	Descargador de sobretensiones - Autoválvulas	2.500,00	7.500,00	
P15BA014	3,000 u	Seccionador de puesta a tierra	1.500,00	4.500,00	
		Mano de obra.....			456,50
		Materiales.....			170.371,65
		TOTAL PARTIDA.....			170.828,15

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
3.1	u	Caja de conexiones Suministro e instalación de caja de conexiones o combiner box Ingecon Sun de 32 entradas.			
O01OB200	10,000 h	Oficial 1ª electricista	14,28	142,80	
P15LFA080	1,000 u	Caja 10-24 porta-fusibles incl. fusibles	133,62	133,62	
O01OB220	10,000 h	Ayudante electricista	13,36	133,60	
		Mano de obra.....			276,40
		Materiales.....			133,62
		TOTAL PARTIDA.....			410,02
3.2	m	Conductor 2x25mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			3,90
3.3	m	Conductor 2x240mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			6,60
3.4	m	Conductor 1x300mm² KAI - EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV 1 Conductor: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228. 2 Semiconductor interna: capa extruida de material conductor. 3 Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR). 4 Semiconductor externa: capa extrusionada de material conductor. 5 Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. 6 Separador: cinta poliéster. 7 Cubierta exterior: poliolefina tipo DMZ2 no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			9,90
3.5	m	Conductor 1x32mm² Cu - Desnudo Suministro e instalación a través de grapas de unión y soldadura aluminotérmica formado por un cable desnudo de cobre cableado concéntricamente a través de un temple suave empleado en los sistemas de puesta a tierra.			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			4,20
3.6	u	Fusibles Fotovoltaico - dfElectric In 10A Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características			
		Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA.....			13,12

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
3.7	u		Fusibles alta velocidad - Littelfuse In 315A Los fusibles de cuerpo cuadrado de alta velocidad de la serie PSX de Littelfuse de 1500 Vcc están especialmente diseñados para proteger los sistemas de almacenamiento de baterías (BESS), inversores fotovoltaicos y muchas aplicaciones de CC, como sistemas de bus común de CC, grandes rectificadores industriales y equipos de procesamiento de metales. Los fusibles de la serie PSX son extremadamente rápidos y ofrecen una alta velocidad hasta 1500Vcc, con un rango de 80 A a 1400 A.			
						Sin descomposición
						TOTAL PARTIDA..... 431,00
3.8	u		Enlace línea vertido Suministro e instalación. Cimentación izado y aplomado de apoyo principio de línea de celosía recto C-3600-18 incluyendo cadena de aisladores U70BS, pararrayos autoválvula PEXLMRU, Fusibles seccionadores tipo XS y Organo de Corte en Red.			
O01OB200	12,000	h	Oficial 1º electricista	14,28	171,36	
O01OB220	12,000	h	Ayudante electricista	13,36	160,32	
M02GE170	3,000	h	Grúa telescópica s/camión 20 t	54,86	164,58	
P15BC060	1,000	u	Organo de Corte en Red 45kV	4.781,45	4.781,45	
P15AH150	1,000	u	Apoyo C-2000 h=12 m celosía	792,00	792,00	
P15CA070	3,000	u	Base fusible XS 45 kV-600 A	256,68	770,04	
P15AH330	3,000	u	Elemento aisladores	17,00	51,00	
P15AC120	3,000	u	Pararrayos-autoválvula 18 Kv 10 KA óxido zinc	82,50	247,50	
P15AH300	1,000	u	Protección antiescalo apoyo cruceta	155,00	155,00	
P27SA055	6,000	u	Pica t.t. neutro y autoválvulas	12,00	72,00	
P37PC010	20,000	m	Cable cobre 50 mm2	9,38	187,60	
P15EB020	10,000	m	Conductor cobre desnudo 50 mm2	5,79	57,90	
P15EA030	6,000	u	Electrodo toma de tierra 1,5 m	22,80	136,80	
P15AH310	1,000	u	Bastidor metálico soporte OCR	205,00	205,00	
E02PMA070	1,800	m3	EXCAVACIÓN POZOS A MÁQUINA TERRENOS FLOJOS ACOPIO OBRA	7,97	14,35	
E04CMM090	1,800	m3	HORMIGÓN P/A HA-25/P/40/IIa CIM.V.MANUAL	92,17	165,91	
E05HLA060	1,800	m3	HORMIGÓN ARMADO HA-25/P/20/I ENCOF/MADERA LOSAS (100 kg/m3)	317,19	570,94	
P15AD045	10,000	m	Conductor aislante RV-k 0,6/1 kV 3,5x25 mm2 Cu	14,08	140,80	
P15AC170	12,000	u	Terminal bimetálico 1x25 mm2 tubular	0,40	4,80	
P17GR070	3,000	m	Tubo acero galvanizado 2" DN50 mm	25,42	76,26	
						Mano de obra..... 541,69
						Maquinaria..... 212,19
						Materiales..... 8.171,73
						TOTAL PARTIDA..... 8.925,61

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD	UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 4 SISTEMA DE SEGURIDAD						
4.1		u	Sistema de vigilancia			
				Sin descomposición		
				TOTAL PARTIDA		12.180,00

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE RESIDUOS					
5.1	m2	RESIDUOS PROCEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO			
		Gestión de residuos de origen vegetal derivados de la poda o similares, incluyendo el canon de poda, maquinaria empleada y transporte hacia punto de recogida.			
O010A070	0,100 h	Peón ordinario	5,22	0,52	
M07N250	1,000 m3	Canon de poda y jardinería a vertedero	6,18	6,18	
		Mano de obra			0,52
		Maquinaria			6,18
		TOTAL PARTIDA			6,70
5.2	m2	TRATAMIENTO DE TIERRAS			
		Tratamiento de tierras procedentes de la excavación que no puedan ser aprovechados en el relleno de zanjas y demás residuos generados durante la obra. Incluye acopio, transporte y canon al tratamiento de tierras.			
M05PN010	0,200 h	Pala cargadora neumáticos 85 cv 1,2 m3	39,83	7,97	
M07CB020	0,100 h	Camión basculante 4x4 de 14 t	34,92	3,49	
M07N210	1,000 t	Canon tierras a planta RCD	9,95	9,95	
		Maquinaria			21,41
		TOTAL PARTIDA			21,41

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD					
E28W040	u	COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de un peón ordinario.			
P31W040	1,000 u	Costo mensual limpieza-desinfec.	129,28	129,28	
		Materiales			129,28
		TOTAL PARTIDA			129,28
E28W020	u	COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.			
P31W020	1,000 u	Costo mensual Comité seguridad	129,80	129,80	
		Materiales			129,80
		TOTAL PARTIDA			129,80
E28RM010	u	PAR GUANTES DE LONA Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			
P31M005	1,000 u	Par guantes lona protección estandar	1,37	1,37	
		Materiales			1,37
		TOTAL PARTIDA			1,37
E28RA070	u	GAFAS CONTRA IMPACTOS Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			
P31A120	0,333 u	Gafas protectoras	8,06	2,68	
		Materiales			2,68
		TOTAL PARTIDA			2,68
E28EC010	u	CARTEL PVC. 220x300 mm. OBLIGACIÓN, PROHIB. Y ADVERT. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97.			
O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	5,22	0,52	
P31SC010	1,000 u	Cartel PVC 220x300mm. Obli., proh., advert.	2,76	2,76	
		Mano de obra			0,52
		Materiales			2,76
		TOTAL PARTIDA			3,28
E28EC020	u	CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B. I. Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. s/R.D. 485/97.			
O01OA070	0,100 h	Peón ordinario	5,22	0,52	
P31SC020	1,000 u	Cartel PVC. Señalización extintor, boca inc.	7,75	7,75	
		Mano de obra			0,52
		Materiales			7,75
		TOTAL PARTIDA			8,27
E28RA015	u	CASCO + PROTECTOR DE OIDOS Conjunto formado por casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje + protectores de oídos acoplables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			
P31A015	1,000 u	Casco seguridad + protector oídos	17,65	17,65	
		Materiales			17,65
		TOTAL PARTIDA			17,65

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
E28BC005	mes	ALQUILER WC QUÍMICO ESTÁNDAR de 1,26 m2			
		Mes de alquiler de WC químico estándar de 1,13x1,12x2,24 m. y 91 kg. de peso. Compuesto por urinario, inodoro y depósito para desecho de 266 l. Sin necesidad de instalación. Incluso portes de entrega y recogida. Según RD 486/97			
O01OA070	0,084 h	Peón ordinario	5,22	0,44	
P31BC005	1,000 u	Alq. mes WC químico 1,26 m2, i/recambio	114,32	114,32	
		Mano de obra.....			0,44
		Materiales.....			114,32
		TOTAL PARTIDA.....			114,76
E28RP070	u	PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD			
		Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.			
P31IP025	1,000 u	Par botas de seguridad	25,24	25,24	
		Materiales.....			25,24
		TOTAL PARTIDA.....			25,24
E28BC209	u	CASETA OFICINA+ASEO 8,20 m2			
		Caseta prefabricada de obra, para un despacho de oficina y aseo, de 4,00x2,05x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. dos ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, correderas, con rejas y lunas de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Divisiones en tablero de melamina. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Equipo de aire acondicionado/bomba de calor. Incluido transporte y descarga en obra.			
P31BC209	1,000 u	Caseta oficina+aseo 4x2,05	2.472,84	2.472,84	
P31BC210	1,000 u	Transporte caseta en ciudad.	168,23	168,23	
		Materiales.....			2.641,07
		TOTAL PARTIDA.....			2.641,07
E28BC203	u	CASETA ALMACÉN 11,36 m2			
		Caseta prefabricada para almacén de obra de 4,64x2,45x2,45 m. de 11,36 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Incluido transporte y descarga en obra.			
P31BC203	1,000 u	Caseta almacén 4,64x2,45	2.058,21	2.058,21	
P31BC210	1,000 u	Transporte caseta en ciudad.	168,23	168,23	
		Materiales.....			2.226,44
		TOTAL PARTIDA.....			2.226,44

CUADRO DE DESCOMPUESTOS

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
CAPÍTULO 7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS					
7.1	u	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS CONDUCTORES Ensayo para determinación de las dimensiones de los conductores de cables aislados, s/ UNE EN 60228:2005. Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA			1,25
7.2	u	RESISTIVIDAD CONDUCTORES Ensayo para determinación de la resistividad de los alambres de los conductores de cables aislados. Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA			10,20
7.3	u	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS TUBOS Ensayo para determinación de las dimensiones de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA			8,00
7.4	u	APTITUD AL CURVADO TUBOS Ensayo para determinación de la aptitud al curvado de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA			8,00
7.5	u	RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO TUBOS Ensayo para determinación de la resistencia al aplastamiento de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008. Sin descomposición			
		TOTAL PARTIDA			10,00



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES

CUADRO DE PRECIOS AUXILIARES

Máscara: *

CÓDIGO	CANTIDAD UD	RESUMEN	PRECIO	SUBTOTAL	IMPORTE
O010A090	h	Cuadrilla A			
O010A030	1,000 h	Oficial primera	6,14	6,14	
O010A050	1,000 h	Ayudante	12,64	12,64	
O010A070	0,500 h	Peón ordinario	5,22	2,61	
TOTAL PARTIDA.....					21,39

Asciede el precio total de la partida a la mencionada cantidad de VEINTIUN EUROS con TREINTA Y NUEVE CÉNTIMOS



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

PRESUPUESTOS PARCIALES

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL				
SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO				
1.1.1	m2 Desbroce y limpieza del terreno Desbroce y limpieza del terreno desarbolado con medios mecánicos. Comprende los trabajos y maquinaria necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: pequeñas plantas, maleza, broza, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no inferior al espesor de la capa de tierra vegetal, considerando una profundidad de 10cm y su posterior retirada de productos resultantes a través de un camión.	369.530,25	0,19	70.210,75
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 ACONDICIONAMIENTO DEL				70.210,75
SUBCAPÍTULO 1.2 CAMINOS				
1.2.1	m2 Compactación mecánica de caminos en la instalación Compactación al 98% PM incluye aporte de zahorra artificial como material para la formación del firme de caminos y nivelación a través de maquinaria de los caminos interiores y de acceso a la instalación.	8.725,00	8,85	77.216,25
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 CAMINOS.....				77.216,25
SUBCAPÍTULO 1.3 ZANJAS Y ARQUETAS				
1.3.1	m Zanja canalización de baja tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado en las canalizaciones de baja tensión a 0.7 metros de profundidad máxima. Incluyendo cinta de señalización y tuberías de PE que proporcionan protección mecánica.	33.793,00	24,44	825.900,92
1.3.2	m Zanja canalización de media tensión Excavación de zanja mediante medios mecánicos incluyendo la reposición y compactación del material junto con el transporte a vertedero del material sobrante empleado para canalizaciones de la línea de media tensión a 1.2 metros de profundidad. Incluyendo relleno de áridos o similares libres de impurezas, cinta de señalización y protección mecánica.	1.636,00	16,31	26.683,16
1.3.3	u Arqueta de baja tensión Arquetas de control para baja tensión a 0.7m de profundidad máxima prefabricadas sin fondo de hormigón de dimensiones 60x60, totalmente instaladas.	845,00	43,87	37.070,15
1.3.4	u Arqueta de media tensión Arquetas para canalización de media tensión de 1.2m de profundidad prefabricadas sin fondo de hormigón de dimensiones 90x90, totalmente instaladas.	8,00	61,75	494,00
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 ZANJAS Y ARQUETAS.....				890.148,23

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO 1.4 VALLADO Y CERRAMIENTO				
1.4.1	m Vallado perimetral Suministro e instalación de malla cinérgica de 2.10 metros de altura e incluyendo fijación al suelo sin cimentación e instalación de elementos disuasorios que adviertan de su existencia a las aves de la zona. Se incluye una zona libre de malla cada 50 metros de unas dimensiones de 30x30 centímetros.	2.365,00	15,30	36.184,50
1.4.2	u Cierre Suministro e instalación de puerta corredera exterior.	1,00	555,79	555,79
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4 VALLADO Y CERRAMIENTO.....				36.740,29
SUBCAPÍTULO 1.5 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA				
1.5.1	u Montaje estructura fija biposte Estructura para módulos solares STI-F5 por la empresa STInorland. La estructura es de tipo biposte de acero tipo magnelis y tornillería del tipo inox. Esta estructura está indicada para grandes superficies de captación y baja inclinación. Ofrece resistencia a una elevada carga de viento y nieve. Montaje completo, se incluye cuadrilla de montaje e hincadora mecánica necesaria en el anclaje al suelo	5.376,00	202,91	1.090.844,16
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.5 ESTRUCTURA FOTOVOLTAICA.....				1.090.844,16
TOTAL CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL.....				2.165.159,68

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 2 EQUIPOS				
2.1	<p>u Módulo fotovoltaico LG400N2W-A5</p> <p>Suministro e instalación del modulo fotovoltaico LG400n2w monocristalino bifacial con las siguientes características: Potencia Máxima (Pmax) 400Wp, Tensión en el Punto de Máxima Potencia (Vmax) 40.6V, Corriente en el punto de máxima potencia (Imax) 9.86A, Tensión en Circuito Abierto (Voc) 49.3V, Corriente de cortocircuito (Isc) 10.47A, Eficiencia 19.3% , Garantía de Producto 25 Años, Garantía de energía 25 años de 90,08% potencia de salida.</p>	48.384,00	150,00	7.257.600,00
2.2	<p>u Inversor Solar SIEMENS SINACON PV5000</p> <p>Suministro e instalación de inversor fotovoltaico SINACON PV5000. Se utiliza en plantas de energía fotovoltaica a escala comercial para lograr una alta eficiencia. Está equipado con módulos IGBT de 3 niveles para tensiones de entrada de hasta 1.500 V de CC para maximizar la eficiencia energética. La distribución integrada de CC y CA hace que el inversor SINACON PV sea rentable. Las interfaces estandarizadas para una fácil conexión de conectar y usar reducen las horas de ingeniería.</p>	4,00	450.456,50	1.801.826,00
2.3	<p>u Transformador SIEMENS fitformer 5000kVa</p> <p>Suministro e instalación del transformador FITformer® REN para aplicaciones solares. Instalados junto a los inversores en una subestación transformadora, estos transformadores tienen una potencia de hasta 5 MVA y una tensión nominal de hasta 45 kV. Gracias al diseño a prueba de contacto de Siemens, puede instalarse tanto en el exterior como en el interior sin necesidad de carcasas adicionales. Las instalaciones solares se enfrentan a condiciones meteorológicas adversas y, sin embargo, deben funcionar de forma fiable en todo momento. Sus opciones de diseño hacen de este transformador una solución altamente fiable y resistente a la alta corrosión, a las condiciones climáticas extremas y a las variaciones de temperatura.</p>	4,00	150.021,39	600.085,56
2.4	<p>u Centro de transformación</p> <p>Suministro e instalación completa del Centro de transformación, formado por: Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, puesta a tierra de servicio, protecciones generales, protección del transformador, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sfb y relé de protección, modulo de remonte, modulo de linea de MT, armario de medida MT, cuadro BT.</p>	4,00	22.361,30	89.445,20
2.5	<p>u Centro de unión y seccionamiento</p> <p>Suministro e instalación completa del Centro de Unión y Seccionamiento, formado por: -Caseta prefabricada de centro de transformación, puesta a tierra de protección, protecciones generales, interruptor automático motorizado, módulo de medida, módulo de protección transformadores sfb y relé de protección, modulo de remonte, 5 módulos de linea de MT, armario de medida MT. -Transformador exterior de 20MVA, 3 interruptores automáticos, 3 descargadores de sobretensiones, 3 seccionadores de puesta a tierra. Base en hormigón con mallazo electrosoldado formando retícula.</p>	1,00	170.828,15	170.828,15
TOTAL CAPÍTULO 2 EQUIPOS.....				9.919.784,91

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
3.1	<p>u Caja de conexiones</p> <p>Suministro e instalación de caja de conexiones o combiner box Ingecon Sun de 32 entradas.</p>			
		56,00	410,02	22.961,12
3.2	<p>m Conductor 2x25mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K</p> <p>DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.</p>			
		32.650,00	3,90	127.335,00
3.3	<p>m Conductor 2x240mm² Cu - Prysun H1Z2Z2-K</p> <p>DESCRIPCIÓN: Diseñado según norma EN 50618 e IEC 62930. Tipo H1Z2Z2-K con conductor de cobre flexible estañado, tensión nominal 1,5/1,5 kV en corriente continua (máximo 1,8/1,8 kV). Aislamiento y cubierta termoestables cero halógenos con elevadas características eléctricas y mecánicas. Libre de Halógenos, no propagador de la llama, con baja emisión de humos. Clase CPR de reacción al fuego Eca. Doble aislamiento (clase II). Resistente a la interperie, para instalaciones fotovoltaicas, vida estimada 25 años.</p>			
		1.143,00	6,60	7.543,80
3.4	<p>m Conductor 1x300mm² KAI - EPROTENAX HEPRZ1 (S) 26/45 kV</p> <p>1 Conductor: cuerda de hilos de aluminio de sección circular compactados clase 2K según IEC 60228. 2 Semiconductor interna: capa extruida de material conductor. 3 Aislamiento: etileno-propileno de alto módulo (HEPR). 4 Semiconductor externa: capa extrusionada de material conductor. 5 Pantalla metálica: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. 6 Separador: cinta poliéster. 7 Cubierta exterior: poliolefina tipo DMZ no propagadora del incendio (AS) de color rojo con dos bandas verdes.</p>			
		4.908,00	9,90	48.589,20
3.5	<p>m Conductor 1x32mm² Cu - Desnudo</p> <p>Suministro e instalación a través de grapas de unión y soldadura aluminotérmica formado por un cable desnudo de cobre cableado concéntricamente a través de un temple suave empleado en los sistemas de puesta a tierra.</p>			
		23.793,00	4,20	99.930,60
3.6	<p>u Fusibles Fotovoltaico - dfElectric In 10A</p> <p>Los fusibles cilíndricos gPV 10x85 y 10/14x85 DF Electric han sido desarrollados para ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica de los módulos fotovoltaicos en tensiones hasta 1.200/1.500V DC. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la Norma IEC 60269-6 y UL248-19). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características</p>			
		1.792,00	13,12	23.511,04

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.7	u Fusibles alta velocidad - Littelfuse In 315A Los fusibles de cuerpo cuadrado de alta velocidad de la serie PSX de Littelfuse de 1500 Vcc están especialmente diseñados para proteger los sistemas de almacenamiento de baterías (BESS), inversores fotovoltaicos y muchas aplicaciones de CC, como sistemas de bus común de CC, grandes rectificadores industriales y equipos de procesamiento de metales. Los fusibles de la serie PSX son extremadamente rápidos y ofrecen una alta velocidad hasta 1500Vcc, con un rango de 80 A a 1400 A.			
		56,00	431,00	24.136,00
3.8	u Enlace línea vertido Suministro e instalación. Cimentación izado y aplomado de apoyo principio de línea de celosía recto C-3600-18 incluyendo cadena de aisladores U70BS, pararrayos autoválvula PEXLMRU, Fusibles seccionadores tipo XS y Organo de Corte en Red.			
		1,00	8.925,61	8.925,61
	TOTAL CAPÍTULO 3 INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....			362.932,37

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 4 SISTEMA DE SEGURIDAD				
4.1	u Sistema de vigilancia			
		1,00	12.180,00	12.180,00
	TOTAL CAPÍTULO 4 SISTEMA DE SEGURIDAD			12.180,00

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE RESIDUOS				
5.1	m2 RESIDUOS PROCEDENTES DEL ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO Gestión de residuos de origen vegetal derivados de la poda o similares, incluyendo el canon de poda, maquinaria empleada y transporte hacia punto de recogida.			
		369,53	6,70	2.475,85
5.2	m2 TRATAMIENTO DE TIERRAS Tratamiento de tierras procedentes de la excavación que no puedan ser aprovechados en el relleno de zanjas y demás residuos generados durante la obra. Incluye acopio, transporte y canon al tratamiento de tierras.			
		369,53	21,41	7.911,64
TOTAL CAPÍTULO 5 GESTIÓN DE RESIDUOS.....				10.387,49

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD				
E28W040	<p>u COSTO MENSUAL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN</p> <p>Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana de un peón ordinario.</p>	6,00	129,28	775,68
E28W020	<p>u COSTO MENSUAL COMITÉ SEGURIDAD</p> <p>Costo mensual del Comité de Seguridad y salud en el Trabajo, considerando una reunión al mes de dos horas y formado por un técnico cualificado en materia de seguridad y salud, dos trabajadores con categoría de oficial de 2ª o ayudante y un vigilante con categoría de oficial de 1ª.</p>	6,00	129,80	778,80
E28RM010	<p>u PAR GUANTES DE LONA</p> <p>Par de guantes de lona protección estándar. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</p>	50,00	1,37	68,50
E28RA070	<p>u GAFAS CONTRA IMPACTOS</p> <p>Gafas protectoras contra impactos, incoloras, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</p>	50,00	2,68	134,00
E28EC010	<p>u CARTEL PVC. 220x300 mm. OBLIGACIÓN, PROHIB. Y ADVERT.</p> <p>Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Tamaño 220x300 mm. Válidas para señales de obligación, prohibición y advertencia i/colocación. s/R.D. 485/97.</p>	20,00	3,28	65,60
E28EC020	<p>u CARTEL PVC. SEÑALIZACIÓN EXTINTOR, B. I.</p> <p>Cartel serigrafiado sobre planchas de PVC blanco de 0,6 mm. de espesor nominal. Para señales de lucha contra incendios (extintor, boca de incendio), i/colocación. s/R.D. 485/97.</p>	20,00	8,27	165,40
E28RA015	<p>u CASCO + PROTECTOR DE OIDOS</p> <p>Conjunto formado por casco con atalaje provisto de 6 puntos de anclaje + protectores de oídos acoplables. Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</p>	50,00	17,65	882,50
E28BC005	<p>mes ALQUILER WC QUÍMICO ESTÁNDAR de 1,26 m2</p> <p>Mes de alquiler de WC químico estándar de 1,13x1,12x2,24 m. y 91 kg. de peso. Compuesto por urinario, inodoro y depósito para desecho de 266 l. Sin necesidad de instalación. Incluso portes de entrega y recogida. Según RD 486/97</p>	12,00	114,76	1.377,12
E28RP070	<p>u PAR DE BOTAS DE SEGURIDAD</p> <p>Par de botas de seguridad con plantilla y puntera de acero (amortizables en 1 usos). Certificado CE. s/R.D. 773/97 y R.D. 1407/92.</p>	25,00	25,24	631,00
E28BC209	<p>u CASETA OFICINA+ASEO 8,20 m2</p> <p>Caseta prefabricada de obra, para un despacho de oficina y aseo, de 4,00x2,05x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. dos ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, correderas, con rejas y lunas de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos inodoros y dos lavabos de porcelana vitrificada, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste. Divisiones en tablero de melamina. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Equipo de aire acondicionado/bomba de calor. Incluido transporte y descarga en obra.</p>	1,00	2.641,07	2.641,07

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
E28BC203	u CASETA ALMACÉN 11,36 m2 Caseta prefabricada para almacén de obra de 4,64x2,45x2,45 m. de 11,36 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura. Ventana fija de cristal de 6 mm., recercado con perfil de goma. Incluido transporte y descarga en obra.	1,00	2.226,44	2.226,44
TOTAL CAPÍTULO 6 SEGURIDAD Y SALUD.....				9.746,11

PRESUPUESTO

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS				
7.1	u CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS CONDUCTORES Ensayo para determinación de las dimensiones de los conductores de cables aislados, s/ UNE EN 60228:2005.	100,00	1,25	125,00
7.2	u RESISTIVIDAD CONDUCTORES Ensayo para determinación de la resistividad de los alambres de los conductores de cables aislados.	100,00	10,20	1.020,00
7.3	u CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS TUBOS Ensayo para determinación de las dimensiones de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008.	100,00	8,00	800,00
7.4	u APTITUD AL CURVADO TUBOS Ensayo para determinación de la aptitud al curvado de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008.	100,00	8,00	800,00
7.5	u RESISTENCIA AL APLASTAMIENTO TUBOS Ensayo para determinación de la resistencia al aplastamiento de los tubos huecos y cerrados para instalaciones eléctricas, s/ UNE-EN 50086-1:2001 y UNE EN 61386:2008.	100,00	10,00	1.000,00
TOTAL CAPÍTULO 7 CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....				3.745,00
TOTAL.....				12.483.935,56



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

PRESUPUESTO EN EJECUCIÓN MATERIAL

RESUMEN (PRES)

CAPÍTULO	RESUMEN	PRES	%
TFG			
1	OBRA CIVIL.....	2.165.159,68	17,34
2	EQUIPOS.....	9.919.784,91	79,46
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	362.932,37	2,91
4	SISTEMA DE SEGURIDAD.....	12.180,00	0,10
5	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	10.387,49	0,08
6	SEGURIDAD Y SALUD.....	9.746,11	0,08
7	CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	3.745,00	0,03
Total		12.483.935,56	100,00



Universidad de Valladolid



DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO

RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
1	OBRA CIVIL	2.165.159,68	17,34
2	EQUIPOS.....	9.919.784,91	79,46
3	INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	362.932,37	2,91
4	SISTEMA DE SEGURIDAD.....	12.180,00	0,10
5	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	10.387,49	0,08
6	SEGURIDAD Y SALUD.....	9.746,11	0,08
7	CONTROL DE CALIDAD Y ENSAYOS.....	3.745,00	0,03
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		12.483.935,56	
13,00% Gastos generales.....		1.622.911,62	
6,00% Beneficio industrial.....		749.036,13	
SUMA DE G.G. y B.I.		2.371.947,75	
21,00% I.V.A.....		3.119.735,50	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATADA		17.975.618,81	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		17.975.618,81	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de DIECISIETE MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y CINCO MIL SEISCIENTOS DIECIOCHO EUROS con OCHENTA Y UN CÉNTIMOS

TORDESILLAS, a 31 de marzo de 2021.

El promotor

La dirección facultativa

Alfonso Higuera del Soto

CONCLUSIONES

En primer lugar, ha sido fundamental el estudio y el análisis de distintos parques solares fotovoltaicos existentes, los componentes empleados, sistemas de montaje, interconexión entre los distintos elementos, sistemas de protección y los elementos que se requieren en el vertido a la red en la que se establece el punto de conexión.

En segundo lugar, la elección de los elementos escogiendo aquellos cuya tecnología no pueda quedar obsoleta en el periodo inicial de su explotación, pero siempre teniendo en cuenta el balance entre la relación coste beneficio.

Por último y no menos importante el conocimiento y la correcta aplicación de la normativa vigente es fundamental, por ello en la elaboración del mismo se ha tenido que emplear muchas horas de trabajo a la lectura y comprensión tanto de los reglamentos de baja tensión como de alta tensión, además de la estricta normativa medioambiental que se está aplicando actualmente con la finalidad de preservar la flora y fauna que nos rodea.

En definitiva, la elaboración del Trabajo Fin de Grado ha supuesto un reto personal y el resultado de muchas horas de estudio y dedicación tanto al tema desarrollado como a las distintas alternativas tecnológicas existentes en el mercado.



Universidad de Valladolid



BIBLIOGRAFÍA

1- LIBROS Y PUBLICACIONES OFICIALES

- Guía Técnica Baja Tensión – Prysmian Group. Ed.2018
- Manual Técnico y Práctico de Cables y Accesorios para Media Tensión - Prysmian Group. Ed.2018
- Guía de diseño de Instalaciones Eléctricas – Schneider Electric Ed.2010
- Centros de transformación – Schneider Electric Ed.2000
- Condiciones Técnicas de Instalaciones de Producción Eléctrica Conectadas a la Red de i-DE Redes Eléctricas Inteligentes – Iberdrola Ed.8 Mayo, 2021
- Guía Técnica de Aplicación del Reglamento Electrotécnico para BT. Ed Sep 03
- Reglamento e instrucciones técnicas de Líneas Eléctricas de Alta Tensión – ITC-LAT 01 a 09
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Instalaciones Eléctricas de alta tensión y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- Métodos de cálculo y recomendaciones para centros de transformación – UNESA

2- PAGINAS WEB CONSULTADAS

- <https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.efimarket.com/blog/> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.topcable.com/blog-electric-cable/cables-para-instalaciones-fotovoltaicas/> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/uso-electrico/solar-fotovoltaica> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.topcable.com/sites/es-lat/cables-instalacion-fotovoltaica/> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.enelgreenpower.com/es/historias/articles/2019/04/energia-solar-nuevo-modelo-uso-suelo> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/?_adin=11551547647 [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/que-es-energia-fotovoltaica> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://javiersevillano.es/DeficitTarifa.htm> [En línea, último acceso: 09/07/2021]
- <https://www.omie.es/> [En línea, último acceso: 09/07/2021]

Nota: Las imágenes empleadas en la memoria se encuentran referenciadas y son empleadas sin ánimo de lucro sino con una finalidad puramente didáctica.

3- SOFTWARE EMPLEADO

- Microsoft Office. Versión 2018
- Autodesk Autocad. Versión 2017
- PVsyst. Versión 7.1
- Presto. Versión 8.8