



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y DE SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

Autor: Álvaro José Cano Carrero

Director: Jorge González-Onieva Johansson

Madrid

Declaro, bajo mi responsabilidad, que el Proyecto presentado con el título:
**CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO
SOLAR Y DE SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN**

en la ETS de Ingeniería - ICAI de la Universidad Pontificia Comillas en el
curso académico 2021/22 es de mi autoría, original e inédito y
no ha sido presentado con anterioridad a otros efectos.

El Proyecto no es plagio de otro, ni total ni parcialmente y la información que ha sido
tomada de otros documentos está debidamente referenciada.



Fdo.: Álvaro José Cano Carrero

Fecha: 21/05/2022

Autorizada la entrega del proyecto
EL DIRECTOR DEL PROYECTO

EL DIRECTOR DEL PROYECTO

GONZALEZ ONIEVA
JOHANSSON
JORGE - 05961564X

Firmado digitalmente por
GONZALEZ ONIEVA JOHANSSON
JORGE - 05961564X
Fecha: 2022.06.07 11:27:20 +02'00'

Fdo.: Jorge González-Onieva Johansson

Fdo.: Jorge González-Onieva Johansson

Fecha: 07/06/2022

AUTORIZACIÓN PARA LA DIGITALIZACIÓN, DEPÓSITO Y DIVULGACIÓN EN RED DE PROYECTOS FIN DE GRADO, FIN DE MÁSTER, TESIS O MEMORIAS DE BACHILLERATO

1º. Declaración de la autoría y acreditación de la misma.

El autor Álvaro José Cano Carrero DECLARA ser el titular de los derechos de propiedad intelectual de la obra: CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y DE SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN, que ésta es una obra original, y que ostenta la condición de autor en el sentido que otorga la Ley de Propiedad Intelectual.

2º. Objeto y fines de la cesión.

Con el fin de dar la máxima difusión a la obra citada a través del Repositorio institucional de la Universidad, el autor **CEDE** a la Universidad Pontificia Comillas, de forma gratuita y no exclusiva, por el máximo plazo legal y con ámbito universal, los derechos de digitalización, de archivo, de reproducción, de distribución y de comunicación pública, incluido el derecho de puesta a disposición electrónica, tal y como se describen en la Ley de Propiedad Intelectual. El derecho de transformación se cede a los únicos efectos de lo dispuesto en la letra a) del apartado siguiente.

3º. Condiciones de la cesión y acceso

Sin perjuicio de la titularidad de la obra, que sigue correspondiendo a su autor, la cesión de derechos contemplada en esta licencia habilita para:

- a) Transformarla con el fin de adaptarla a cualquier tecnología que permita incorporarla a internet y hacerla accesible; incorporar metadatos para realizar el registro de la obra e incorporar “marcas de agua” o cualquier otro sistema de seguridad o de protección.
- b) Reproducirla en un soporte digital para su incorporación a una base de datos electrónica, incluyendo el derecho de reproducir y almacenar la obra en servidores, a los efectos de garantizar su seguridad, conservación y preservar el formato.
- c) Comunicarla, por defecto, a través de un archivo institucional abierto, accesible de modo libre y gratuito a través de internet.
- d) Cualquier otra forma de acceso (restringido, embargado, cerrado) deberá solicitarse expresamente y obedecer a causas justificadas.
- e) Asignar por defecto a estos trabajos una licencia Creative Commons.
- f) Asignar por defecto a estos trabajos un HANDLE (URL *persistente*).

4º. Derechos del autor.

El autor, en tanto que titular de una obra tiene derecho a:

- a) Que la Universidad identifique claramente su nombre como autor de la misma
- b) Comunicar y dar publicidad a la obra en la versión que ceda y en otras posteriores a través de cualquier medio.
- c) Solicitar la retirada de la obra del repositorio por causa justificada.

- d) Recibir notificación fehaciente de cualquier reclamación que puedan formular terceras personas en relación con la obra y, en particular, de reclamaciones relativas a los derechos de propiedad intelectual sobre ella.

5°. Deberes del autor.

El autor se compromete a:

- a) Garantizar que el compromiso que adquiere mediante el presente escrito no infringe ningún derecho de terceros, ya sean de propiedad industrial, intelectual o cualquier otro.
- b) Garantizar que el contenido de las obras no atenta contra los derechos al honor, a la intimidad y a la imagen de terceros.
- c) Asumir toda reclamación o responsabilidad, incluyendo las indemnizaciones por daños, que pudieran ejercitarse contra la Universidad por terceros que vieran infringidos sus derechos e intereses a causa de la cesión.
- d) Asumir la responsabilidad en el caso de que las instituciones fueran condenadas por infracción de derechos derivada de las obras objeto de la cesión.

6°. Fines y funcionamiento del Repositorio Institucional.

La obra se pondrá a disposición de los usuarios para que hagan de ella un uso justo y respetuoso con los derechos del autor, según lo permitido por la legislación aplicable, y con fines de estudio, investigación, o cualquier otro fin lícito. Con dicha finalidad, la Universidad asume los siguientes deberes y se reserva las siguientes facultades:

- La Universidad informará a los usuarios del archivo sobre los usos permitidos, y no garantiza ni asume responsabilidad alguna por otras formas en que los usuarios hagan un uso posterior de las obras no conforme con la legislación vigente. El uso posterior, más allá de la copia privada, requerirá que se cite la fuente y se reconozca la autoría, que no se obtenga beneficio comercial, y que no se realicen obras derivadas.
- La Universidad no revisará el contenido de las obras, que en todo caso permanecerá bajo la responsabilidad exclusiva del autor y no estará obligada a ejercitar acciones legales en nombre del autor en el supuesto de infracciones a derechos de propiedad intelectual derivados del depósito y archivo de las obras. El autor renuncia a cualquier reclamación frente a la Universidad por las formas no ajustadas a la legislación vigente en que los usuarios hagan uso de las obras.
- La Universidad adoptará las medidas necesarias para la preservación de la obra en un futuro.
- La Universidad se reserva la facultad de retirar la obra, previa notificación al autor, en supuestos suficientemente justificados, o en caso de reclamaciones de terceros.

Madrid, a 30 de Abril de 2022

ACEPTA



Fdo: Álvaro José Cano Carrero

Motivos para solicitar el acceso restringido, cerrado o embargado del trabajo en el Repositorio Institucional:



MÁSTER UNIVERSITARIO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

**CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SU
INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN**

Autor: Álvaro José Cano Carrero

Director: Jorge González-Onieva Johansson

Madrid

Agradecimientos

Quiero dedicar el desarrollo del trabajo de fin de máster a mi familia, especialmente a mis padres y hermana, cuyo esfuerzo y apoyo durante estos años de carrera y máster ha sido clave para la consecución de los mismos. Asimismo, quiero dedicárselo también a todos mis amigos, y compañeros, cuyo apoyo ha sido crucial para que hoy presente el trabajo en cuestión, especialmente a Jorge Bravo Torres, que me ha acompañado a lo largo de todos estos años de grado y máster.

También agradecer a Cecilia Jex Moliner, por su apoyo incondicional desde el primer día de universidad hasta el último y por confiar en mí incluso más que yo mismo.

Por último, agradecer a la familia de OSPREL, con la cual he desarrollado este trabajo, especialmente a Jorge González-Onieva Johansson por su ayuda, y a María Inmaculada Blázquez García por concederme la oportunidad de trabajar y colaborar con OSPREL.

CÁLCULO Y DISEÑO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SU INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN

Autor: Cano Carrero, Álvaro José.

Director: González-Onieva Johansson, Jorge.

Entidad Colaboradora: OSPREL

Resumen del proyecto

1 – Introducción

Actualmente la instalación de tecnologías de generación mediante fuentes de generación renovable está al alza, especialmente la solar y eólica, y esto es en gran parte debido a los objetivos marcados por la unión europea en materia de energía a alcanzar en el año 2030, que, entre otros, se compromete a que al menos un 32% de la energía generada sea mediante fuentes de generación renovables. España, en particular, según las medidas contempladas en el PNIEC, superará ampliamente los objetivos marcados por la Unión Europea en materia de energía, ya que espera que el porcentaje de generación renovable para el año 2030 sea de un 52%. Esto será conseguido gracias a diversas medidas siendo la última el lanzamiento del Real Decreto Ley 6/2022 en el cual se establecen aquellas medidas de agilización de los procedimientos relativos a proyectos de energías renovables.

El alcance del presente proyecto comprende el diseño y el cálculo de la instalación solar fotovoltaica *Carrero Solar*, así como de sus sistemas de acondicionamiento y distribución de la energía generada hasta la subestación elevadora, y el diseño y el cálculo de la infraestructura de evacuación en su conjunto, compuesta por una subestación elevadora 220/30 kV, la línea de alta tensión en 220 kV y la estación de medida fiscal.

A su vez, se expone un análisis de los distintos trámites administrativos necesarios para llevar la implantación real de una planta solar fotovoltaica de características similares a la desarrollada, así como la exposición y el desarrollo de todos los documentos necesarios para su tramitación.

2 – Metodología

Para el correcto desarrollo del proyecto Carrero Solar se ha llevado a cabo lo siguiente:

- Preselección de terrenos: selección de los posibles terrenos en los que se puede llevar a cabo el proyecto.
- Análisis preliminar de los terrenos preseleccionados: estudio de la viabilidad tanto para la construcción de la planta solar fotovoltaica, así como de la evacuación de la energía producida.

- Elección final de la ubicación de la planta solar fotovoltaica, en base a lo dispuesto anteriormente.
- Análisis de servidumbres.
- Selección de equipos a utilizar en la instalación.
- Diseño preliminar de la planta solar fotovoltaica y de la infraestructura de evacuación en su conjunto.
- Diseño detallado de la planta solar fotovoltaica y de la infraestructura de evacuación en su conjunto: unifilares.
- Análisis de trámites administrativos a llevar a cabo para el desarrollo de la planta solar fotovoltaica.
- Documentación necesaria para la solicitud de los distintos permisos necesarios para la construcción de la planta solar fotovoltaica.

3 – Resultados

A continuación, se muestra una tabla resumen con los resultados obtenidos:

DATOS GENERALES		
Provincia		Toledo
Municipios		Talavera y Pepino
Superficie parcelas totales	[ha]	76,52
Superficie vallada	[ha]	61,44
Potencia pico	[MWp]	31,31
Potencia de inversores	[MWn]	31,68
Potencia nominal en POI	[MWn]	26,00
Producción	[kWh]	66.704,39

MÓDULO SOLAR		
Número de módulos		47.802
Potencia unitaria	[W]	655
Fabricante		Canadian Solar
Modelo		BiHiKu7 CS7N-655B-AG
Nº módulos/string		31
Nº strings		1.542

INVERSOR		
Número de inversores		86
Potencia unitaria	[kVA]	352@ 30 °C
Fabricante		Sungrow
Modelo		SG350HX

ESTRUCTURA		
Tecnología		Seguidor a un eje N-S
Fabricante		Trina Solar
Modelo		Agile 1P
Nº strings/mesa		1 o 2

Distancia entre estructuras (pitch distance)	[m]	6

TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
Nº transformadores		4
CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 1		
Potencia @ 30 °C	[kVA]	9.856
Potencia @ 40 °C	[kVA]	8.960
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[kV]	30

CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 2		
Potencia @ 30 °C	[kVA]	3.500
Potencia @ 40 °C	[kVA]	3.150
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[kV]	30

En lo que refiere al cálculo de cableado, se ha calculado para cada conexión la sección del cable necesaria, el cálculo de caída de tensión y la pérdida de potencia activa. Dichos cálculos pueden ser observados en el Anexo II: Cálculos Justificativos.

A su vez, a lo largo del proyecto se determinan todos aquellos equipos necesarios para el desarrollo de una planta solar fotovoltaica de características similares.

4 – Conclusiones

Mediante la realización de este proyecto se han explicado las diferentes fases a desarrollar para la realización de un proyecto de generación de energía a partir de módulos fotovoltaicos, cuyas directrices principales podrían ser utilizadas para la elaboración de proyectos de la misma índole.

Se considera que el proyecto llevado a cabo es viable tanto técnica como económicamente, por lo que la presente memoria desarrollada podría ser utilizada para la obtención del Punto de Conexión con el cual se iniciaría el proceso de tramitación y construcción de la misma. A su vez, se considera que la presente memoria y documentos adjuntos cuenta con suficiente detalle para la posterior obtención de la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y la Declaración de Impacto Ambiental.

Palabras clave: Fotovoltaica, Renovables, Infraestructura evacuación planta solar fotovoltaica.

Project Summary

1 - Introduction

Currently, the installation of generation technologies using renewable generation sources is on the rise, especially solar and wind power, and this is largely due to the targets set by the European Union on energy to be achieved by 2030, which, among other things, commits to at least 32% of energy generated by renewable generation sources. Spain, in particular, according to the measures contemplated in the PNIEC, will far exceed the objectives set by the European Union in the field of energy, as it expects the percentage of renewable generation to be 52% by 2030. This will be achieved thanks to several measures, the most recent being the launch of Royal Decree Law 6/2022, which establishes measures to accelerate procedures relating to renewable energy projects.

The scope of the project includes the design and calculation of the *Carrero Solar* photovoltaic solar installation, as well as its conditioning and distribution systems for the energy generated up to the lifting substation, and the design and calculation of the evacuation infrastructure as a whole, comprising a 220/30 kV lifting substation, the 220 kV high-voltage line and the fiscal metering station.

At the same time, an analysis of the different administrative procedures necessary to carry out the actual implementation of a photovoltaic solar plant with similar characteristics to the one developed is presented, as well as the presentation and development of all the documents necessary for its processing.

2 - Methodology

For the correct development of the *Carrero Solar* project, the following has been carried out:

- Pre-selection of land: selection of potential land on which the project could be carried out.
- Preliminary analysis of the pre-selected sites: feasibility study both for the construction of the solar photovoltaic plant and for the evacuation of the energy produced.
- Final choice of the location of the solar PV plant, based on the above.
- Analysis of affections.
- Selection of equipment to be used in the installation.
- Preliminary design of the solar photovoltaic plant and of the overall evacuation infrastructure.
- Detailed design of the photovoltaic solar power plant and the overall evacuation infrastructure: single-line diagrams.
- Analysis of administrative procedures to be carried out for the development of the photovoltaic solar plant.
- Documentation required for the application for the various permits necessary for the construction of the photovoltaic solar plant.

3 - Results

A summary table with the results obtained is shown below:

DATOS GENERALES		
Province		Toledo
Municipalities		Talavera & Pepino
Total area	[ha]	76,52
Fenced area	[ha]	61,44
Peak power	[MWp]	31,31
Inverter power	[MWn]	31,68
Rated power at POI	[MWn]	26,00
Production	[kWh]	66.704,39

MÓDULO SOLAR		
Number of modules		47.802
Unit power	[W]	655
Manufacturer		Canadian Solar
Model		BiHiKu7 CS7N-655B-AG
No. modules/string		31
No. of strings		1.542

INVERSOR		
Number of inverters		86
Unit power	[kVA]	352@ 30 °C
Manufacturer		Sungrow
Model		SG350HX

ESTRUCTURA		
Technology		One axis tracker N-S
Manufacturer		Trina Solar
Model		Agile 1P
No. strings/table		1 o 2
Pitch distance	[m]	6

TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
No. of transformers		4
CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 1		
Rated Power @ 30 °C	[kVA]	9.856
Rated Power @ 40 °C	[kVA]	8.960
Primary voltage	[V]	800
Secondary voltage	[kV]	30

CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 2		
Rated Power @ 30 °C	[kVA]	3.500
Rated Power @ 40 °C	[kVA]	3.150
Primary voltage	[V]	800
Secondary voltage	[kV]	30

With regard to the wiring calculation, the cross-section, voltage drop calculation and active power losses have been calculated for each electrical connection. These calculations can be seen in Annex II: Supporting calculations.

In turn, throughout the project, all the equipment necessary for the development of a solar photovoltaic plant with similar characteristics is determined.

4 - Conclusions

This project has explained the different phases to be developed for the realisation of an energy generation project using photovoltaic modules, the main guidelines of which could be used for the development of projects of the same type.

It is considered that the project carried out is both technically and economically feasible, so that this report could be used to obtain the Connection Point with which the process of processing and construction of the same would begin. In turn, it is considered that the present report and attached documents are sufficiently detailed for the subsequent obtaining of the Prior Administrative Authorisation, Administrative Construction Authorisation and Environmental Impact Statement.

Keywords: Photovoltaic, Renewables, Photovoltaic solar plant evacuation infrastructure.

CONTENIDO

1. Objeto	27
2. Introducción.....	27
2.1 Historia de la energía solar	27
2.2 Mix energético actual	28
2.3 Principales tipos de aprovechamiento energía solar	31
2.3.1 Energía solar térmica	31
2.3.2 Energía solar fotovoltaica e hibridación de tecnologías	34
2.4 Principio de Funcionamiento células fotovoltaicas	36
2.5 Tipos de células fotovoltaicas.....	39
2.5.1 Paneles fotovoltaicos monocristalinos.....	39
2.5.2 Paneles fotovoltaicos policristalinos.....	40
2.5.3 Paneles fotovoltaicos de silicio amorfo o capa fina.....	40
2.5.4 Panel fotovoltaico flexible.....	41
3. Ubicación de la instalación.....	43
3.1 Elección de la ubicación de la Planta	43
3.2 Emplazamiento de la instalación	47
3.3 Características generales del emplazamiento	48
4. Servidumbres.....	49
4.1 Líneas Aéreas de Alta Tensión	49
4.2 Autopistas, Autovías y Carreteras convencionales.....	50
4.3 Vías Pecuarias.....	51
4.4 ADIF – Ferrocarril.....	52
4.5 Confederación Hidrográfica – Cauces.....	53
4.6 Caminos	54
4.7 Plan de Ordenanza Municipal.....	55
4.8 Edificaciones y Vegetación	55
5. Configuraciones Carrero Solar	57
1.1 Hipótesis de Cálculo Configuraciones Carrero Solar	59
1.2 Factores que analizar	61
1.3 Resumen Configuración 1V	62
5.1 Resumen Configuración 2V	64
5.2 Resultados 1V	66
5.3 Resultados 2V	68

5.4 Conclusiones Configuraciones Carrero Solar.....	70
6. Descripción de la planta solar.....	71
6.1 Características generales de la instalación.....	71
6.2 Módulos solares fotovoltaicos	72
6.3 Estructura	74
6.4 Inversores.....	75
6.4.1 Características del inversor empleado	76
6.4.2 Sistemas de control: Smart Logger y PPC.....	77
6.4.3 Consideraciones de limitación de potencia – IVA.....	79
6.5 Estaciones meteorológicas.....	79
6.6 Centros de transformación 30/0,8 kV	79
6.6.1 Sistemas de control: Smart Logger y PPC.....	82
6.7 Protecciones eléctricas.....	84
6.8 Subestación elevadora 220/30 kV	85
6.9 Equipos de servicios auxiliares.....	85
6.9.1 Sistema de Alimentación Ininterrumpida	85
6.9.2 Sistema de monitorización y control	85
6.9.3 Sistema de iluminación.....	86
6.10 Instalaciones eléctricas	86
6.10.1 Cableado corriente continua – Baja tensión.....	86
6.10.2 Cableado de corriente alterna – Baja tensión.....	88
6.10.3 Cableado de corriente alterna – Alta tensión	89
6.10.4 Cableado de comunicaciones.....	89
6.11 Sistema de puesta a tierra	90
6.12 Sistema de pararrayos	90
6.13 Obra civil	91
6.13.1 Movimiento de tierras.....	91
6.13.2 Accesos y caminos.....	91
6.13.3 Canalizaciones	92
6.13.4 Cimentaciones.....	94
6.13.5 Vallado perimetral	95
6.13.6 Sistema de drenaje	96
6.13.7 Edificio de operación y mantenimiento	96
6.13.8 Almacén.....	96
6.14 Sistema de vigilancia y seguridad.....	97
7. Línea de evacuación	99
7.1 Definición Traza línea de evacuación.....	99

7.2	Descripción del trazado de la línea	101
7.2.1	Características generales.....	101
7.2.2	Características de los Materiales.....	102
7.2.2.1	Conductores	102
7.2.2.2	Cable de Fibra Óptica	102
7.2.2.3	Aisladores	102
7.2.2.4	Herrajes.....	103
7.2.2.5	Separadores.....	103
7.2.2.6	Empalmes	104
7.2.2.7	Balizas.....	104
7.2.2.8	Puesta a Tierra	104
7.2.2.9	Numeración y Aviso de Peligro	104
7.2.2.10	Amortiguadores	105
7.2.2.11	Dispositivos Salvapájaros	105
7.2.2.12	Apoyos y Cimentaciones	105
7.2.2.13	Sistema de compensación de reactiva.....	105
7.3	Cálculos eléctricos	106
7.3.1	Caída de tensión.....	106
7.3.2	Perdidas de potencia	106
8.	Listado de organismos afectados por la instalación	109
9.	Estudio de Producción.....	113
10.	Presupuesto.....	115
10.1	Presupuesto global de la instalación	115
10.2	Presupuesto por partidas	119
11.	Cronograma	121
12.	Trámites administrativos	123
12.1	Trámites previos a la instalación	123
12.1	Trámites posteriores a la instalación.....	125
13.	Conclusiones	127
14.	Anexos	129
14.1	Cálculos Justificativos	130
14.2	Estudio de Producción PVsyst.....	131
14.3	Resultado Cálculo de cableado CC Baja Tensión	132

14.4 Resultado Cálculo de cableado CA Baja Tensión	133
14.5 Pliego de Condiciones	134
14.6 Estudio Seguridad y Salud.....	135
14.7 Estudio de Gestión de Residuos	136
14.8 Plan de Desmantelamiento	137
14.9 Planos.....	138
14.10 Fichas técnicas.....	139
14.11 Objetivos de Desarrollo Sostenible	140

Bibliografía 141

Figuras

Figura 1: Experimento Efecto Fotoeléctrico	27
Figura 2: Evolución de la potencia instalada en España.	29
Figura 3: Evolución de la potencia instalada en energía eólica en España.	29
Figura 4: Evolución de la potencia instalada en energía fotovoltaica en España.....	30
Figura 5: Evolución de la potencia instalada en las principales fuentes de origen no renovable en España.	30
Figura 6: Sistema de concentradores lineales de fresnel.	32
Figura 7: Sistemas de torre solar.	32
Figura 8: Sistema de disco parabólico.....	33
Figura 9: Sistema de canales parabólicos.....	33
Figura 10: Curva complementariedad energía eólica y solar.	35
Figura 11: Principio funcionamiento células fotovoltaicas.	36
Figura 12: Gráfico intensidad-tensión.....	37
Figura 13: Curva tensión- irradiación.....	38
Figura 14: Curva tensión-intensidad a diferentes temperaturas.	38
Figura 15: Panel fotovoltaico monocristalino.	39
Figura 16: Panel fotovoltaico policristalino.	40
Figura 17: Panel fotovoltaico silicio amorfo.	41
Figura 18: Panel fotovoltaico flexible.	42
Figura 19: Servidumbre preliminar posible ubicación 1.	44
Figura 20: Servidumbre preliminar parcelas posible ubicación 2.	45
Figura 21: Ubicación final PSFV Carrero Solar.....	46

Figura 22: Ubicación final de la planta.	47
Figura 23: Servidumbre LAAT.	49
Figura 24: Servidumbre Carreteras.....	51
Figura 25: Servidumbre Vía Pecuaria.	52
Figura 26: Servidumbre ADIF.....	53
Figura 27: Servidumbre Hidrología.....	54
Figura 28: Servidumbre Caminos.....	55
Figura 29: Servidumbre POM.	56
Figura 30: Servidumbre Edificaciones y Vegetación.	56
Figura 31: configuración 1V.....	57
Figura 32: configuración 2V.....	58
Figura 33: ilustración pitch distance.....	58
Figura 34: Unifilar CT1.....	80
Figura 35: CT Sungrow empleado	82
Figura 36: Smart Logger empleado.	83
Figura 37: Comparación trazado inicial vs Pasillo de Menor impacto.....	99
Figura 38: Traza línea evacuación Carrero Solar.	100
Figura 39: Caída de tensión máxima línea evacuación.	106
Figura 40: Pérdida de potencia activa línea evacuación.....	107

Tablas

Tabla 1: Parcelas posible ubicación 1.	43
Tabla 2: Parcelas posible ubicación 2.	43
Tabla 3: Parcelas posible ubicación 3.	44
Tabla 4: Línea Poligonal instalación	48
Tabla 5: Datos radiación y meteorológicos del emplazamiento.....	48
Tabla 6: Hipótesis de cálculo económico preliminar.	59
Tabla 7: Ratios costes por cada MW pico instalado.....	60
Tabla 8: Resumen configuraciones 1V.....	62
Tabla 9: Costes CAPEX 1V.	63
Tabla 10: Costes OPEX 1V.....	64
Tabla 11: Resumen configuraciones 2V.....	64
Tabla 12: Costes CAPEX 2V.	65

Tabla 13: COSTES OPEX 2V.....	66
Tabla 14: Resultados configuraciones 1V.....	67
Tabla 15: Resultados configuraciones 2V.....	68
Tabla 16: Datos generales Carrero Solar.....	72
Tabla 17: Características eléctricas módulo empleado.....	74
Tabla 18: Características mecánicas módulo empleado.....	74
Tabla 19: Características estructura empleada.	75
Tabla 20: Datos generales inversor empleado.....	77
Tabla 21: Características Smart Logger empleado.....	78
Tabla 22: Características CT1.	81
Tabla 23: Características CT2.	82
Tabla 24: Características cableado corriente continua BT.	87
Tabla 25: Características cableado corriente alterna BT.	89
Tabla 26: Consideraciones Baja Tensión-Corriente Continua.	94
Tabla 27. Coordenadas UTM de los vértices de la traza de la línea.....	101
Tabla 28: Listado de organismos afectados por la PSFV.....	109
Tabla 29: Listado organismos afectados por la línea de evacuación.....	110

1. Objeto

El objeto del siguiente proyecto comprenderá el diseño y cálculo de la instalación solar fotovoltaica “Carrero Solar”, así como de su sistema de acondicionamiento y distribución de la energía generada hasta el punto de conexión con la red de distribución.

2. Introducción

2.1 Historia de la energía solar

El uso de energía solar no es un hito reciente, ya que las civilizaciones antiguas no han estado nunca exentas en la utilización de este recurso energético. El surgimiento de la energía solar se remonta a la antigua Grecia, debido a la adoración de los griegos hacia el dios Helios o dios del sol. Debido a esto, los templos construidos entorno a su imagen aprovechaban al máximo la luz del sol y el calor de este, suponiendo un tributo a Helios.

El gran avance que relacionaba directamente la energía solar con la producción de electricidad vino de la mano de Alexander Edmond Becquerel. Este joven científico francés, en 1839 descubre el efecto fotovoltaico, al experimentar con una pila electrolítica con electrodos de platino. Becquerel, observó como si se exponía a la luz uno de los electrodos de esta pila, la corriente que circulaba en la pila aumentaba.

Este porqué a lo observado por Becquerel, no fue explicado hasta 1905, cuando Albert Einstein expuso el efecto fotoeléctrico, que le catapultó hasta la consecución del premio Nobel. Einstein observó, como al irradiar con luz una superficie metálica, esta emitía electrones. Esto pudo ser demostrado gracias a un sencillo experimento que consistía en dos placas metálicas, introducidas en un tubo al vacío, un amperímetro, y una batería como se puede ver ilustrado en la Figura 1: Experimento Efecto Fotoeléctrico:

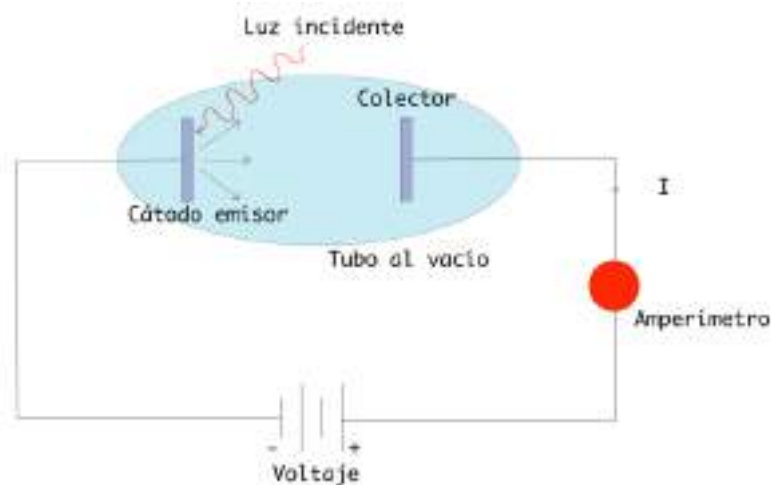


Figura 1: Experimento Efecto Fotoeléctrico

Al irradiar con luz una placa metálica esta hace de cátodo emisor, y emite electrones hacia la otra placa metálica que hace de colector. Esta emisión de electrones puede ser detectada gracias al amperímetro, que detecta una pequeña corriente eléctrica.

Sin embargo, no fue hasta 1883 cuando se consiguió elaborar la primera celda fotovoltaica, a manos de Charles Fitz que, consiguió, mediante la unión de selenio semiconductor recubierto en pan de oro, demostrar que producir electricidad a partir de la luz era posible. Esta fue la primera celda fotovoltaica creada, que tenía una eficiencia de aproximadamente un 1%. Esto supuso un grandísimo avance, ya que en aquel entonces se llevaron a cabo grandes inversiones en investigación debido al bajo coste que suponía frente a el uso de combustibles fósiles.

La era moderna de la energía solar fotovoltaica no llegó hasta 1954, cuando los laboratorios Bell, descubrieron por accidente que el Silicio era especialmente sensible a la luz, descubriendo entonces las células de Silicio, de una eficiencia del 6% aproximadamente.

Actualmente se disponen de distintas y numerosas tecnologías a partir de las cuales se puede hacer uso de la energía solar, de las cuales se intentará tratar en su mayoría a lo largo de este proyecto.

2.2 Mix energético actual

La expresión Mix energético, hace referencia a las distintas fuentes de energía que se encargan de satisfacer el suministro eléctrico de un país. En España, las centrales generadoras de energía eléctrica, repartidas por toda la península, inyectan energía a la red de transporte, propiedad de Red Eléctrica, o a la red de distribución, propiedad de las compañías distribuidoras. Una vez inyectada es repartida por la red y entregada a los consumidores finales. El origen de la energía eléctrica que es consumida por el usuario final es el que determina el Mix energético de ese país.

Para poseer un sistema eléctrico de calidad se han de cumplir tres condiciones:

- Alcanzar una cierta garantía de suministro
- Tener unos precios competitivos
- Tener un modelo sostenible

Estos son los tres pilares fundamentales en los que se debe apoyar un sistema energético equilibrado, teniendo la misma importancia cada uno de ellos. Esto es así ya que las fuentes renovables, aunque absolutamente necesarias, no disponen de una continuidad de suministro como la que tienen aquellas fuentes de energía procedentes de combustibles fósiles. Por lo que es esencial el disponer de un Mix adecuado para que los distintos tipos de energía se complementen.

Red Eléctrica de España pone a disposición de cualquier usuario información muy relevante en cuanto a la potencia de generación eléctrica en España, mediante la cual se

han conseguido elaborar las siguientes figuras, con el fin de entender más fácilmente la evolución del mix energético a lo largo de los últimos años.

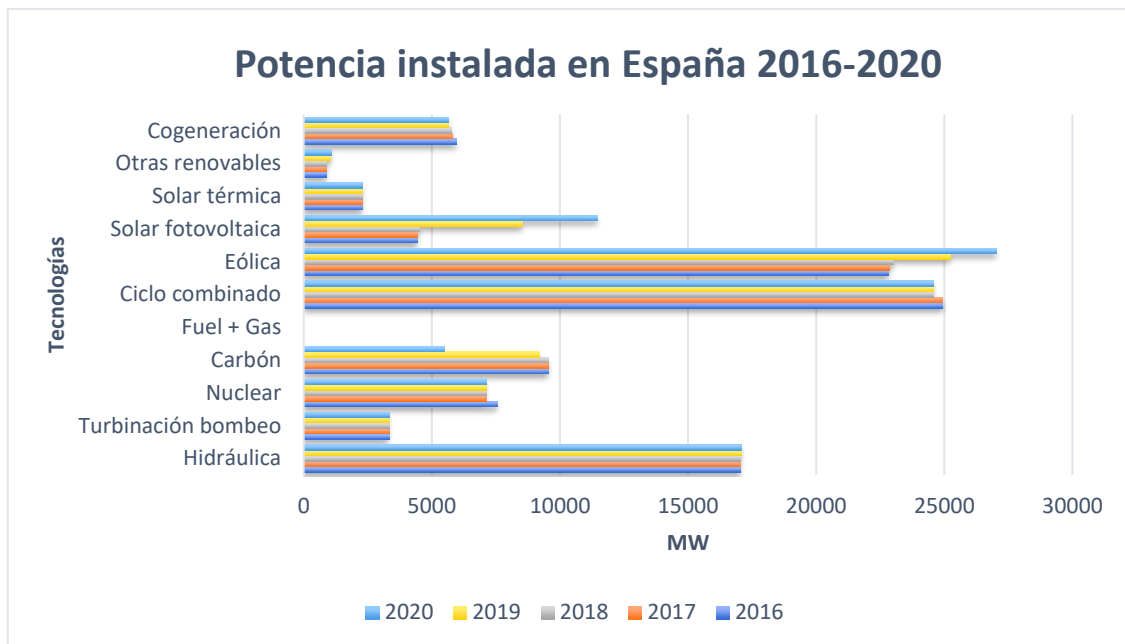


Figura 2: Evolución de la potencia instalada en España.

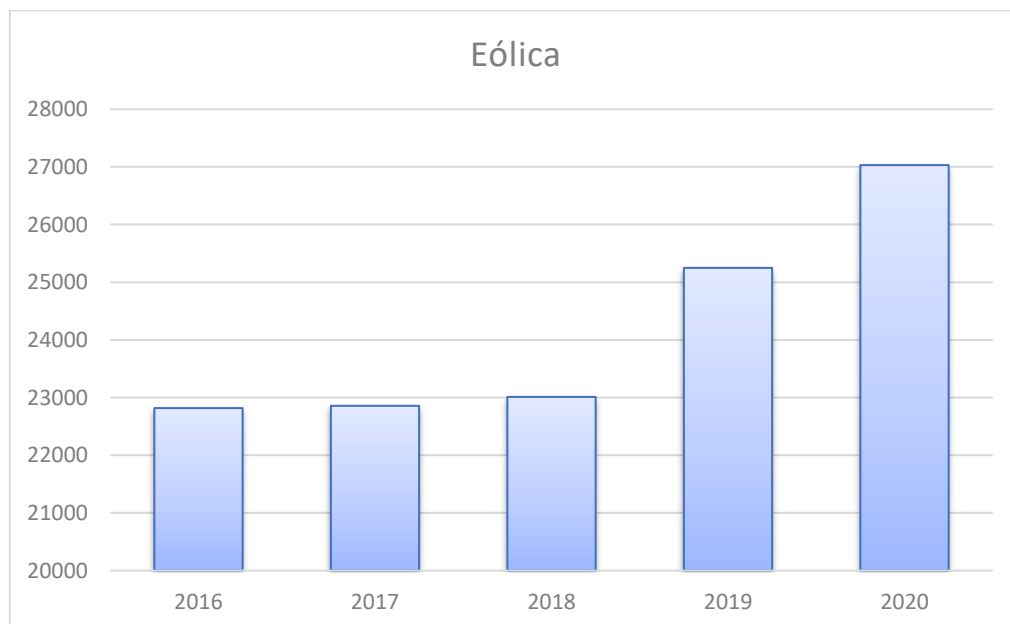


Figura 3: Evolución de la potencia instalada en energía eólica en España.

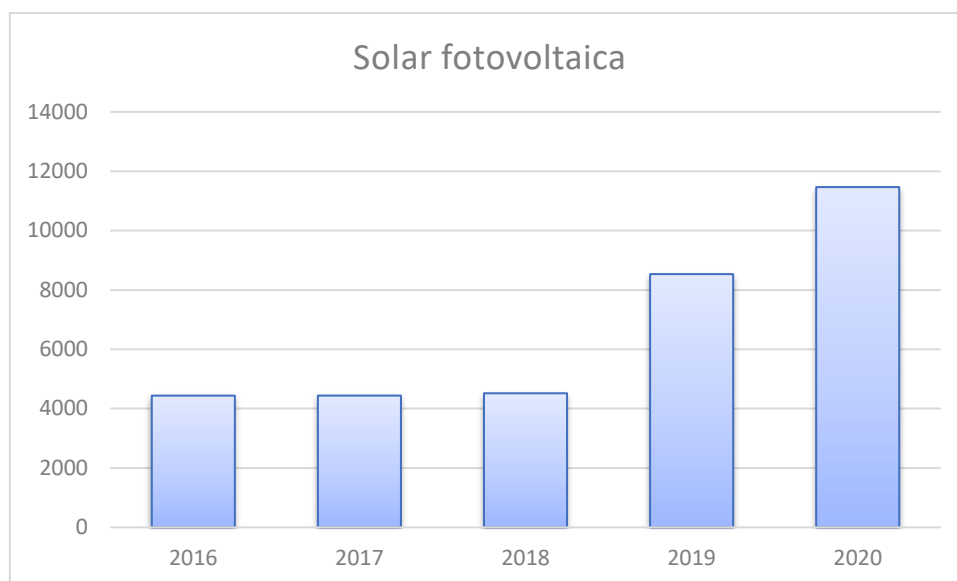


Figura 4: Evolución de la potencia instalada en energía fotovoltaica en España.

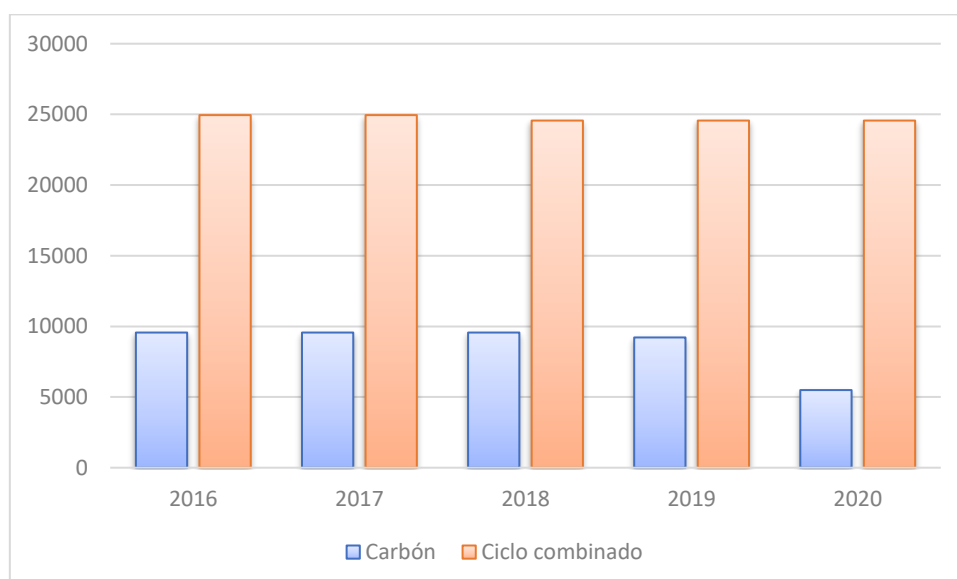


Figura 5: Evolución de la potencia instalada en las principales fuentes de origen no renovable en España.

En la Figura 2 se pueden observar la potencia de las distintas fuentes de generación de las distintas tecnologías instaladas en la península ibérica desde 2016 a 2020. En esta Figura se puede apreciar levemente la tendencia alcista de las renovables, con la eólica y la solar fotovoltaica a la cabeza, que como se puede apreciar en la Figura 3 y Figura 4, su instalación no cesa y sigue aumentando año tras año desde 2018. Este incremento es gracias en parte a el fuerte impulso que se ha dado a las energías renovables en nuestro país, especialmente a la energía eólica y fotovoltaica. Este fuerte incremento desde 2018 en la potencia instalada de generación renovable viene dado gracias a el mandato europeo 20/20/20 obliga que obliga a contar con un 20% de producción de renovables en energía primaria, una reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990 y un 20% de la mejora de eficiencia energética. Sin embargo, tras 2020,

seguiremos al alza en la instalación de plantas de generación de energía a través de fuentes renovables gracias a los objetivos marcados por la unión europea en materia de energía para el año 2030, entre los cuales destacan:

- Al menos un 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a 1990.
- Al menos un 32% de cuota de energías renovables.
- Al menos un 32,5% de mejora de la eficiencia energética.

A su vez, en la Figura 5 se puede observar como la potencia instalada en las fuentes de energías más reseñables de generación no renovable como son el carbón y ciclo combinado, van disminuyendo año tras año, fruto de los objetivos marcados por la unión europea, especialmente el carbón, cuya caída de potencia instalada de 2019 a 2020 es de casi el 50%. En el caso del ciclo combinado, aunque es apreciable que su potencia instalada disminuye levemente, su caída no es tan significativa como la de las plantas que utilizan carbón como fuente de energía primaria ya que se trata de plantas mucho más flexibles, cuyo coste de encendido y apagado es relativamente barato, y por lo tanto pueden aportar energía como *“back up units”* cuando la potencia requerida en periodos pico es superior a la esperada.

2.3 Principales tipos de aprovechamiento energía solar

Tras lo expuesto hasta el momento, se puede concluir, que las tecnologías renovables no solo tienen una gran importancia actualmente, sino que, en el futuro a corto plazo, van a disponer de mayor importancia aún.

En este contexto, la energía solar puede aprovecharse de numerosas formas, por lo que, a continuación, se va a proceder a explicar con mayor detalle las distintas tecnologías que disponemos actualmente para el aprovechamiento de la energía procedente del sol.

2.3.1 Energía solar térmica

Los sistemas de energía solar térmica de concentración producen calor o electricidad mediante el uso de cientos de espejos que concentran los rayos del sol a unas temperaturas que oscilan entre 400 y 1000°C. Existen distintos tipos de espejos, métodos de seguimiento solar y de generar energía útil, pero todos ellos funcionan bajo el mismo principio. En la actualidad, una central de energía solar térmica tiene entre 50 y 280 MW, pero podrían ser mayores. Entre los principales tipos de colectores térmicos destacan:

- Sistemas de concentradores lineales de fresnel: un conjunto de reflectores casi

planos concentran la radiación solar en receptores lineales invertidos elevados. El agua que fluye por los receptores se convierte en vapor. Su funcionamiento es similar a un canal parabólico, con la ventaja de un menor coste.

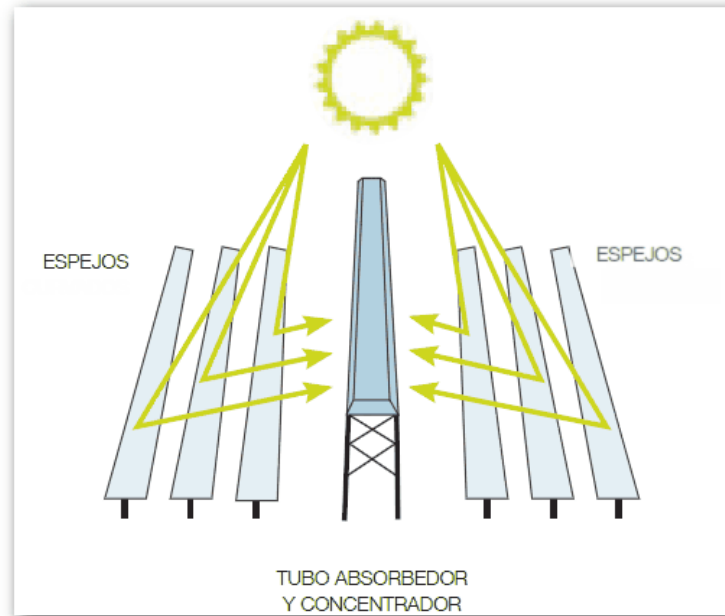


Figura 6: Sistema de concentradores lineales de fresnel.

- Sistemas de torre solar: un conjunto circular de heliostatos concentra la luz solar en un receptor central montado sobre una torre. Un medio de transferencia térmica en ese receptor central absorbe la radiación y la convierte en energía térmica que se utiliza para generar vapor supercalentado para la turbina.

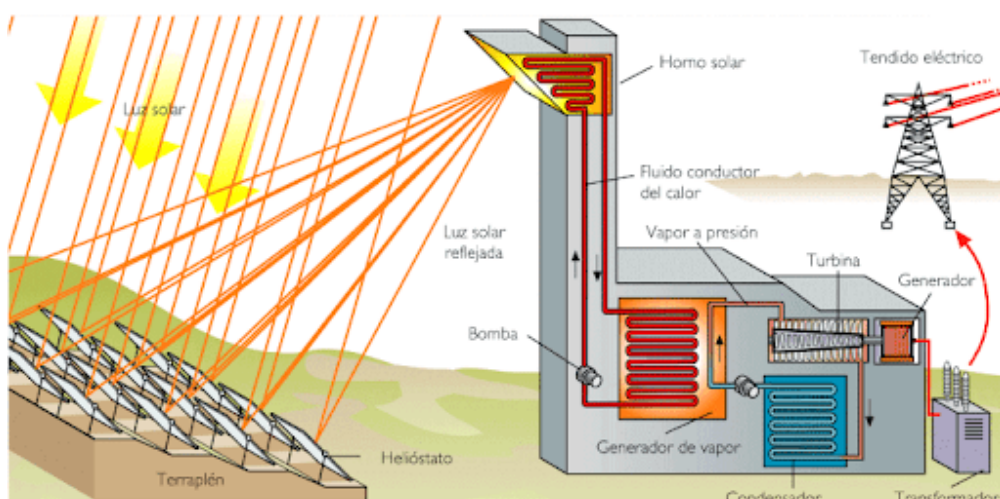


Figura 7: Sistemas de torre solar.

- Sistema de disco parabólico: un reflector parabólico en forma de disco concentra los rayos solares en un receptor situado en el punto focal de un disco. La radiación

de los rayos concentrados se absorbe en el receptor para calentar un fluido o gas a unos 750°C . Este fluido o gas caliente genera electricidad en un motor Stirling o pequeña turbina conectada al receptor.

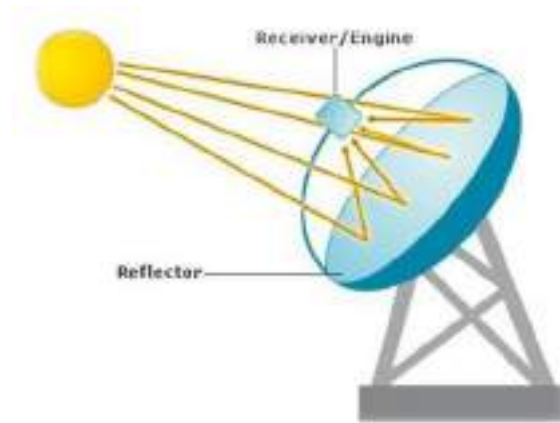


Figura 8: Sistema de disco parabólico.

- Canales Parabólicos: se utilizan reflectores cilindro parabólicos para concentrar la luz solar en tubos receptores térmicamente eficiente ubicados en la línea focal de la parábola. Se hace circular por esos tubos un fluido de transferencia térmica, como aceite térmico sintético. El fluido se calienta a unos 400°C mediante los rayos solares concentrados y se bombea por una serie intercambiadores térmicos para producir un vapor que se convierte en energía eléctrica en un generador de turbinas de vapor convencional.

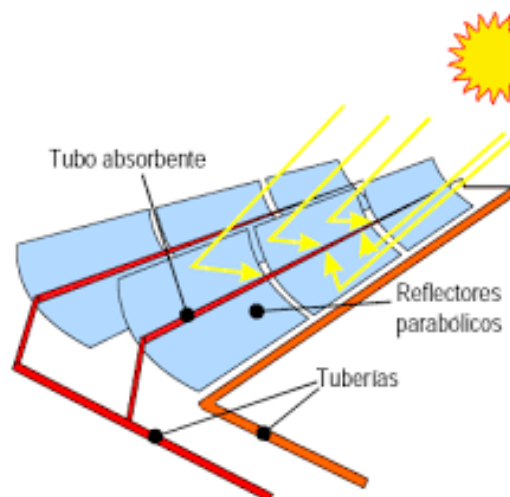


Figura 9: Sistema de canales parabólicos.

A su vez, comentar la capacidad de almacenamiento de la energía solar térmica de concentración pudiendo así llegar a ser más “despachable”, por lo que se podría disponer

de la energía generada en momentos en los que no hay presencia de sol. Esto se puede conseguir gracias a las siguientes tecnologías de almacenamiento:

- Directo de vapor.
- Indirecto con sales fundidas.
- Indirecto con hormigón.
- Indirecto con un medio de cambio de fase.

Por último, las plantas híbridas son capaces de hibridarse con distintas tecnologías, como son los combustibles fósiles o biomasa, ayudando de esta forma a producir un suministro de carga punta fiable, incluso con menos días de sol.

2.3.2 Energía solar fotovoltaica e hibridación de tecnologías

La energía solar fotovoltaica va a ser objeto del desarrollo del presente trabajo de fin de máster. Consiste principalmente en la obtención de electricidad mediante la incidencia de radiación solar sobre un material semiconductor denominado célula fotovoltaica o sobre una deposición de metales, caso en el cual se denomina célula solar de película fina.

Dado que el principio de funcionamiento y los distintos tipos de células fotovoltaicas existentes se van a tratar en los siguientes apartados, en este se va a comentar la importancia que va a tomar la hibridación con diferentes tecnologías.

Los sistemas de energía híbrida son aquellos que generan electricidad a partir de dos o más fuentes, generalmente de origen renovable, y que, a su vez, comparten un mismo punto de conexión a la red y un único sistema de control y monitorización común. Aunque la potencia instalada de las distintas partes del sistema híbrido supere la del punto de vertido, nunca se puede superar ese límite. De esta forma, un sistema híbrido de energía eólica y solar nos proporcionará energía eólica cuando se disponga de suficiente cantidad de viento, por la noche, y energía solar cuando brille el sol, por el día, ampliando así la capacidad de suministro del sistema, que puede ahora operar durante las 24 horas del día, y la eficiencia de este.

El hecho de disponer de más de una fuente de energía produce una serie de beneficios:

- Hay energía siempre disponible.
- Es una solución útil para aquellas zonas más remotas o pobres: al disponer de energía disponible a todas las horas del día el autoconsumo es más viable.
- Dispone de un mayor factor de capacidad en el punto de acceso de la planta gracias a la complementariedad de las curvas de carga de ambas tecnologías, como se puede apreciar en la Figura 10.
- Al cambiar de fuente, cuando una se encuentra inactiva, reduce la imprevisibilidad inherente a las energías renovables y mejora la estabilidad de la energía eléctrica suministrada, garantizando así la potencia en el punto de suministro.
- Aumenta la optimización en el uso de infraestructura eléctrica.

- Agiliza los plazos de conexión y puesta en marcha de las nuevas plantas si no hay que solicitar un nuevo punto de acceso.

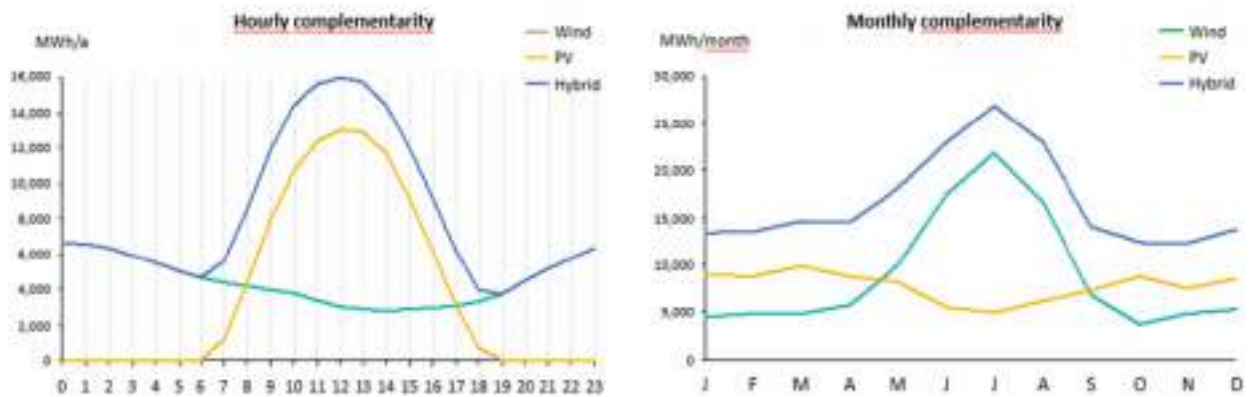


Figura 10: Curva complementariedad energía eólica y solar.

Y una serie de desventajas:

- Funcionamiento más complejo comparado con los sistemas de una única fuente de energía.
- Coste de instalación más alto que si dispusiésemos de una única fuente, aunque el coste de mantenimiento a posteriori es menor.

Por último, comentar las principales opciones de hibridación de la energía solar fotovoltaica, que son:

- Solar Fotovoltaica + Eólica: como indicado anteriormente, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica tienen curvas de carga complementarias, por lo que su hibridación hace que tengamos una fuente de generación de energía capaz de operar las 24 horas del día.
- Solar Fotovoltaica + Hidráulica: en este caso, se utiliza la energía solar fotovoltaica con el fin de producir energía eléctrica para hacer posible el bombeo de agua desde embalses inferiores a el embalse principal, con el fin de turbinar el agua bombeada nuevamente para la obtención de energía eléctrica a partir del agua.
- Solar Fotovoltaica + H2: este último caso es el más novedoso, y tiene un grandísimo atractivo. El hidrógeno es considerado un vector energético, es decir, un portador de energía y no una energía primaria o recurso energético. Eso quiere decir que no hay yacimientos de H, sino que hay que producirlo. El llamado hidrógeno verde es aquel producido a través de fuentes renovables, energía solar fotovoltaica en este caso, y es obtenido mediante electrólisis. Este hidrógeno

generado, es de gran interés ya que puede ser utilizado para un gran número de usos finales, entre los que destacan:

- Se puede emplear para generación eléctrica, preferiblemente cogeneración dado a sus costes.
- Se puede mezclar con gas natural y distribuirlo en gasoductos.
- Se puede emplear para usos industriales.
- Se puede emplear para movilidad.

2.4 Principio de Funcionamiento células fotovoltaicas

Una célula fotovoltaica es aquel dispositivo capaz de convertir la radiación procedente del sol, luz, en energía eléctrica. Para ello, absorbe los fotones de la luz, para liberar electrones, que son usados para generar una potencia eléctrica, en un proceso muy parecido a el expuesto en la Figura 1: Experimento Efecto Fotoeléctrico.

Las células fotovoltaicas están compuestas de materiales semiconductores, siendo uno de carga positiva (p) y otro de carga negativa (n). Una vez expuestos a la luz y superada la energía umbral de activación, los electrones comienzan a ser arrancados, dejando un hueco libre, que será ocupado por otro electrón que a su vez fue arrancado de su propio átomo, creando de esta manera una corriente eléctrica a lo largo del material semiconductor. Esta corriente consta de una corriente de iluminación (IL) debida a la radiación solar, y una corriente de oscuridad (ID) debida a la recombinación de electrones y huecos.

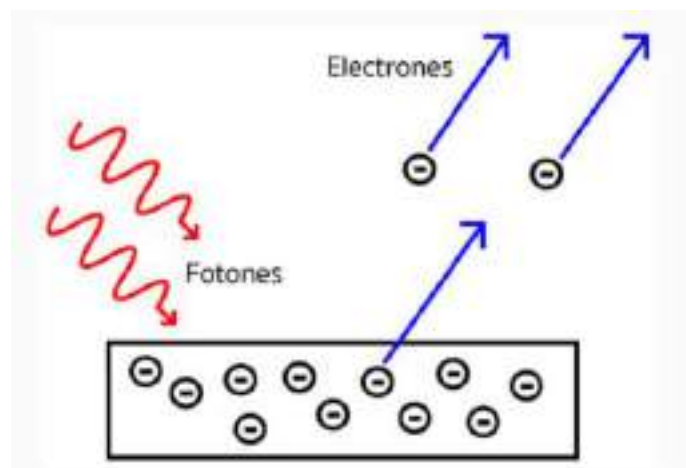


Figura 11: Principio funcionamiento células fotovoltaicas.

La unión de muchas células fotovoltaicas, conectadas entre sí generalmente en serie (aunque también se han dado casos de combinación de células en serie y paralelo) de forma que se suman las tensiones originadas en cada uno de ellos, originan un panel fotovoltaico.

Las células fotovoltaicas, y por lo tanto el panel fotovoltaico, tienen una serie de parámetros característicos que definen su funcionamiento, los cuales se pueden ver a continuación en la Figura 12, en la cual se pueden observar los distintos parámetros.

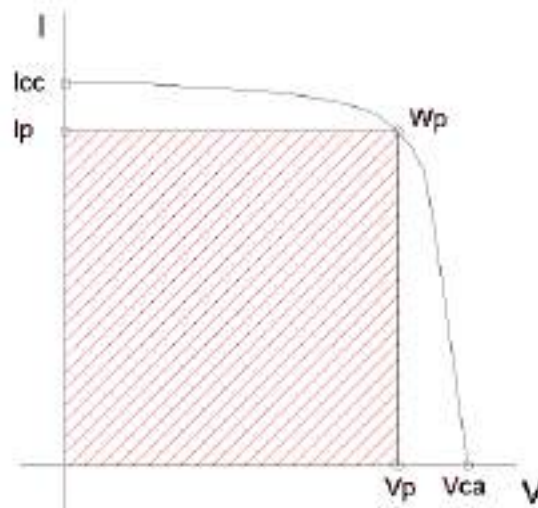


Figura 12: Gráfico intensidad-tensión.

- Intensidad de cortocircuito (I_{cc}): es aquella que se produce a tensión de 0 voltios, por lo que puede ser medida directamente en bornes mediante un amperímetro. Su valor variará en función de las condiciones atmosféricas de medida.
- Tensión de vacío (V_{ca}): es la tensión máxima del panel, que puede ser medida cuando no hay ninguna carga conectada, con un voltímetro, no variando su valor en función de las condiciones atmosféricas.
- Corriente en el punto de máxima potencia (I_p): corriente que se produce cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.
- Tensión en el punto de máxima potencia (V_p): tensión que se produce cuando la potencia es máxima, bajo unas condiciones estándar de medida.
- Eficiencia de conversión (η): cantidad de potencia de radiación incidente sobre el panel que es capaz de convertirse en potencia eléctrica.

A su vez, hay otras características que han de ser tenidas en cuenta debido a la gran importancia que tienen sobre los paneles fotovoltaicos, entre estas destacan:

- Efecto de la corriente de iluminación (I_D): la corriente suministrada por un panel es directamente proporcional a la intensidad de radiación y a la superficie de

células en el panel. En la Figura 13, se puede observar como a mayor radiación incidente, mayor intensidad, cuando la temperatura es constante.

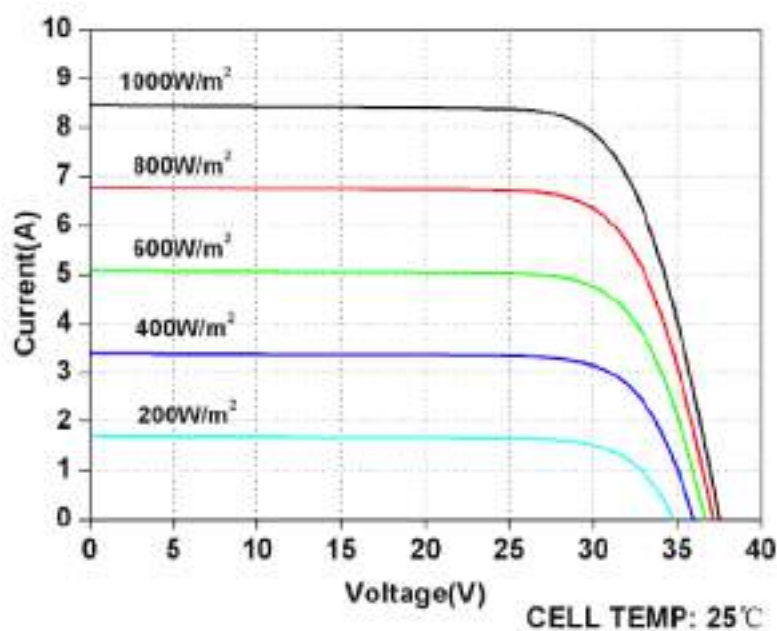


Figura 13: Curva tensión- irradiación.

- Efecto de la temperatura sobre la eficiencia: como se puede observar en la Figura 13, la tensión proporcionada por un panel varía en función de la temperatura, habiendo menor tensión a mayor temperatura, suponiendo constante la irradiación. Por norma general, cada vez que disminuimos 10°C la temperatura del panel, supone un incremento de un 4% en la eficiencia del mismo.

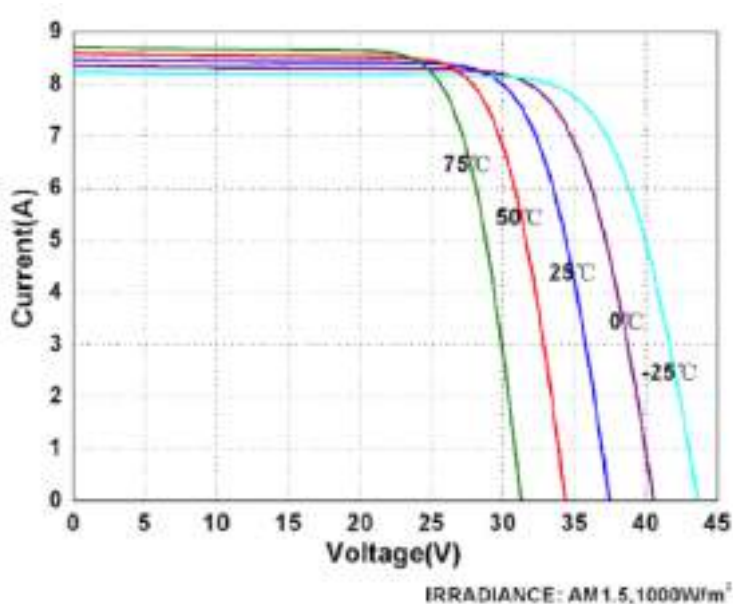


Figura 14: Curva tensión-intensidad a diferentes temperaturas.

2.5 Tipos de células fotovoltaicas

Las células fotovoltaicas se dividen principalmente en dos grandes grupos, monocristalinas y policristalinas. Aunque debido a que es una tecnología relativamente joven y en continuo desarrollo, vamos a tratar también otros dos grupos en auge y que pueden aportar mucha mayor competitividad a la tecnología solar fotovoltaica, los amorfos y los flexibles.

2.5.1 Paneles fotovoltaicos monocristalinos

La placa fotovoltaica monocristalina es aquella compuesta por células monocristalinas, de un característico color negro, y cuyas esquinas están recortadas formando un chaflán. Entre sus ventajas destacamos su gran eficiencia, por encima de un 15% y en algunas marcas hasta de un 21%, así como su vida útil, que es más larga con respecto a los policristalinos, sin embargo, esto hace que tengan una mayor inversión inicial.

Las celdas monocristalinas son fabricadas con bloques de silicio que tienen forma cilíndrica. Para optimizar su rendimiento y reducir costes de cada celda solar se recortan las esquinas de la celda, dando un aspecto característico a la misma con los chaflanes que se producen. El hecho de estar únicamente fabricados a partir de silicio monocristalino hace que estos paneles tengan una altísima pureza en silicio, y de esa forma mayor eficiencia que otro tipo de paneles solares fotovoltaicos.



Figura 15: Panel fotovoltaico monocristalino.

2.5.2 Paneles fotovoltaicos policristalinos

Los paneles policristalinos están también formados por silicio como sustrato, pero a diferencia de los previamente vistos, las células policristalinas proceden de un corte de un bloque de silicio, que ha solidificado lentamente en un crisol, por lo que en su lugar obtenemos celdas formadas todas ellas por pequeños cristales de silicio. Este método de elaboración es mucho menos costoso que el anterior, por lo que se trata de paneles más baratos, pero a su vez, menos eficientes. Este tipo de paneles fotovoltaicos se pueden diferenciar gracias a su color azulado en diferencia a el color negro de aquellos paneles monocristalinos, así como a sus celdas perfectamente rectangulares, sin el chaflán característico de los paneles monocristalinos.

Como gran inconveniente, a parte de la reducción de la eficiencia (entre un 13-16 %), nos encontramos con que son paneles fotovoltaicos que tienen menor resistencia a el calor que los monocristalinos, por lo que a altas temperaturas funcionan peor que estos, y a su vez, su vida útil podría verse acortada.



Figura 16: Panel fotovoltaico policristalino.

2.5.3 Paneles fotovoltaicos de silicio amorfo o capa fina

La gran diferencia de los paneles de silicio amorfo con respecto a las cristalinas viene dada por el proceso de elaboración del mismo, ya que el funcionamiento de este tipo de panel es idéntico al de una célula monocristalina o policristalina.

Estos tipos de paneles se han dejado de utilizar en gran parte debido a la grandísima bajada de precios en los paneles solares cristalinos, por lo que poco a poco han perdido

posiciones en el mercado y su implantación es muy limitada. Esto se debe debido a la baja eficiencia que ofrecen con respecto a los paneles cristalinos (de 7 a 13 %), ya que los paneles de silicio amorfo están constituidos de un silicio de mala calidad, que dificulta la recolección de los portadores fotogenerados. Sin embargo, son paneles fotovoltaicos que se siguen usando para su uso en interiores, emplazamientos con mucho polvo...etc.

Como se puede apreciar en la Figura 17 las placas de silicio amorfo no constan de células individuales, sino que están constituidos por una lámina cortada a medida.



Figura 17: Panel fotovoltaico silicio amorfo.

2.5.4 Panel fotovoltaico flexible

Aunque no se trata de un tipo de panel fotovoltaico en sí, era importante mencionar la capacidad de este tipo de paneles fotovoltaicos: su flexibilidad.

Debido a el no uso de un marco o vidrio, este tipo de paneles fotovoltaicos se encapsulan en polímeros lo cual facilita dicha capacidad. Eso sí, para su uso, hemos de seleccionar células que tengan la capacidad de ser flexibles, ya que, si no, aunque el panel pueda doblarse y adoptar distintas posturas, la célula podría presentar microrroturas al doblar el panel.



Figura 18: Panel fotovoltaico flexible.

3. Ubicación de la instalación

3.1 Elección de la ubicación de la Planta

Inicialmente se partía con tres ubicaciones distintas, que fueron objeto de un estudio preliminar para estudiar la viabilidad de todas ellas, así como la potencia pico a poder extraer en cada una de ellas.

Las tres ubicaciones proporcionadas para la posible implantación de la planta solar fotovoltaica Carrero Solar eran las siguientes:

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Sup. catastral [ha]
SOTILLO DE LAS PALOMAS, TOLEDO	4	8	45165A004000080000XJ	26,8752
SOTILLO DE LAS PALOMAS, TOLEDO	4	52	45165A004000520000XW	31,6058
SOTILLO DE LAS PALOMAS, TOLEDO	4	53	45165A004000530000XA	2,1653
SOTILLO DE LAS PALOMAS, TOLEDO	4	54	45165A004000540000XB	6,2327
SOTILLO DE LAS PALOMAS, TOLEDO	4	55	45165A004000550000XY	8,5945
SOTILLO DE LAS PALOMAS, TOLEDO	4	56	45165A004000560000XG	1,2911

Tabla 1: Parcelas posible ubicación 1.

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Sup. catastral [ha]
NAVAMORCUENDE, TOLEDO	10	11	45115A010000110000BH	1,4134
NAVAMORCUENDE, TOLEDO	10	12	45115A010000120000BW	4,0859
NAVAMORCUENDE, TOLEDO	10	10012	45115A010100120000BF	2,638
NAVAMORCUENDE, TOLEDO	10	17	45115A010000170000BQ	13,3386

Tabla 2: Parcelas posible ubicación 2.

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Sup. catastral [ha]
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	9	45166A001000090000ER	19,6809
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	8	45166A001000080000EK	16,4289
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	11	45166A001000110000EK	77,0609
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	10	45166A001000100000EO	4,7745
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	12	45166A001000120000ER	1,3288
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	47	45166A001000470000EI	11,4555
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	10047	45166A001100470000EB	7,851
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	6	45166A001000060000EM	0,27
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	7	45166A001000070000EO	0,3918

Municipio	Polígono	Parcela	Referencia Catastral	Sup. catastral [ha]
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	2	45166A001000020000EP	3,9655
TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	1	5	45166A001000050000EF	1,7654
PEPINO, TOLEDO	11	1	45133A011000010000XF	7,4827
PEPINO, TOLEDO	11	3	45133A011000030000XO	7,4941
PEPINO, TOLEDO	11	2	45133A011000020000XM	36,115
PEPINO, TOLEDO	11	23	45133A011000230000XB	13,3237
PEPINO, TOLEDO	11	25	45133A011000250000XG	8,8385
PEPINO, TOLEDO	8	1	45133A008000010000XF	2,1928

Tabla 3: Parcelas posible ubicación 3.

Tras la localización de dichas parcelas se realizó un estudio preliminar de servidumbres, tras el cual se detectaron los siguientes problemas:

- Las parcelas pertenecientes a la posible ubicación 1, Tabla 1: Parcelas posible ubicación 1., estaban contenidas en zona ZEPA, es decir Zona Especial de Protección de Aves. Esto supondría un importante problema de tramitación de una planta solar fotovoltaica, por lo que, dicha ubicación, fue rechazada. En la Figura 19, se pueden observar las parcelas pertenecientes a la ubicación 1 determinada anteriormente y representadas en verde, y la zona ZEPA, representada en rojo.



Figura 19: Servidumbre preliminar posible ubicación 1.

- Las parcelas pertenecientes a la posible ubicación 2, Tabla 2: Parcelas posible ubicación 2., no pertenecían a la zona ZEPA, sin embargo, se encontraban en zona LIC, o Lugares de Interés Comunitarios. Esto, de la misma forma que con la zona ZEPA, haría también muy difícil el desarrollo de una planta solar fotovoltaica en dicha ubicación, por lo que, a su vez, fue desestimada. En la Figura 20, se puede observar a las parcelas de la posible ubicación 2, representadas en verde, frente a la zona LIC, representada en amarillo.



Figura 20: Servidumbre preliminar parcelas posible ubicación 2.

- Por último, las parcelas pertenecientes a la posible ubicación 3, Tabla 3: Parcelas posible ubicación 3., como se puede observar en la Figura 21, estaban libres de pertenecer a zonas de protección de especies, por lo que, se procedió a comprobar la viabilidad de una posible evacuación, la cual era posible gracias a la cercanía de la subestación de Ébora 220, por lo que dicha ubicación fue determinada como ubicación final de la planta solar fotovoltaica Carrero Solar.



Figura 21: Ubicación final PSFV Carrero Solar.

3.2 Emplazamiento de la instalación

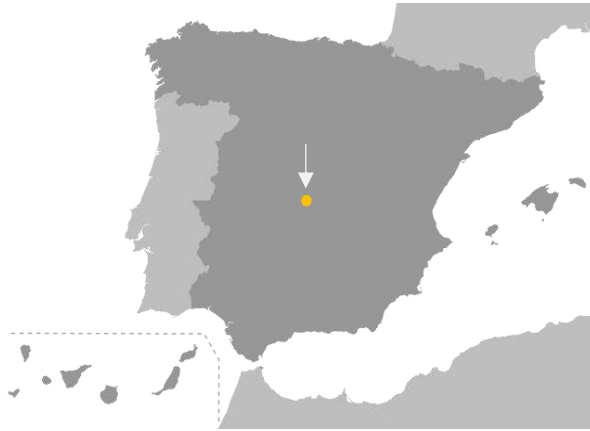


Figura 22: Ubicación final de la planta.

Las parcelas sobre las que se desarrollará el proyecto se ubican en los términos municipales de Pepino y Talavera de la Reina, Toledo, comunidad de Castilla La-Mancha. La elección de este emplazamiento se justifica por la alta radiación solar existente, el posible reaprovechamiento de los terrenos y sus características geomorfológicas, así como la proximidad de la infraestructura eléctrica prevista para la evacuación.

La instalación cuenta con acceso desde la carretera de Talavera a Cardiel, llegando a las parcelas en cuestión a través de caminos ya existentes debido a la actividad agrícola desarrollada en las inmediaciones.

Por ello no será necesaria la creación de viales nuevos, pudiendo necesitar una adecuación de los viales existentes para facilitar el paso de la maquinaria de construcción.

Las coordenadas del centro geográfico de la instalación son las siguientes:

- ❖ UTM HUSO 30:
 - X: 347.534,5251
 - Y: 4.428.118,7279
- ❖ GPS:
 - LONGITUD: 39.98949
 - LATITUD: -4.78583
- ❖ ALTITUD:
 - Z: 373,96 m

A continuación, en la Tabla 4, se muestran las coordenadas UTM de la línea poligonal que circunscribe a la instalación:

Vértice	Coordenada X (UTM)	Coordenada Y (UTM)
1	347.625,1740	4.428.945,2800
2	347.878,0035	4.428.871,6980
3	347.958,6640	4.428.069,8620
4	348.151,2100	4.427.423,0300
5	347.978,0500	4.427.344,2700
6	347.471,0800	4.427.270,2800
7	347.262,8700	4.427.289,3400
8	346.519,4903	4.426.976,7038
9	345.496,5900	4.426.624,5000
10	345.631,4400	4.426.878,0100
11	346.039,7200	4.427.329,0700
12	346.235,0600	4.427.545,3500
13	346.457,7950	4.427.694,3400

Tabla 4: Línea Poligonal instalación

3.3 Características generales del emplazamiento

A continuación, en la Tabla 5, se presentan los datos representativos del emplazamiento en cuanto a condiciones meteorológicas y de radiación se refiere.

Parámetro	Unidades	Valor
Altitud	m.s.n.m.	376,96
Temperatura máxima absoluta	[°C]	44,2
Temperatura mínima absoluta	[°C]	-13,4
Temperatura media más alta	[°C]	30,4
Temperatura media más baja	[°C]	3,6
Irradiación global	[kWh/m ² ·día]	5

Tabla 5: Datos radiación y meteorológicos del emplazamiento.

Habiendo obtenido los datos de altitud mediante topografía del Instituto Geográfico Nacional (IGN), los datos de radiación del ADRASE y los datos meteorológicos de la base de datos meteorológicos de Meteonorm.

4 Servidumbres

El objeto de este apartado es detallar las servidumbres que se respetan para tanto para el vallado como la implantación de la planta solar fotovoltaica Carrero Solar, sin embargo, para mayor detalle de las mismas se deberá acudir al plano FV.4 - Servidumbres.

Las parcelas del proyecto respetan la servidumbre a los siguientes elementos:

4.1 Líneas Aéreas de Alta Tensión

Se respetará una servidumbre de acorde a la oscilación máxima de los conductores de la línea, es decir, según el *blowout* de la línea, dependiendo primordialmente esta distancia de su tensión y su longitud de vano. En el emplazamiento de la instalación disponemos de dos cruzamientos con líneas aéreas de alta tensión, LAAT de aquí en adelante. Estos son:

- LAAT de 45kV
- LAAT de 20kV

Dado que el nivel de tensiones es similar, y el vano de ambas líneas es pequeño, 150- 300 metros, se ha decidido tomar una servidumbre de 7 metros con respecto al extremo de sus conductores, abarcando este pasillo por completo su distancia de *blowout*. Se puede observar lo comentado en la Figura 23, mostrada a continuación:



Figura 23: Servidumbre LAAT.

4.2 Autopistas, Autovías y Carreteras convencionales

Según la Ley 37/2015 del 29 de septiembre establecida en el Boletín Oficial del Estado, se definen cuatro zonas cuyas distancias dependen si se trata de una autovía o autopista, o una carretera convencional, siendo medidas a tomar desde la arista exterior de la vía en cuestión.

- Dominio público Viario: 8 metros para autopistas/autovías y 3 metros para carreteras convencionales, no pudiéndose construir bajo ninguna circunstancia.
- Zona de servidumbre: 25 metros para autopistas/autovías y 50 metros para carreteras convencionales, no pudiéndose construir salvo bien de interés general, no siendo este el caso en cuestión.
- Zona de afección: 100 metros para autopistas/autovías y 50 metros para carreteras convencionales, pudiéndose construir con autorización previa.
- Zona límite de edificabilidad: 50 metros para autopistas/autovías y 25 metros para carreteras convencionales, no pudiéndose construir salvo bien de interés general, no siendo este el caso en cuestión.

En el emplazamiento de la instalación disponemos de la cercanía de la Carretera de Talavera a Cardiel, para la cual se ha respetado el límite de edificación, 25 metros, hasta la zona de implantación. Esto significa que la cercanía a la carretera supondrá una afección a la misma, debiendo ser informado de su construcción el Ministerio de Fomento de Castilla La-Mancha. La servidumbre respetada puede observarse en la Figura 24, mostrada a continuación:



Figura 24: Servidumbre Carreteras.

4.3 Vías Pecuarias

Para las afecciones de las vías pecuarias se ha de consultar la anchura legal y la clasificación de estas. La anchura legal correspondiente al dominio público es:

- 75,22 metros para Cañadas Reales
- 37,61 metros para Cordeles
- 20,89 metros para Veredas
- 15 metros para Coladas

Por lo que a cada lado del eje de la vía pecuaria se debe respetar una servidumbre de 05 veces la anchura legal. En el emplazamiento de nuestra instalación, la Cañada Real Extremeña linda con una serie de parcelas, por lo que ha de respetar una distancia de 75,22 metros, es decir, de 37,61 metros a cada lado del eje de la Cañada Real. Esto puede observarse en la Figura 25, que se muestra a continuación:



Figura 25: Servidumbre Vía Pecuaria.

4.4 ADIF – Ferrocarril

ADIF define tres zonas con el fin de establecer la distancia de retranqueado de las distintas construcciones que puedan surgir en las inmediaciones de una de sus instalaciones/vías de transporte ferroviarias:

- Zona de Dominio Público: 8 metros desde la arista exterior de la explanación. Dentro de esta zona no será posible la construcción en ningún caso.
- Zona Límite de Edificación: hasta 50 metros desde la arista mas próxima a la plataforma. En esta zona, no se podrá construir el campo solar, pero sí el vallado y las plantaciones perimetrales.
- Zona de Protección Ferroviaria: desde 50 metros desde la arista más próxima a la plataforma hasta 70 metros desde la arista exterior a la instalación. En esta zona se podrá construir el campo solar tramitando la pertinente autorización.

En nuestro caso, disponemos de la línea de ferrocarril Cáceres-Portugal colindando con nuestra instalación por lo que se respetará la servidumbre correspondiente al límite de edificación, 50 metros en este caso. Esto se puede ver en la Figura 26, mostrada a continuación:

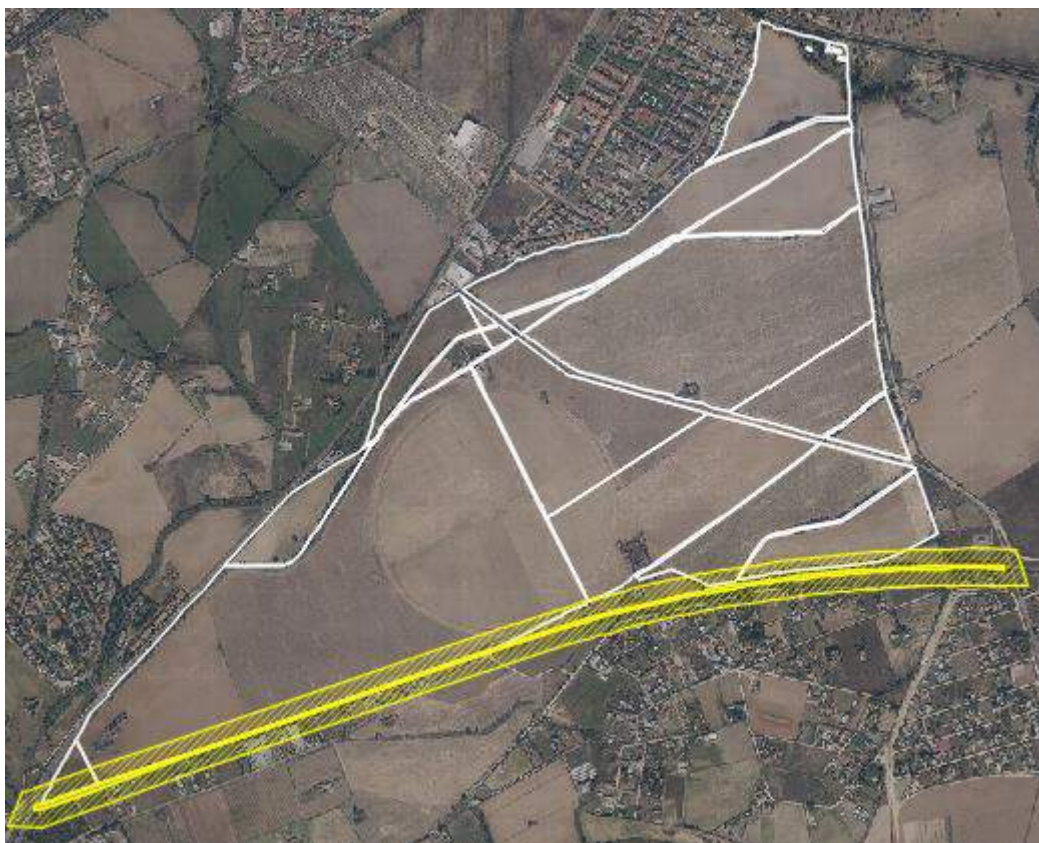


Figura 26: Servidumbre ADIF.

4.5 Confederación Hidrográfica – Cauces

El Dominio Público Hidráulico (DPH) es normalmente definido en un estudio hidrológico, que se ha de realizar en etapas mas avanzadas del proyecto. Para este caso, ya que disponemos, según lo indicado por los archivos consultados en el Centro Nacional de Descargas y la Confederación hidrográfica del Tajo, de ciertos cauces colindantes a la planta solar, con el fin de evitar futuros problemas en cuanto a la obtención de las pertinentes autorizaciones, se ha sido excesivamente generoso en cuanto a la distancia de retranqueo considerada, con respecto a experiencias de otros proyectos similares consultados, siendo esta distancia de 5 metros a cada extremo de los cauces/acequias próximos a la instalación.

Dicha servidumbre considerada puede ser observada en la Figura 27:



Figura 27: Servidumbre Hidrología.

4.6 Caminos

Las distancias por respetar en lo que consta a los distintos caminos colindantes a la instalación del parque solar dependen en función del municipio en el que sean implantado, ya que existen diferentes criterios para el establecimiento de estas. Por ello, tras una consulta a los ayuntamientos de Talavera de la Reina y Pepino, Toledo, provincia de Castilla La-Mancha, se ha establecido como distancia de retranqueo la más restrictiva comunicada por los ayuntamientos, estableciéndose un criterio único para todos los caminos que están situados en las inmediaciones de la instalación fotovoltaica Carrero Solar. Esta distancia es de 5 metros a cada extremo del camino, y puede ser observada en la Figura 28.



Figura 28: Servidumbre Caminos.

4.7 Plan de Ordenanza Municipal

A su vez, se ha consultado el Plan de Ordenanza Municipal de los ayuntamientos en los cuales se va a realizar la instalación de la planta solar fotovoltaica, ya que, en ciertas ocasiones, los municipios pretenden incorporar terreno agrario como urbano, siendo esto un impedimento para la construcción de la instalación.

En este caso, se observa como en el POM de Talavera de la Reina, hay parte del terreno a utilizar por la PSFV que está pendiente de incorporación como terreno urbano, por lo que dichas parcelas/terreno han sido excluidos de su uso como parte de la instalación fotovoltaica Carrero Solar. Esto puede ser observado a continuación, en la Figura 29.

4.8 Edificaciones y Vegetación

Tras el análisis preliminar del terreno a utilizar, se han observado ciertas edificaciones y zonas de vegetación las cuales, aunque no es de obligado cumplimiento, se ha respetado también una distancia de retranqueo, con el fin de evitar problemas futuros. A su vez, se ha respetado una distancia de 50 metros con respecto a distintas edificaciones ya existentes, así como se ha respetado una arbolada situada al noreste de los terrenos a utilizar, como puede observarse en la Figura 30.



Figura 29: Servidumbre POM.



Figura 30: Servidumbre Edificaciones y Vegetación.

5 Configuraciones Carrero Solar

En este apartado se va a decidir un parámetro fundamental como es la configuración de los módulos que integran la planta. En el caso de Carrero Solar, únicamente se han contemplado como posibles soluciones, debido al coste de la estructura asociada a otras posibles soluciones, así como sus gastos de mantenimiento asociados, las soluciones en 1V o 2V. A su vez, hay que determinar el número de módulos que integran cada “mesa”, que es la unidad estructural mínima, que alberga un único string, siendo este último integrado por la unión de módulos en serie, con el objetivo de tener una tensión adecuada para el funcionamiento de la planta.

Las soluciones planteadas en cuanto a la configuración de la planta solar fotovoltaica fueron las siguientes:

- 1 V x 31 + 1V x 62. Esta solución consiste en la implantación de estructuras en configuración 1V formadas strings que albergarían 31 módulos en serie. Con el fin de obtener una mayor flexibilidad y adaptabilidad de los módulos al terreno disponible, utilizaríamos una combinación de mesas formadas por un string (1Vx31) y dos strings (1Vx62) que tendrían el doble de tamaño. La elección del número de módulos por string esta debidamente justificada en el Anexo I: Cálculos Justificativos.



Figura 31: configuración 1V.

- 2V x 31. En este caso, solo optamos por mesas “pequeñas” ya que, al disponer de dos módulos a soportar por la estructura, podríamos derivar en diversos problemas. En primer lugar, los módulos fotovoltaicos actuales, son capaces de producir una mayor potencia, pero a su vez, el tamaño de los mismos es mayor (los más potentes del mercado tienen una dimensión de 2,384 x 1,303 x 0,035

metros), por lo cual, la colocación de estos en configuración 2V podría derivar en graves problemas de peso sobre la estructura, requiriendo un hincado de gran profundidad (entorno a unos 4 metros) así como problemas derivados por el viento, por el efecto vela. El efecto vela es el riesgo al que se exponen aquellas configuraciones con grandes superficies conjuntas, ya que ofrecen una gran resistencia frente al viento incidente, haciendo que los paneles se puedan desprender de la estructura o en el peor de los casos causen desperfectos en el soporte donde están ancladas. Dicho efecto entonces se vería incrementado con una configuración en 2Vx62.



Figura 32: configuración 2V.

Asimismo, se va a decidir también el *pitch distance* a establecer entre módulos. El *pitch distance* es aquella distancia entre las distintas filas de paneles solares. Como se puede ver reflejado en la Figura 33.

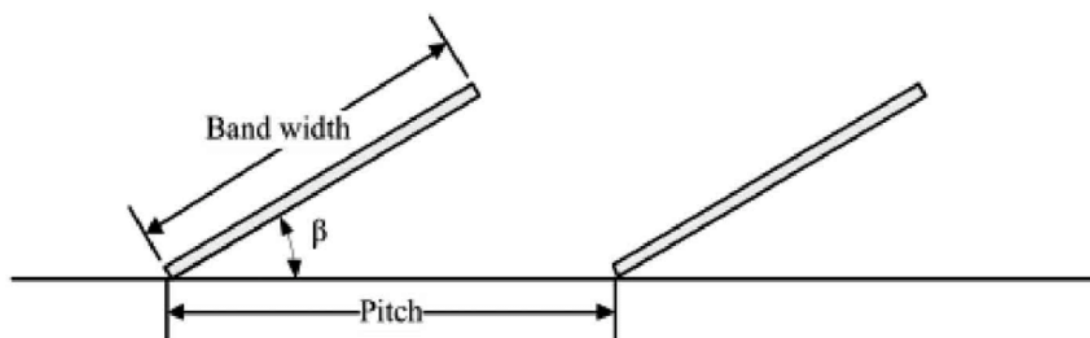


Figura 33: ilustración pitch distance.

Esta distancia es clave a la hora de la realización del Layout de la planta, ya que, a menor distancia, mayor número de módulos que podremos incluir en nuestra planta solar fotovoltaica, pero a su vez, mayores sombras que se van a producir entre las distintas filas consecutivas de módulos.

Para decidir estos dos parámetros fundamentales de la planta, se van a utilizar los softwares PVsyst y PVcase, y posteriormente se realizará un pequeño estudio económico

con el fin de obtener la configuración que más convenga a la planta, para obtener una mayor rentabilidad.

En primer lugar, se realizará un Layout sencillo de cada distinta situación, variando tanto ambas configuraciones presentadas, 1Vx31+1Vx62 y 2Vx30, así como el *pitch distance*, e implantándolos sobre el área disponible obtenido tras el análisis de servidumbres. Una vez realizados los distintos Layouts, se tomará notas de los strings de los que posee cada configuración.

Posteriormente, se importarán el número de strings, previamente anotado, al software PVsyst, realizándose una simulación para ambas configuraciones consideradas, variando el *pitch distance* en cada una de ellas. Mediante dicha simulación, seremos capaces de obtener la energía inyectada a la red en función de cada configuración y del *pitch distance* elegido.

1.1 Hipótesis de Cálculo Configuraciones Carrero Solar

Para la realización del análisis de las distintas configuraciones previamente comentadas, se van a realizar una serie de supuestos:

- La energía generada por la planta solar fotovoltaica se va a suponer que su retribución será obtenida mediante un *Power Purchase Agreement*, PPA, y por lo tanto retribuida mediante un precio fijo durante los años de explotación de la planta. Para ello se ha establecido un precio de 37,5 €/ MWh.
- La potencia nominal de la planta está sujeta a la potencia disponible de acceso y conexión en la subestación Ébora 220. Sin embargo, en el momento de realización de este proyecto, dicha subestación no cuenta con capacidad disponible de acceso y conexión. Es por lo cual, que se va a suponer que dicha subestación cuenta con una capacidad de acceso de 26 MW, siendo esta la capacidad máxima a verter a la red, más conocida como potencia concedida en *Point of Interconnection* o POI.
- El nivel de inflación y el impuesto de la energía previstos para el momento en el que la planta empiece a operar son los mostrados en la Tabla 6. Dichos datos han sido consultados con diversas fuentes, y en todo caso se ha optado por elegir en todo momento la opción más desfavorable, con el fin de obtener un análisis más realista.

Concepto	%
Inflación	1,5%
Impuesto de la energía	6%

Tabla 6: Hipótesis de cálculo económico preliminar.

- Para la realización del análisis, en el cual se han de calcular distintos parámetros económicos, se van a suponer unos determinados ratios en cuanto a los costes que supone cada configuración. Dichos ratios han sido obtenidos de la experiencia en proyectos previos en los cuales ha participado la empresa colaboradora, OSPREL, y quedan detallados a continuación:

Concepto	€/MWp
Acondicionamiento	60.000
Módulos Fotovoltaicos	250.000
Inversores	25.000
CTs	20.000
Estructuras	85.000
Montaje Mecánico	32.400
Sistema eléctrico	35.000
Seguridad y vigilancia	15.000
Terreno	50.000
Gestión de residuos	3.000
Estudio de Seguridad y Salud	1.250
Desarrollo – Ingeniería	25.000
Operación y Mantenimiento	5.000
Equipos	1.500
Servicios Auxiliares	3.000
Costes de Gestión	6.500

Tabla 7: Ratios costes por cada MW pico instalado.

Dichos ratios serán únicamente utilizados para este análisis económico preliminar, y una vez decididos los parámetros de *pitch distance* y configuración final de la planta, se elaborará un presupuesto económico detallado que será expuesto en etapas posteriores del presente proyecto.

1.2 Factores que analizar

Para cada una de las configuraciones se va a analizar:

- *Operational Expenditures* o OPEX: coste permanente asociado a el propio funcionamiento de la planta en sí. Se realizará un cálculo básico de los gastos de operación de cada una de las configuraciones.
- *Capital Expenditure* o CAPEX: coste de inversión de cada una de las distintas configuraciones. Se estimará una vida útil de la planta de 25 años.
- Tasa interna de retorno o TIR: tasa interna de rentabilidad o tasa de rentabilidad interna de una inversión es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir".
- *Levelised cost of electricity* o LCOE: valor del coste total actual de construir y operar una instalación generadora de energía a lo largo de toda su vida útil. De esta manera, mide los costes totales que esa instalación tendrá a lo largo de toda su vida y los divide por la producción de energía que realizará también durante todos sus años de operación.
- Valor Actual Neto o VAN: criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

1.3 Resumen Configuración 1V

Iteración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MWp	1V	1V	1V	1V	1V	1V	1V	1V	1V	1V
MWn	41	39,78	38,34	37,08	35,88	34,76	33,56	32,57	31,76	30,76
Nº Módulos	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26
Nº Inversores	63.178	60.729	58.528	56.606	54.777	53.072	51.243	49.724	48.484	46.965
Nº CTs	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98
Pitch Distance (m)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Ratio AC/DC	5.2	5.4	5.6	5.8	6,0	6.2	6.4	6.6	6.8	7,0
Producción anual PVsyst	74,36 GWh	73,26 GWh	72,16 GWh	70,96 GWh	69,63 GWh	68,22 GWh	66,37 GWh	64,80 GWh	63,48 GWh	61,74 GWh

Tabla 8: Resumen configuraciones 1V.

Y sus costes asociados pueden verse a continuación, estando todo expresado en euros:

Iteración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Acondicionamiento	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00	1.560.000,00
Módulos fotovoltaicos	10.345.397,50	9.944.373,75	9.583.960,00	9.269.232,50	8.969.733,75	8.690.540,00	8.391.041,25	8.142.305,00	7.939.255,00	7.690.518,75
Inversores	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00
CTs	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00	520.000,00
Estructuras	3.517.435,15	3.381.087,08	3.258.546,40	3.151.539,05	3.049.709,48	2.954.783,60	2.852.954,03	2.768.383,70	2.699.346,70	2.614.776,38

Iteración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Montaje Mecánico	1.340.763,52	1.288.790,84	1.242.081,22	1.201.292,53	1.162.477,49	1.126.293,98	1.087.478,95	1.055.242,73	1.028.927,45	996.691,23
Sistema Eléctrico	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00	910.000,00
Seguros y Vigilancia	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00	390.000,00
Otros	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00	130.000,00
Terreno	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00	1.300.000,00
Gestión de residuos	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00
Estudio de Seguridad y Salud	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00	32.500,00
Desarrollo - ingeniería	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00	650.000,00
Otros	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00	780.000,00
CAPEX (€/MWp)	22.204.096,17	21.614.751,66	21.085.087,62	20.622.564,08	20.182.420,72	19.772.117,58	19.331.974,22	18.966.431,43	18.668.029,15	18.302.486,36

Tabla 9: Costes CAPEX 1V.

Iteración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O&M	206.907,95	198.887,48	191.679,20	185.384,65	179.394,68	173.810,80	167.820,83	162.846,10	158.785,10	153.810,38
Equipos	62.072,39	59.666,24	57.503,76	55.615,40	53.818,40	52.143,24	50.346,25	48.853,83	47.635,53	46.143,11
Servicios Auxiliares	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00	78.000,00
Coste de Gestión	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00	169.000,00

Iteración	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
OPEX (€/MWp)	515.980,34	505.553,72	496.182,96	488.000,05	480.213,08	472.954,04	465.167,07	458.699,93	453.420,63	446.953,49

Tabla 10: Costes OPEX 1V.

5.1 Resumen Configuración 2V

Iteración	1	2	3	4	5	6
MWp	46	44,75	43,82	43,21	41,99	41,67
MWn	26	26	26	26	26	26
Nº Módulos	69.626	68.324	66.898	65.968	64.108	63.612
Nº Inversores	163	163	163	163	163	163
Nº CTs	6	6	6	6	6	6
Pitch Distance (m)	10.0	10.2	10.4	10.6	10.8	11.0
Ratio AC/DC	1,75	1,72	1,69	1,66	1,62	1,60
Producción anual PVsyst	78,78 GWh	78,35 GWh	77,85 GWh	77,57 GWh	76,74 GWh	76,66 GWh

Tabla 11: Resumen configuraciones 2V.

Y sus costes asociados pueden verse a continuación, estando todo expresado en euros:

Iteración	1	2	3	4	5	6
Acondicionamiento	1.560.000,00 €	1.560.000,00 €	1.560.000,00 €	1.560.000,00 €	1.560.000,00 €	1.560.000,00 €
Módulos fotovoltaicos	11.401.257,50 €	11.188.055,00 €	10.954.547,50 €	10.802.260,00 €	10.497.685,00 €	10.416.465,00 €

Iteración	1	2	3	4	5	6
Inversores	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €
CTs	520.000,00 €	520.000,00 €	520.000,00 €	520.000,00 €	520.000,00 €	520.000,00 €
Estructuras	4.457.891,68 €	4.374.529,51 €	4.283.228,07 €	4.223.683,66 €	4.104.594,84 €	4.072.837,82 €
Montaje Mecánico	1.732.991,14 €	1.700.584,36 €	1.665.091,22 €	1.641.943,52 €	1.595.648,12 €	1.583.302,68 €
Sistema Eléctrico	910.000,00 €	910.000,00 €	910.000,00 €	910.000,00 €	910.000,00 €	910.000,00 €
Seguros y Vigilancia	390.000,00 €	390.000,00 €	390.000,00 €	390.000,00 €	390.000,00 €	390.000,00 €
Otros	130.000,00 €	130.000,00 €	130.000,00 €	130.000,00 €	130.000,00 €	130.000,00 €
Terreno	1.300.000,00 €	1.300.000,00 €	1.300.000,00 €	1.300.000,00 €	1.300.000,00 €	1.300.000,00 €
Gestión de residuos	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €
Estudio de Seguridad y Salud	32.500,00 €	32.500,00 €	32.500,00 €	32.500,00 €	32.500,00 €	32.500,00 €
Desarrollo - ingeniería	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €	650.000,00 €
Otros	780.000,00 €	780.000,00 €	780.000,00 €	780.000,00 €	780.000,00 €	780.000,00 €
CAPEX (€/MWp)	24.592.640,32 €	24.263.668,87 €	23.903.366,79 €	23.668.387,18 €	23.198.427,96 €	23.073.105,50 €

Tabla 12: Costes CAPEX 2V.

Iteración	1	2	3	4	5	6
O&M	239.426,41 €	234.949,16 €	230.045,50 €	226.847,46 €	220.451,39 €	218.745,77 €
Equipos	68.407,55 €	67.128,33 €	65.727,29 €	64.813,56 €	62.986,11 €	62.498,79 €
Servicios Auxiliares	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €	78.000,00 €

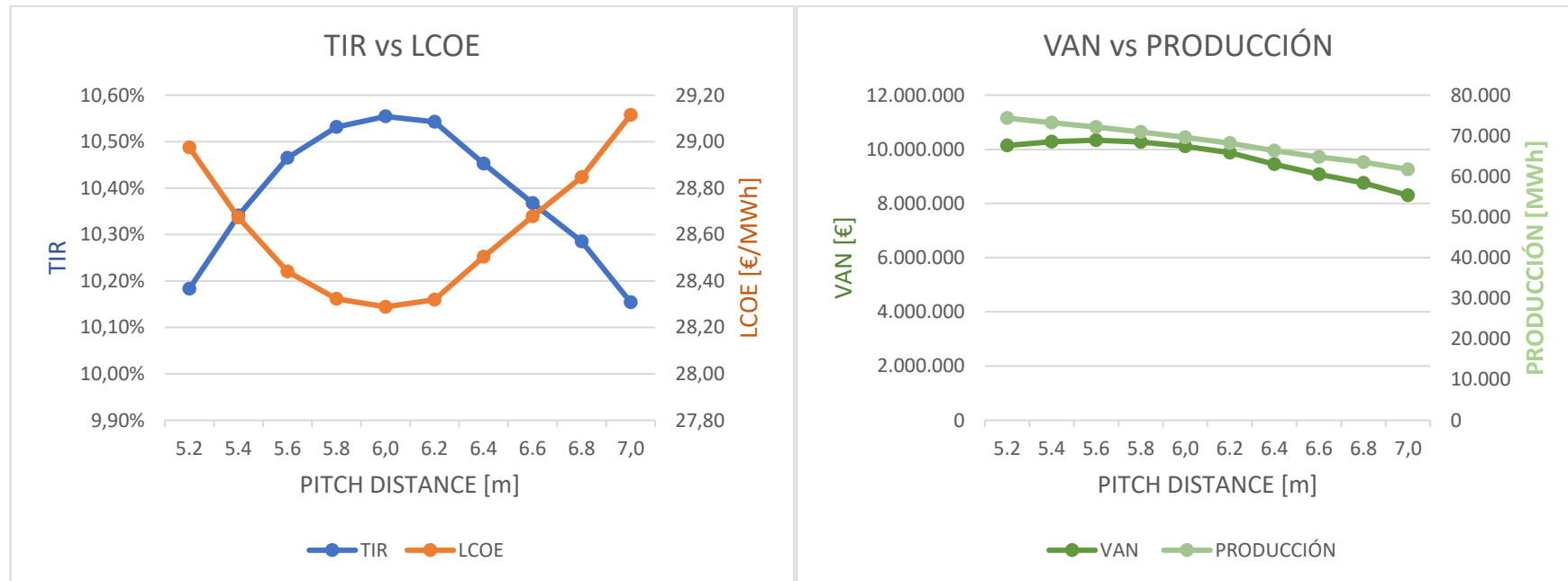
Iteración	1	2	3	4	5	6
Coste de Gestión	177.450,00 €	177.450,00 €	177.450,00 €	177.450,00 €	177.450,00 €	177.450,00 €
OPEX (€/MWp)	563.283,95 €	557.527,49 €	551.222,78 €	547.111,02 €	538.887,50 €	536.694,56 €

Tabla 13: COSTES OPEX 2V.

5.2 Resultados 1V

Resultados 1V												
	Potencia Pico	Potencia nominal	DC/AC	PD	PRODUCCIÓN	VAN	PB	TIR	LCOE	PE	CAPEX	OPEX
	MWp	MWn		m	MWh	€	años	%	€	kWh/kWp	€	€
CONFIGURACIÓN 1	41,38	26,00	1,59	5.2	74.362	10.145.327	9,65	10,18%	28,97	1797	22.204.096	515.980
CONFIGURACIÓN 2	39,78	26,00	1,53	5.4	73.264	10.279.712	9,53	10,34%	28,67	1842	21.614.752	505.554
CONFIGURACIÓN 3	38,34	26,00	1,47	5.6	72.158	10.339.300	9,44	10,47%	28,44	1882	21.085.088	496.183
CONFIGURACIÓN 4	37,08	26,00	1,43	5.8	70.964	10.275.219	9,40	10,53%	28,32	1914	20.622.564	488.000
CONFIGURACIÓN 5	35,88	26,00	1,38	6,0	69.627	10.111.429	9,38	10,55%	28,29	1941	20.182.421	480.213
CONFIGURACIÓN 6	34,76	26,00	1,34	6.2	68.225	9.879.642	9,39	10,54%	28,32	1963	19.772.118	472.954
CONFIGURACIÓN 7	33,56	26,00	1,29	6.4	66.372	9.452.965	9,45	10,45%	28,50	1977	19.331.974	465.167
CONFIGURACIÓN 8	32,57	26,00	1,25	6.6	64.803	9.083.279	9,52	10,37%	28,68	1990	18.966.431	458.700
CONFIGURACIÓN 9	31,76	26,00	1,22	6.8	63.476	8.757.994	9,58	10,28%	28,85	1999	18.668.029	453.421
CONFIGURACIÓN 10	30,76	26,00	1,18	7,0	61.742	8.304.437	9,67	10,15%	29,12	2007	18.302.486	446.953

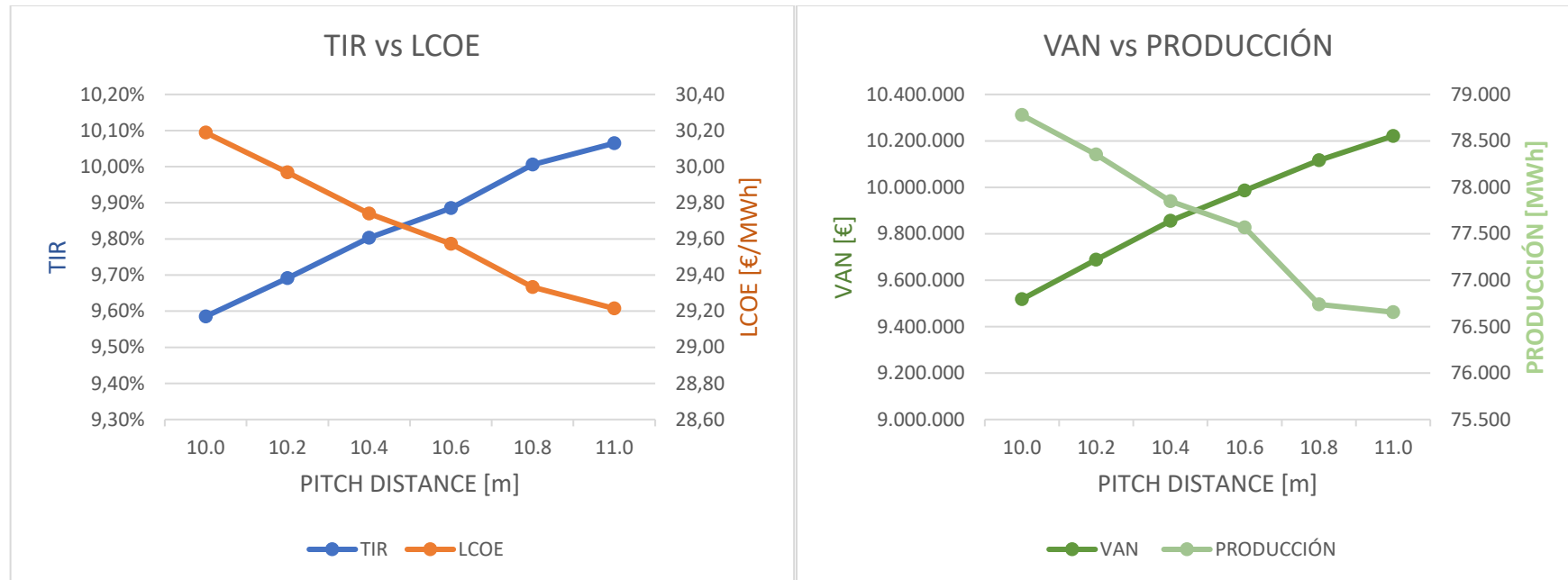
Tabla 14: Resultados configuraciones 1V.



5.3 Resultados 2V

Resultados 1V												
	Potencia Pico	Potencia nominal	DC/AC	PD	PRODUCCIÓN	VAN	PB	TIR	LCOE	PE	CAPEX	OPEX
	MWp	MWn		m	MWh	€	años	%	€	kWh/kWp	€	€
CONFIGURACIÓN 1	45,61	26,00	1,75	10.0	78.778	9.518.001	10,11	9,59%	30,19	1727	24.592.640	563.284
CONFIGURACIÓN 2	44,75	26,00	1,72	10.2	78.353	9.687.964	10,03	9,69%	29,97	1751	24.263.669	557.527
CONFIGURACIÓN 3	43,82	26,00	1,69	10.4	77.851	9.855.204	9,94	9,80%	29,74	1777	23.903.367	551.223
CONFIGURACIÓN 4	43,21	26,00	1,66	10.6	77.566	9.986.211	9,87	9,89%	29,57	1795	23.668.387	547.111
CONFIGURACIÓN 5	41,99	26,00	1,62	10.8	76.738	10.116.043	9,78	10,01%	29,33	1828	23.198.428	538.887
CONFIGURACIÓN 6	41,67	26,00	1,60	11.0	76.656	10.221.170	9,74	10,06%	29,21	1840	23.073.105	536.695

Tabla 15: Resultados configuraciones 2V.



5.4 Conclusiones Configuraciones Carrero Solar

Tras el análisis económico preliminar realizado de la producción de la planta, comparando la Tasa Interna de Retorno, TIR, con el *Levelised Cost of Electricity*, LCOE, de las distintas configuraciones, así como el Valor Actual Neto, VAN, con la producción de la planta, se puede deducir que las siguientes configuraciones son las más adecuadas:

- 1V con *pitch distance* igual a 6 metros.
- 2V con *pitch distance* igual a 11 metros.

Esto es deducible ya que en las figuras en las cuales se compara el LCOE con el TIR, se obtiene para ambas situaciones un TIR máximo y un LCOE mínimo. A su vez, en la figura en la que se compara el VAN vs la Producción, se obtiene un VAN máximo con respecto a una producción muy próxima a la producida por el resto de las configuraciones, siendo estas las configuraciones las más óptimas.

Tras los resultados obtenidos, se va a optar por la solución 1V con *pitch distance* igual a 6 metros. Se va a optar por esta solución debido a la flexibilidad que produce la combinación de mesas 1Vx31 y 1Vx62, capaces de adaptarse mejor al terreno, así como para evitar posibles problemas por el efecto vela, previamente explicado, que las configuraciones en 2V pueden producir debido al gran tamaño actual de los módulos fotovoltaicos.

6. Descripción de la planta solar

6.1 Características generales de la instalación

Carrero Solar es una instalación de 31,31 MWp y de 26 MW en POI destinada a la producción de energía eléctrica a partir de radiación solar mediante módulos solares fotovoltaicos para su inyección en la red de transporte. La energía generada por los módulos es transportada en corriente continua y baja tensión hasta los inversores, cuya función principal es la de convertir la energía disponible en energía en corriente alterna, además de ser elemento de protección. Posteriormente la tensión es elevada en centros de transformación de manera previa a la última etapa de transformación en la que se eleva la tensión hasta la tensión del punto de conexión, en este caso 220 kV.

Para alcanzar una tensión cercana a los 1500 V en condiciones de funcionamiento, se agrupan los módulos en grupos de 31 módulos conectados en serie, a lo que denomina “string”. De esta manera se reducen las pérdidas de potencia en el cableado de corriente continua, y se alcanza la tensión de operación de los inversores. Los strings están acoplados a una estructura con seguidor solar a un eje N-S. La unidad estructural mínima se denomina “mesa” y esta puede albergar uno o dos strings. Estando orientadas horizontalmente en dirección N-S, cada mesa incorpora un motor que orienta la superficie del módulo en su punto de máximo aprovechamiento siguiendo la trayectoria del sol.

La implantación cuenta con un total de 86 inversores de 352 kVA @30 °C sumando 30,27 MW nominales. Teniendo una limitación de potencia de 26 MWn en el punto de conexión, la potencia de ciertos inversores será limitada para así cumplir con lo dispuesto en el punto de acceso y conexión. Cada uno de los 86 inversores distribuidos por la instalación recoge un total de hasta 20 strings para convertir la energía eléctrica en corriente continua en energía eléctrica en corriente alterna y baja tensión, concretamente 800 V.

A través de la red subterránea de la instalación, la potencia de los inversores es recogida por los 4 centros de transformación 30/0,8 kV que comprenden la primera etapa elevadora de tensión. Esto permite evacuar la potencia recogida desde los módulos y pasando por los inversores, hasta la subestación elevadora que alberga la planta y elevará la tensión de la potencia generada de 30kV a 220kV, tensión a la que ingresa en la subestación Ébora 220.

DATOS GENERALES		
Provincia		Toledo
Municipios		Talavera y Pepino
Superficie parcelas totales	[ha]	76,52
Superficie vallada	[ha]	61,44
Potencia pico	[MWp]	31,31
Potencia de inversores	[MWn]	31,68
Potencia nominal en POI	[MWn]	26,00
Producción	[kWh]	66.704,39

DATOS GENERALES		
MÓDULO SOLAR		
Número de módulos		47.802
Potencia unitaria	[W]	655
Fabricante		Canadian Solar
Modelo		BiHiKu7 CS7N-655B-AG
Nº módulos/string		31
Nº strings		1.542

INVERSOR		
Número de inversores		86
Potencia unitaria	[kVA]	352@ 30 °C
Fabricante		Sungrow
Modelo		SG350HX

ESTRUCTURA		
Tecnología		Seguidor a un eje N-S
Fabricante		Trina Solar
Modelo		Agile 1P
Nº strings/mesa		1 o 2
Distancia entre estructuras (pitch distance)	[m]	6

TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
Nº transformadores		4

CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 1		
Potencia @ 30 °C	[kVA]	9.856
Potencia @ 40 °C	[kVA]	8.960
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[kV]	30

CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 2		
Potencia @ 30 °C	[kVA]	3.500
Potencia @ 40 °C	[kVA]	3.150
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[kV]	30

Tabla 16: Datos generales Carrero Solar.

A continuación, se realiza una descripción de los distintos elementos que componen la instalación.

6.2 Módulos solares fotovoltaicos

Los módulos solares fotovoltaicos son los encargados de convertir la radiación solar en energía eléctrica a modo de corriente continua. Su elección depende de diversos factores entre los que se destacan:

- Tecnología empleada.

- Comportamiento ante diferentes condiciones ambientales.
- Estabilidad temporal de sus características nominales.
- Rendimiento obtenido.
- Fabricante y servicio post venta.
- Disponibilidad en el mercado.

Cabe destacar que debido al rápido avance de la tecnología y el cambio de la normativa vigente que se está experimentando, la elección y los parámetros del módulo puede variar en el transcurso de la tramitación y hasta su construcción, conservando en todo momento su funcionalidad dentro de la instalación.

Para el proyecto Carrero Solar se ha escogido un módulo del fabricante Canadian Solar de 655 W de potencia, concretamente el modelo BiHiKu7 CS7N-655B-AG u otro de características similares.

Se trata de un módulo monocristalino y bifacial que incorpora la tecnología de célula partida que incrementa el rendimiento del módulo al reducir las pérdidas por resistencia térmica al reducir la corriente de la Bus Bar e inutilizando únicamente subcadena afectada por sombreados parciales, reduciendo así las pérdidas al 50% con respecto a la tecnología convencional.

A su vez, incorporan tecnología Multi Bus Bar, MBB, que aumentando el número de Bus Bars convencionales acorta la distancia de conducción de la corriente en las conexiones, reduciendo así las pérdidas por resistencia y mejorando su eficiencia. Como resultado, la potencia de salida de los módulos aumenta considerablemente.

Todo ello, ligado a la garantía de producción, la garantía de fabricación y la garantía de un fabricante como Canadian Solar, hacen del módulo empleado una opción que maximiza el rendimiento y minimiza el coste de la instalación, reduciendo así al máximo el impacto de la planta.

El módulo fotovoltaico se suministra con dos latiguillos diseñados para su instalación en intemperie, lo que permite el conexionado de los módulos para configurar los strings de 31 módulos que configuran la planta. En los planos adjuntos se encuentra un detalle de la conexión.

La hoja de características se encuentra en el en el Anexo IV del presente proyecto, y a continuación, se muestran las características principales del módulo en condiciones estándar, STC:

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Fabricante		Canadian Solar
Modelo		BiHiKu7 CS7N-655B-AG
Potencia unitaria	[W]	655
Tensión en punto de máxima potencia - V_{MPP}	[V]	38,1
Corriente en el punto de máxima potencia - I_{MPP}	[A]	17,2
Tensión en circuito abierto - V_{OC}	[V]	45,2

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS		
Corriente de cortocircuito - I_{sc}	[A]	18,43
Eficiencia	[%]	21,1
Temperatura de funcionamiento	[°C]	-40 - 85
Tensión máxima del sistema	[V]	1500
Tolerancia potencia nominal	[W]	0 - 10
Coeficiente de temperatura de la potencia máxima	[%/°C]	-0,34
Coeficiente de temperatura de V_{oc}	[%/°C]	-0,26
Coeficiente de temperatura de I_{sc}	[%/°C]	0,05
Temperatura nominal de operación	[°C]	41 ± 3

Tabla 17: Características eléctricas módulo empleado.

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS		
Tipo de célula		Monocristalina P-Type
Nº de células		132 (2x [2 x 78])
Dimensiones del módulo	[mm]	2384 x 1303 x 35
Peso del módulo	[kg]	37,9
Cristal		2,0 mm anti reflectante
Estructura		Aleación de aluminio anodizado
Índice de protección de latiguillos de conexión		IP68
Sección de latiguillos de conexionado	[mm ²]	4

Tabla 18: Características mecánicas módulo empleado.

El dimensionamiento de los strings en base a las características del módulo empleado se detalla en el Anexo I adjunto al presente documento.

6.3 Estructura

Para maximizar la producción de la instalación se empleará estructura con seguidor a un eje N-S. Mediante un motor integrado en la estructura, se orientan los módulos de tal manera que su producción sea máxima, siguiendo la trayectoria solar diaria.

La estructura empleada en Carrero Solar es el modelo Agile 1P de Trina Solar u otra de características similares, compuesta por 1 u 2 strings por unidad estructural, denominada mesa, y que va equipada con un motor para el seguimiento solar con posibilidad de autoalimentación. Su número reducido de hincas y la eliminación de espacios vacíos hacen del Agile 1P un modelo óptimo para obtener el máximo rendimiento de la estructura y del terreno disponible.

Las partes fundamentales de la estructura están fabricadas en acero galvanizado lo que garantiza su durabilidad y la no afección al medio por corrosión ya que la protección galvánica se ajustará a las necesidades determinadas por el estudio geotécnico preceptivo.

Dispone de un sistema de anclaje que permite una rápida instalación del módulo reduciendo el tiempo de construcción, al mismo tiempo que ofrece una gran robustez que permite la instalación de la estructura en pendientes de hasta el 17%, reduciendo por tanto el coste de obra civil asociado a la estructura y su cimentación. A su vez, se incorporará un sistema de acoples para los conductores de corriente continua, lo que facilita el

conexionado de los strings. La capacidad de giro del eje cubre un rango de 120°, y mediante el sistema backtracking se ajusta el giro del eje de manera que no se produzcan sombreados a las filas contiguas en las horas límites del día, el amanecer y anochecer.

Su anclaje no requiere cimentaciones tipo losa o zapata, lo que minimiza el impacto de la instalación sobre el terreno sobre el que se instala. De manera generalizada y a no ser que el estudio geotécnico o el control de obra revelen puntos de especial dificultad o dureza, el método de instalación será el hincado directo.

Solo en los casos puntuales de dureza o rechazo del hincado será necesario un taladrado previo y posterior relleno con material procedente de la excavación a la hora de introducir el apoyo. Únicamente se empleará el relleno de hormigón en aquellos casos en los que el terreno sea altamente corrosivo.

CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA	
Fabricante	Trina Solar
Modelo	Agile 1P
Configuración	1V
Tecnología	Seguidor solar a un eje
Dirección del eje de giro	N-S
Rango de giro máximo	120° ($\pm 60^\circ$)
Sistema backtracking	Sí
Material	Acero galvanizado
Número de strings máximos por seguidor o mesa	2
Cimentación	Directamente hincado o con predrilling

Tabla 19: Características estructura empleada.

En el Anexo IV adjunto al presente documento se encuentra la hoja de características de la estructura empleada.

6.4 Inversores

El inversor es el elemento que recibe la energía generada por los módulos en corriente continua, y la transforma en energía eléctrica en corriente alterna. Es por tanto un elemento determinante en el funcionamiento de la instalación y debe cumplir todos los requisitos necesarios de la red eléctrica a la que se conecta, en términos de frecuencia, contenido de armónicos, etc.

El proyecto Carrero Solar empleará una configuración de inversores denominada “en string”. Frente a la configuración tradicional en la que se dispone de un número reducido de inversores de gran potencia (megavatios), la configuración de inversores en string emplea un número elevado de inversores de potencia más reducida (kilovatios).

La configuración de inversores en string presenta las siguientes ventajas:

- Permite un gran aprovechamiento de la potencia pico instalada, al englobar una potencia más reducida.
- Evita la necesidad de instalar cajas de empalme, también denominadas combiner box o string box.

- Cada inversor tiene la capacidad de monitorizar y optimizar la potencia producida por los strings de manera más individualizada, al disponer de un mayor número de MPPT (Maximum Power Point Tracker).
- Diagnóstico y detección de fallos de manera individualizada, lo que junto con el sistema de control o Power Plant Controller constituye un elemento de control en streaming de la instalación.
- Su reducido tamaño implica una instalación sencilla con poca mano de obra requerida.
- Su montaje y puesta en marcha están descritos en procedimientos estándar aportados por el fabricante, lo que permiten al instalador poner en marcha los equipos sin necesidad de gente especializada externa.
- Admite la posibilidad de tener inversores en stock lo que frente a una avería reduce el tiempo de indisponibilidad considerablemente, pudiendo resolver el problema en cuestión de pocas horas.
- El impacto de una avería o fallo en un inversor es significativamente menor a un fallo en un equipo central. Junto con la facilidad de intercambiar inversores averiados hacen de esta configuración una solución robusta.
- El control de producción individualizada permite al operador de la planta tener un conocimiento y una percepción detallada a tiempo real.

Cada inversor tiene la capacidad de recibir la potencia de un máximo de 24 strings, al disponer de 2 entradas por MPPT y teniendo 12 MPPT, operando en todo momento en el punto de máxima potencia del string dentro de la curva I-V del mismo. Contando con protecciones de sobreintensidad, entre otras, evita la necesidad de instalar fusibles o protecciones adicionales en el tramo de corriente continua.

Con una tensión de salida de 800 V y en corriente alterna, la potencia será evacuada hasta su centro de transformación 30/0,8 kV correspondiente.

6.4.1 Características del inversor empleado

El inversor empleado es el Sungrow SG350HX, o uno de características similares.

DATOS GENERALES		
Fabricante		Sungrow
Modelo		SG350HX
Potencia nominal	[kVA]	352 @30°C
Dimensiones	[mm]	1.136 x 870 x 361
Peso	[kg]	< 110

Grado de protección IP		66
Temperatura de funcionamiento	[°C]	[-30, 60]

INPUT		
Tensión máxima	[V]	1500
Intensidad máxima por MPPT	[A]	40
Intensidad máxima de cortocircuito	[A]	60
Tensión de arranque	[V]	550
Tensión de funcionamiento MPPT	[V]	500 - 1500
Tensión nominal de entrada	[V]	1080
Nº de MPPT		2
Nº de entradas		12

OUTPUT		
Potencia a 30 °C	[kVA]	352
Potencia a 40 °C	[kVA]	320
Configuración de salida		3 / PE
Tensión de salida	[V]	800
Intensidad máxima	[A]	254
Frecuencia	[Hz]	50
Factor de potencia		0,8 LG - 0,8 LD
Distorsión armónica máxima	[%]	< 3

Tabla 20: Datos generales inversor empleado.

El inversor cuenta entre otras con las protecciones mencionadas, que se pueden consultar en el Anexo IV del presente documento, que garantizan el normal funcionamiento del inversor, o en su defecto, su desconexión. Se producirá desconexión cuando la tensión esté fuera del rango de tensiones de funcionamiento y únicamente se pondrá en marcha una vez se supere la tensión de arranque de este. La protección anti-isla garantiza la desconexión del inversor en caso de que se interrumpa el suministro a la red. El control de frecuencia garantiza su desconexión en caso de detectar una frecuencia anómala o fuera de rango, lo que delataría un funcionamiento inestable de la red o un funcionamiento en isla.

6.4.2 Sistemas de control: Smart Logger y PPC

La planta contará con un total de 4 Smart Loggers y 1 Power Plant Controller o PPC.

- **Smart Logger**

Cada uno de los centros de transformación incorpora un Smart Logger que actúa de guía de los inversores recogidos por el CT. Mediante una conexión MBUS con los inversores, el Smart Logger podrá controlar la producción de los inversores, desconectar los que sean necesarios por razones de operación de la planta o por servicios de mantenimiento, así

como reportar los datos de producción y funcionamiento al PPC para su control y monitorización.

Incorpora un sistema anti-PID para evitar las pérdidas de potencia de salida de los módulos debido a Potential Induced Degradation, es decir, a corrientes parásitas en los módulos debido a la presencia de diferencias de potencial entre el módulo y la tierra.

CARACTERÍSTICAS		
Fabricante		Huawei
Modelo		SmartLogger2000 Huawei
Nº máximo de inversores controlados		150
Dimensiones	[mm]	411 x 170 x 58,6
Grado de protección atmosférica		IP20
Temperatura de operación	[°C]	-40 – 60
Peso	[kg]	2,5

Tabla 21: Características Smart Logger empleado.

En el Anexo IV del presente proyecto se encuentra la hoja de características.

- **Power Plant Controller - PPC**

El PPC tiene la función de monitorizar y controlar de manera dinámica los inversores de la instalación, a través de los Smart Loggers. Ante la ausencia de un PPC, los Smart Loggers no podrían realizar un control dinámico, teniendo que realizar un control estático, es decir, fijar los valores del factor de potencia deseados, conexión o desconexión, limitación de potencia a entregar, etc.

El PPC se vuelve imprescindible en el momento en el que se tiene conexión a la red de distribución o transporte. Para poder cumplir los procedimientos de operación y la demanda de la red se necesita un control dinámico de la instalación. Con ello se puede controlar y monitorizar múltiples parámetros, entre los que se destaca por su relevancia el control de frecuencia, el control del factor de potencia y la limitación dinámica de producción. A través del software del PPC se monitorizará y controlará la instalación.

El PPC empleado es el GPM, Green Power Monitor, ofreciendo el control dinámico sobre:

- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Factor de potencia
- Tensión en el punto de conexión

En el Anexo IV del presente proyecto se encuentra la hoja de características.

6.4.3 Consideraciones de limitación de potencia – IVA

Contando con 90 inversores SG350HX de Sungrow, con una potencia nominal de 352 kVA a 30 °C, mediante el PPC se controlará la producción de los inversores para no sobrepasar en ningún momento los 28,00 MW concedidos en base al punto de acceso y conexión desde la perspectiva de la Red de Transporte.

6.5 Estaciones meteorológicas

Carrero Solar contará con una estación meteorológica, lo que permitirá un seguimiento solar más preciso y a su vez un mayor control de la instalación. El conocimiento de las condiciones atmosféricas y su afección al funcionamiento de la planta permite optimizar los parámetros de los generadores y así maximizar su producción. La radiación recibida por la instalación es medida por los piranómetros que se encuentran distribuidos en la totalidad del terreno ocupado por los módulos.

Adicionalmente, contará con estaciones meteorológicas secundarias para un contraste de los datos obtenidos de la principal y un adecuado control de las condiciones meteorológicas.

6.6 Centros de transformación 30/0,8 kV

La planta contará con cuatro centros de transformación conectados en antena a la subestación elevadora, como así lo reflejan los planos adjuntos. Tres de ellos tendrán una potencia de 9.856 kVA @30°C y los cuatro restantes dispondrán de una potencia de 3.500 kVA @30°C. Cada centro de transformación contará con un transformador como elemento principal, cuyas tensiones primaria y secundaria serán en todo caso 800 V y 30 kV respectivamente. Estos centros de transformación irán encapsulados en contenedores marítimos para facilitar su transporte y fijación mediante una cimentación estándar de container.

En línea con los inversores empleados, se empleará una solución Sungrow y que se puede descomponer en cuatro subgrupos.

Por un lado, se encuentran los conectores de entrada y las protecciones de baja tensión. Contando con hasta 36 entradas, los centros de transformación de mayor potencia pueden recoger la potencia de hasta 28 inversores, mientras que los de menor potencia son capaces de recoger la potencia de hasta 14 inversores, sin necesidad de conectores o elementos accesorios de acoplamiento.

Cada una de las entradas está provista con una protección formada por un fusible y desconectador, que ofrecen protección frente a sobreintensidades por sobrecarga y cortocircuitos, a la vez que se pueden emplear como interruptor para aislar uno de los inversores. Las 36 entradas se conectan formando dos grupos o circuitos, cada uno de los

cuales lleva una protección tipo Air Circuit Breaker, ACB por sus siglas en inglés. Esta protección aislada con aire protege también de sobreintensidades debido a sobrecargas y cortocircuitos y se emplea en circuitos con intensidades significativamente mayores a aquellas en las que se emplean los ACB anteriormente mencionados.

Por otro lado, y como componente principal se encuentra el transformador de potencia, que elevará la potencia proveniente de los dos circuitos internos desde 800 V hasta los 30 kV, obteniendo así una única terna de salida.

Como tercer subgrupo se encuentran las celdas de salida o switchgear, que consisten en una celda de salida de transformador, la celda de protección y la celda de línea para su conexión con la subestación elevadora 220/30 kV mediante líneas subterráneas de distribución. La conexión con la subestación elevadora se realiza en antena para evitar problemas derivados de la conexión en anillo.

Finalmente se encuentra el Smart Logger, así como el transformador de servicios auxiliares cuyo fin es dar servicio a los distintos elementos de operación de la instalación y que tienen un consumo asociado (iluminación, sistema de CCTV, etc.).

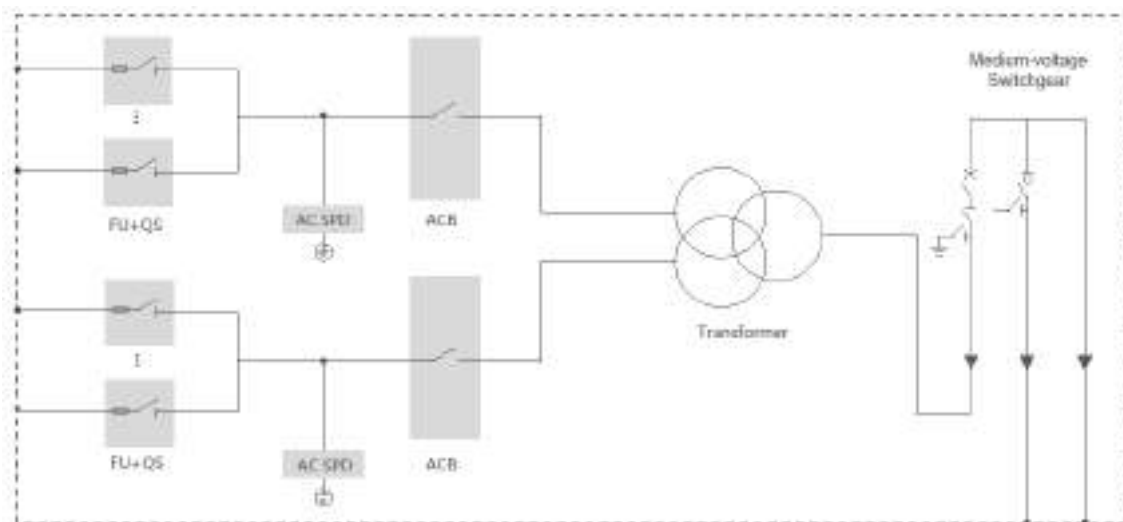


Figura 34: Unifilar CT1

El conjunto de los cuatro subgrupos se engloba en una envolvente cuyas dimensiones se adaptan a las de un contenedor high cube 20' HC, preparada para su instalación que ofrece un grado de protección para la sala de media tensión de IP54. Todo ello alcanza un peso aproximado de 24 toneladas.

DATOS GENERALES CT TIPO 1		
Fabricante		Sungrow
Modelo		MVS8960-LV
Potencia AC a 30 °C	[kVA]	9.856
Potencia AC a 40 °C	[kVA]	8.960
Dimensiones	[mm]	6058 x 2896 x 2438
Peso	[t]	<25
Temperatura de operación	[°C]	[-20, 60]

INPUT		
Nº máximo de inversores		28
Tensión	[V]	800
Intensidad máxima global	[A]	2 x 3.557
Interruptores por cada entrada		Fusible + Desconectador
Nº circuitos internos		2
Nº inversores por circuito		14
Interruptores por circuito		ACB

TRANSFORMADOR DE POTENCIA		
Tensión primaria	[V]	30000
Tensión secundaria	[V]	800
Frecuencia	[Hz]	50
Refrigeración		Aceite
Grupo de conexionado		Dy11-y11
Pérdidas en carga	[kW]	49,7
Pérdidas en vacío	[kW]	4,8
Impedancia a máxima potencia	[%]	7,5

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES		
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[V]	400/220
Potencia	[kVA]	5

OUTPUT		
Tensión	[V]	30000
Nº circuitos		1
Nº switchgear		3
Aislamiento switchgear		Gas SF6

Tabla 22: Características CT1.

DATOS GENERALES CT TIPO 2		
Fabricante		Sungrow
Modelo		MVS3150-LV
Potencia AC a 30 °C	[kVA]	3.500
Potencia AC a 40 °C	[kVA]	3.150
Dimensiones	[mm]	6058 x 2896 x 2438
Peso	[t]	<25
Temperatura de operación	[°C]	[-20, 60]

INPUT		
Nº máximo de inversores		14
Tensión	[V]	800
Intensidad máxima global	[A]	14 x 254
Interruptores por cada entrada		Fusible + Desconectador
Nº circuitos internos		2

Nº inversores por circuito		14
Interruptores por circuito		ACB
TRANSFORMADOR DE POTENCIA		
Tensión primaria	[V]	30.000
Tensión secundaria	[V]	800
Frecuencia	[Hz]	50
Refrigeración		Aceite
Grupo de conexionado		Dy11-y11
Pérdidas en carga	[kW]	49,7
Pérdidas en vacío	[kW]	4,8
Impedancia a máxima potencia	[%]	7,5

TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES		
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[V]	400/220
Potencia	[kVA]	5

OUTPUT		
Tensión	[V]	30000
Nº circuitos		1
Nº switchgear		3
Aislamiento switchgear		Gas SF6

Tabla 23: Características CT2.

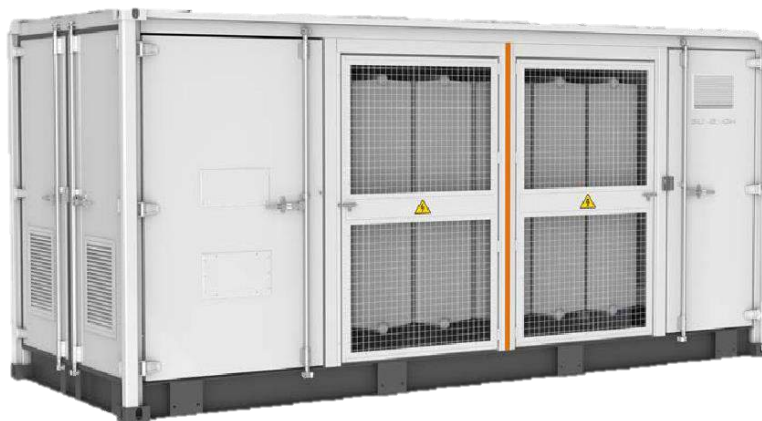


Figura 35: CT Sungrow empleado

6.6.1 Sistemas de control: Smart Logger y PPC

La planta contará con un total de 4 Smart Loggers y 1 Power Plant Controller o PPC.

SMART LOGGER

Cada uno de los centros de transformación incorpora un Smart Logger que actúa de guía de los inversores recogidos por el CT. Mediante una conexión MBUS con los inversores, el Smart Logger podrá controlar la producción de los inversores, desconectar los que sean

necesarios por razones de operación de la planta o por servicios de mantenimiento, así como reportar los datos de producción y funcionamiento al PPC para su control y monitorización.

Incorpora un sistema anti-PID para evitar las pérdidas de potencia de salida de los módulos debido a Potential Induced Degradation, es decir, a corrientes parásitas en los módulos debido a la presencia de diferencias de potencial entre el módulo y la tierra.



Figura 36: Smart Logger empleado.

En el Anexo IV del presente proyecto se encuentra la hoja de características.

POWER PLANT CONTROLLER – PPC

El PPC tiene la función de monitorizar y controlar de manera dinámica los inversores de la instalación, a través de los Smart Loggers. Ante la ausencia de un PPC, los Smart Loggers no podrían realizar un control dinámico, teniendo que realizar un control estático, es decir, fijar los valores del factor de potencia deseados, conexión o desconexión, limitación de potencia a entregar, etc.

El PPC se vuelve imprescindible en el momento en el que se tiene conexión a la red de distribución o transporte. Para poder cumplir los procedimientos de operación y la demanda de la red se necesita un control dinámico de la instalación. Con ello se puede controlar y monitorizar múltiples parámetros, entre los que se destaca por su relevancia el control de frecuencia, el control del factor de potencia y la limitación dinámica de producción. A través del software del PPC se monitorizará y controlará la instalación.

El PPC empleado es el GPM, Green Power Monitor, ofreciendo el control dinámico sobre:

- Potencia activa
- Potencia reactiva
- Factor de potencia
- Tensión en el punto de conexión

En el Anexo IV del presente proyecto se encuentra la hoja de características.

6.7 Protecciones eléctricas

A continuación, se hace referencia a las protecciones descritas en el desarrollo de los distintos elementos de la instalación. Se nombran las protecciones existentes y los sistemas de control en el recorrido de la energía eléctrica desde su generación en el módulo solar fotovoltaico y hasta llegar a la subestación elevadora 220/30 kV.

- **1500 Vdc – Strings e Inversor**
 - Protecciones frente a sobreintensidades en cada la entrada del inversor mediante fusibles en polo positivo y negativo.
 - Seccionador de corte en carga.
 - Protecciones frente a sobretensión tipo II.
- **800 Vac – Salida del Inversor**
 - Protecciones frente a sobreintensidades mediante interruptores automáticos.
 - Desconexión y control por tensión y frecuencia.
 - Protección anti-isla de acuerdo con la IEC62116.
 - Limitación de potencia.
- **800 Vac – Lado Baja Tensión Transformador 30/0,8 kV**
 - Fusible y desconectador en cada uno de los 36 puertos de entrada, para la protección frente a sobreintensidades debidas a sobrecarga y cortocircuito.
 - ACB en cada uno de los dos circuitos internos del CT, que agrupa 14 inversores, para la protección frente a sobreintensidades debidas a sobrecarga y cortocircuito.
 - Protección frente a sobretensiones tipo I y II.
- **30000 Vac – Lado Alta Tensión Transformador 30/0,8 kV**
 - Interruptor switchgear con protección frente a arco interno IAC A 20 kA 1s.
 - Protección por relé.
 - Protección frente a sobretensiones.

6.8 Subestación elevadora 220/30 kV

Cada uno de los cuatro centros de transformación 30/0,8 kV de los que dispone la instalación está eléctricamente conectado mediante líneas subterráneas, ubicadas en el interior del terreno destinado a la planta solar fotovoltaica, hasta la subestación elevadora. En dicha subestación se elevará la tensión de 30kV hasta 220kV, que es la tensión requerida para su conexión a la subestación Ébora, propiedad de Red Eléctrica de España.

6.9 Equipos de servicios auxiliares

La instalación dispone de una serie de sistemas que complementan la operatividad de esta. La energía necesaria para su alimentación será aportada por la propia instalación mediante los transformadores de servicios auxiliares.

Su alimentación se produce en corriente alterna y baja tensión, generada en los centros de transformación, donde se encuentra el cuadro de servicios auxiliares en el que se instalan las salidas y protecciones mediante interruptor automático y diferencial de los diferentes circuitos, entre los que se encuentran los diferentes circuitos de iluminación, las tomas de fuerza, los cuadros de monitorización y los cuadros auxiliares. A su vez, están provistos de circuitos de reserva para ampliaciones futuras.

Los circuitos de servicios auxiliares se distribuyen mediante conductores de cobre de 0,6/1 kV, cuya sección se determina conforme a las directrices expuestas en el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, siguiendo los criterios de intensidad de cortocircuito, intensidad máxima admisible y caída de tensión.

6.9.1 Sistema de Alimentación Ininterrumpida

La instalación cuenta con un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) para garantizar así el funcionamiento del sistema de control y monitorización, y el sistema de seguridad, durante por lo menos una hora en situaciones de corte de alimentación de la red.

6.9.2 Sistema de monitorización y control

El sistema de monitorización de la planta cuenta con cuatro Smart Loggers y un Power Plant Controller, mediante el cual se puede realizar el seguimiento y la operación de la planta.

El control es dinámico por lo que de manera remota se pueden dar directrices relativas a la conexión o desconexión de strings o inversores, limitar la potencia de producción, controlar el factor de potencia de la producción, etc. El sistema de monitorización permite, además de conocer la producción de la planta a nivel individualizada, detectar la presencia de anomalías o averías. El conocimiento de la avería y su ubicación dentro de la planta agiliza de forma sustancial el mantenimiento correctivo de la planta y facilita el mantenimiento preventivo, detectando anomalías antes del fallo.

6.9.3 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación consiste en luminarias y tomas de fuerza para la iluminación en los edificios de operación y mantenimiento. Además de ello y como elemento de seguridad, se instalarán cámaras térmicas.

Se dispondrá de dos sistemas independientes de iluminación, que permitan el funcionamiento en condiciones normales de operación de la planta y en situaciones de emergencia. El sistema de iluminación en operación normal deberá garantizar una iluminación estándar, mientras que el sistema de emergencia deberá garantizar la iluminación necesaria para la evacuación en caso de emergencia con desconexión a la red de alumbrado normal.

Los sistemas de iluminación están alimentados desde el centro de transformación más cercano y controlados desde la sala de control en el edificio de operación y mantenimiento.

6.10 Instalaciones eléctricas

6.10.1 Cableado corriente continua – Baja tensión

El cableado de corriente continua en baja tensión conecta eléctricamente cada string compuesto por 31 módulos en serie con su inversor correspondiente.

En su recorrido hasta el inversor, parten de un tramo a la intemperie, desde el conexionado de strings, hasta su entrada en la zanja subterránea cuyos planos se adjuntan al documento.

En su tramo en zanja subterránea, el conductor se instala protegido bajo tubo a una profundidad mínima de 0,45 m y en todos aquellos casos en los que sea posible se agrupan los conductores de polo positivo y los conductores de polo negativo en tubos independientes.

La longitud del cableado garantiza la inexistencia de esfuerzos en los distintos elementos a los que se conecta el conductor, y la imposibilidad de enganche por el tránsito normal de personas en su tramo en intemperie.

En concordancia con su aplicación, se emplea cable solar, que cumple con las normas y leyes nacionales correspondientes, resistiendo esfuerzos mecánicos, radiación ultravioleta y otras inclemencias medioambientales.

El cable solar cumple con las características mínimas requeridas:

- Resistencia a los rayos ultravioleta.
- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754-1 e IEC 60754-1.
- Baja opacidad de humos, según UNE-EN 61034-2 e IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Resistencia a la absorción de agua y al frío.
- Cable flexible.
- Resistencia a agentes químicos, grasas y aceites, golpes y abrasión.

- Vida útil de por lo menos 30 años.
- Capacidad de trabajo de manera continua a 120 °C de forma continuada.
- Tensión de diseño igual o superior a los 1500 V en corriente continua.
- Fabricado en cobre electrolítico.

El cable empleado en Carrero Solar es el modelo Prysun de Prysmian o uno de características similares, cuya hoja de características se adjunta en el Anexo IV del presente proyecto. En ella se puede comprobar el cumplimiento de todos los requisitos planteados. No obstante, en el transcurso del proyecto y hasta su construcción la elección del conductor puede variar.

Cada circuito dispone de dos conductores, uno por polo, y conecta eléctricamente cada uno de los 1.483 strings de la planta con su inversor correspondiente.

Su sección es tal que, siguiendo el método de cálculo descrito, se garantiza con los criterios de intensidad admisible y caída de tensión, para este tramo del 1,5%, pudiendo variar entre secciones de 6 mm², 10 mm² y 16 mm².

DATOS GENERALES		
Fabricante		Prysmian
Modelo		P-Sun 2.0 CPRO
Conductor		Cobre electrolítico
Tensión continua máxima	[V]	1800
Tensión continua de diseño	[V]	1500
Radio mínimo de curvatura estático		4·Diámetro
Flexibilidad según UNE-EN 60228		Clase 5
Temperatura máxima 20000 h	[°C]	120
Temperatura máxima 30 años	[°C]	90
Temperatura máxima cortocircuito	[°C]	250
Aislamiento		Goma tipo E16
Cubierta		Mezcla libre de halógenos
No propagación de la llama	UNE-EN 60332-1-2	Sí
Libre de halógenos	UNE-EN 60754-1	Sí
Baja opacidad de humos	UNE-EN 61034-2	Sí
Nula emisión de gases corrosivos	UNE-EN 60754-2	Sí
Resistencia a la absorción de agua		Sí
Resistencia al frío		Sí
Cable flexible		Sí
Resistencia UV		Sí
Resistencia agentes químicos		Sí
Resistencia a grasas y aceites		Sí
Resistencia a golpes		Sí
Resistencia a la abrasión		Sí
Resistencia al ozono		Sí
Dureza		DIN 53505 Shore A≤85

Tabla 24: Características cableado corriente continua BT.

6.10.2 Cableado de corriente alterna – Baja tensión

El cableado de corriente alterna en baja tensión conecta eléctricamente cada inversor con su centro de transformación correspondiente.

Tratándose de una terna de conductores y un conductor para el neutro, esos cuatro conductores componen el circuito de salida de un inversor. En la totalidad del tramo inversor – CT y a excepción de la propia conexión de los terminales, cada circuito discurre enterrado en zanja bajo tubo.

Teniendo en cuenta sus condiciones de diseño, en corriente alterna y a una tensión de 800 V en operación, las consideraciones son similares a las del conductor de corriente continua. En este caso, los conductores son de aluminio y se garantiza el cumplimiento de las características mínimas requeridas:

- Resistencia a la radiación ultravioleta.
- No propagación de la llama, según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Libre de halógenos, según UNE-EN 60754-1 e IEC 60754-1.
- Baja opacidad de humos, según UNE-EN 61034-2 e IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos, según UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Reducida emisión de gases tóxicos, según UNE-EN 6075-2.
- Resistencia a la absorción de agua y al frío.
- Cable rígido.
- Resistencia a agentes químicos, grasas y aceites, golpes y abrasión.
- Vida útil de por lo menos 30 años.
- Capacidad de trabajo de manera continua a 90 °C de forma continuada.
- Tensión de diseño igual o superior a los 1000 V en corriente alterna.
- Fabricado en aluminio.

El cable empleado en Carrero Solar es el modelo AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) de Prysmian, o uno de características similares. Se trata de un conductor específico para su aplicación en distribución de plantas solares mediante instalación enterrado en zanja bajo tubo, caso de aplicación en Carrero Solar. Su hoja de características se adjunta en el Anexo VIII: Fichas Técnicas. En ella se puede comprobar el cumplimiento de todos los requisitos planteados. No obstante, en el transcurso del proyecto y hasta su construcción la elección del conductor puede variar.

DATOS GENERALES		
Fabricante		Prysmian
Modelo		Al Voltalene Flamex CPRO
Conductor		Cobre electrolítico
Tensión alterna asignada	[V]	600/1000

DATOS GENERALES		
Tension continua de diseño	[V]	1500
Radio mínimo de curvatura estático		4·Diámetro
Flexibilidad según UNE-EN 60228		Clase 2
Temperatura máxima permanente	[°C]	90
Temperatura máxima cortocircuito	[°C]	250
Aislamiento		XLPE
Cubierta		Mezcla libre de halógenos
No propagación de la llama	UNE-EN 60332-1-2	Sí
Libre de halógenos	UNE-EN 60754-1	Sí
Baja opacidad de humos	UNE-EN 61034-2	Sí
Nula emisión de gases corrosivos	UNE-EN 60754-2	Sí
Resistencia a la absorción de agua		Sí
Resistencia al frío		Sí
Resistencia UV		Sí
Resistencia agentes químicos		Sí
Resistencia a grasas y aceites		Sí
Resistencia a golpes		Sí
Resistencia a la abrasión		Sí

Tabla 25: Características cableado corriente alterna BT.

6.10.3 Cableado de corriente alterna – Alta tensión

El cableado de corriente alterna en alta tensión corresponde a la conexión eléctrica entre los centros de transformación 30/0,8 kV y la subestación elevadora de la instalación. Se trata de líneas subterráneas de alta tensión en 30 kV, cuyo trazado discurrirá aprovechando caminos existentes y afectando de manera mínima a infraestructuras existentes.

Se realizará utilizando cables de cobre o aluminio aislados que garanticen la evacuación de potencia de la planta, enterrados en el terreno bajo tubo y en una disposición que minimice las pérdidas térmicas.

Asimismo, también es objeto del proyecto el cableado desde la subestación elevadora hasta la subestación Ébora 220, que será detallado posteriormente junto a la infraestructura de evacuación.

Dicho cableado viene descrito en este documento en el apartado N°7 – Línea de evacuación.

6.10.4 Cableado de comunicaciones

Para el sistema de transmisión de datos y comunicación, se prevé la instalación de un cable de fibra óptica monomodo de 24 fibras con protección anti roedores que unirá los centros de transformación, los sistemas de la planta y la subestación elevadora.

6.11 Sistema de puesta a tierra

Siguiendo el Reglamento Electrotécnico de baja tensión en su instrucción IT BT-40 al estar la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución Pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución pública.

El sistema de puesta a tierra será el encargado de garantizar la seguridad de las personas, siendo capaz de soportar y derivar la mayor corriente de falta para el diseño de la instalación. Comprenderá de una red mallada de material conductor enterrado, reforzado con picas metálicas de puesta a tierra, garantizando la equipotencialidad y la derivación de corriente al terreno.

La red de tierra de la instalación consistirá en un mallado de cable de cobre desnudo de 35 mm² enterrado, conectado con picas metálicas también enterradas de 2 metros de longitud y 2 cm de diámetro e instaladas de forma vertical al terreno. Esta red conectará todas las estructuras, protecciones, centros de transformación, edificios, equipos, vallado y partes metálicas de la instalación, mediante conexiones de soldadura aluminotérmica, grapas de conexión o autógena de cable de cobre o aluminio desnudo que asegure la continuidad eléctrica.

El sistema de puesta a tierra será comprobado por el director de la obra o instalador autorizado en el momento en el que se dé de alta la instalación. Además, se realizará una revisión del sistema de puesta a tierra anual en la época en la que el terreno esté más seco con el fin de garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

6.12 Sistema de pararrayos

El sistema de pararrayos garantizará la protección externa frente a la descarga del rayo, evitando sobretensiones en los equipos de la instalación.

Se prevé la instalación de pararrayos con dispositivo de cebado para su actuación sobre el área de los centros de transformación e inversores. Se instalarán sobre los elementos de mayor altura, siendo estos los techos de los centros de transformación y las estaciones meteorológicas, garantizando así una altura mínima de instalación de 5 metros. El dispositivo de cebado se conectará con una pica del sistema de puesta a tierra mediante un cable de cobre de 50 mm² instalado dentro de un tubo de PVC.

Además, cada pararrayo dispondrá de su propia puesta a tierra mediante un dispositivo tipo vía de chispas, garantizando aislamiento entre ambas redes en condiciones normales de operación y permitiendo conducción durante posibles sobretensiones. La puesta a tierra constará de un sistema de tres picas de 2m de longitud dispuestas en triángulo y la resistencia de puesta a tierra máxima admitida de forma individual será de 10 ohmios.

6.13 Obra civil

Los materiales y elementos que debe integrar la obra o que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se registrarán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales.

La obra civil para la construcción de la planta solar consistirá en:

- Preparación del terreno y limpieza del terreno: desbroce, eliminación de la capa superficial, excavaciones, movimientos de tierra (los mínimos para el aplanamiento del terreno) y eliminación del material excedente.
- Ejecución de los accesos a la instalación y de caminos interiores aptos para el tránsito de vehículos.
- Excavación de zanjas.
- Realización de hincados, o cimentaciones en su defecto, para la instalación de los seguidores solares.
- Realización de las cimentaciones del edificio de operación y mantenimiento y centros de transformación.
- Vallado perimetral.
- Construcción del sistema de drenaje.

6.13.1 Movimiento de tierras

Antes de la construcción de la instalación y contando ya con todas las autorizaciones pertinentes, se llevará a cabo un estudio geotécnico y posiblemente un nuevo levantamiento topográfico para determinar las características exactas del terreno.

Se aportará una capa de material de aporte externo de unos 20 cm en los viales interiores y en las zonas de ubicación de las oficinas de operación y mantenimiento para garantizar de este modo la calidad mínima del terreno. Por otro lado, se realizarán los mínimos movimientos de tierra tan solo los necesarios para la adecuación del terreno a la implantación y para evitar colisiones de giro de las estructuras de seguidor con el terreno.

Como parte fundamental y considerado dentro del apartado movimiento de tierras se encuentra la labor del desbrozado. De esta forma se garantiza una calidad superficial mínima, apta para la instalación de los seguidores y demás elementos de la instalación.

Se seguirá en todo momento el criterio de respetar al máximo la orografía del terreno para alterar en la menor medida posible la naturaleza del terreno.

6.13.2 Accesos y caminos

La instalación cuenta con 3 accesos, uno principal por cada recinto, todos ellos con 6 m de ancho mínimo para posibilitar la entrada de maquinaria de obra durante la construcción y de vehículos de mantenimiento y operación a lo largo de la vida del proyecto. Las coordenadas de los accesos previstos para los tres diferentes recintos que componen la planta son los siguientes:

RECINTO 1

- Acceso N°1 principal: X: 347.873,06 Y: 4.428.673,88

RECINTO 2

- Acceso principal: X:347.893,29 Y: 4.428.479,14

RECINTO 3

- Acceso principal: X: 347.809,53 Y: 4.427.716,25

Se aprovechan en su totalidad los accesos ya existentes, haciendo innecesaria la apertura de nuevos viales de acceso a la instalación. Se destaca por tanto que, fuera de las parcelas objeto del proyecto y cuyos viales se catalogan como internos, no existen viales externos ya que se aprovecharán los caminos existentes. En todo caso, y si fuera necesario, se contempla la posibilidad de habilitar o reformar los caminos existentes para eliminar imperfecciones que obstaculicen el tránsito de los vehículos. En este caso, dichos trabajos de adecuación se realizarán bajo el amparo legal.

Los caminos internos de la planta tienen una anchura de 4 m con dos metros de distanciamiento a los módulos y un radio de curvatura de 12 m, aunque ésta puede ser modificada en obra por necesidades operativas. Para facilitar la evacuación de agua tienen una pendiente de aproximadamente el 1% hacia las cunetas de drenaje. Contienen una base de grava y una capa de estabilizado, evitando también la formación de charcas y balsas en los laterales del camino. En el plano N°9 – Viales y accesos se muestra más detalle de los accesos y viales de la planta.

6.13.3 Canalizaciones

El sistema de distribución interno de la instalación se realiza mediante líneas subterráneas en todos los casos, pudiendo distinguir cuatro tipos de conductores:

- Conductores de conexión de los strings y los inversores: conductores de cobre de sección reducida para el transporte de energía en baja tensión y corriente continua.
- Conductores de conexión de los inversores y los centros de transformación: terna de conductores de aluminio para el transporte de energía en baja tensión y corriente alterna trifásica.
- Conductores de conexión de los centros de transformación y la subestación elevadora 30/220 kV: terna de conductores de aluminio para el transporte de energía en alta tensión y corriente alterna trifásica.
- Cables de comunicaciones de fibra óptica de 24 fibras, monomodo para la conexión de los centros de transformación.

Las zanjas discurren en los pasillos definidos por las filas de seguidores solares, de manera perpendicular al eje de estos. Los conductores se instalan bajo tubo, cuyo diámetro exterior dependerá, entre otros factores, del diámetro del cable.

Las zanjas tienen una anchura mínima de 400 mm y la profundidad mínima a la que se encuentran los conductores es de 0,45 m. La anchura se deberá adaptar al número de circuitos que contenga, de tal manera que se cumpla la distancia mínima entre circuitos de 0,25 m.

Sobre el fondo de la zanja se dispone de una capa de arena fina lavada de espesor no superior a 5 cm sobre la que se colocarán los conductores de corriente alterna y baja tensión, teniendo en cuenta una separación mínima entre circuitos de 0,25 m. Dicha arena fina lavada se emplea únicamente en la franja que comprende los conductores de baja tensión y corriente alterna. Por encima de ello se encuentran los conductores de corriente continua y baja tensión instalados bajo tubo y cuyo relleno se realiza empleando la propia arena extraída de la zanja con el fin de ejecutar el proyecto lo más sostenible posible. Únicamente si es necesario se emplea arena de aporte.

En la parte superior de la zanja se dispone de placas de protección mecánica en aquellos casos en los que se requiere, o las zanjas serán hormigonadas en caso de necesidad en cruces de camino o similar.

Por encima de la generatriz superior del tubo de energía más elevado, a una distancia mínima vertical de 40 cm, se encuentran las cintas de señalización que advierten de la presencia de la línea. La cinta de señalización, fabricada en polietileno de color amarillo, tiene una anchura de 15 cm y advierte de la presencia de cables eléctricos, llevando en ella la señal de riesgo eléctrico. El número de cintas de señalización por zanja es generalmente uno, salvo en zanjas de anchura igual o superior a 50 cm, en las que se instalan varias cintas en paralelo y con una separación tal que cubran la anchura de proyección de los conductores.

Se instalan arquetas con tapas registrables a lo largo del trazado de la zanja y especialmente en los cambios de dirección, en entradas y salidas de los centros de transformación y cruces de camino.

En el plano N°10 Layout– BT CC y AC se muestran las zanjas de baja tensión y en el plano N°12 LSMT se muestra el zanjado de Alta tensión.

- **Consideraciones Baja Tensión – Corriente Continua**

Los tubos que albergan los conductores de baja tensión y corriente continua tienen un diámetro, en mm, acorde al número de conductores unipolares y su sección. Se sigue lo dispuesto en la ITC-BT-21:

Sección nominal de conductores unipolares [mm ²]	Número de conductores				
	6 o menos	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 26: Consideraciones Baja Tensión-Corriente Continua.

En aquellos casos en los que se tenga más de 10 conductores por tubo, se instalan tubos cuya sección interior sea como mínimo igual a 4 veces la sección ocupada por los conductores.

Consideraciones Baja Tensión – Corriente Alterna

En los conductores de baja tensión y corriente alterna se instalarán los distintos circuitos formando capas sobre el lecho de arena, respetando una distancia horizontal y vertical de 25 cm como mínimo.

Consideraciones Alta Tensión – Corriente Alterna

Las líneas de alta tensión son objeto de un capítulo independiente dentro del presente documento, concretamente al apartado N°7 – Línea de evacuación.

6.13.4 Cimentaciones

La cimentación de la estructura se realizará preferencialmente mediante hincado directo al terreno sin aporte de material, hasta una profundidad suficiente tal que se proporcione la estabilidad y resistencia adecuadas. El estudio geotécnico realizado con anterioridad a la obra determinará la profundidad de hincado y la necesidad de actuaciones adicionales, consistentes en un pretaladrado y posterior relleno del hincado. Para ello, se harán pruebas a lo largo de todo el terreno, determinando así el número de postes que requieren pretaladrado y relleno u hormigonado. No obstante, si durante la ejecución del hincado se encontrara una especial dificultad o dureza, se podrá proceder al hincado con hormigonado. La ausencia de cimentaciones permite la permeabilidad normal de agua en el terreno como así refleja el Estudio de Impacto Ambiental anexo al presente Proyecto.

Los centros de transformación irán apoyados sobre una solera de hormigón armado con malla de acero con unas dimensiones mínimas de 6,5x3x0,5 m, o se planteará la posibilidad de que la cimentación sea mediante hincados.

La cimentación del edificio de control y almacén se realizará con cimentación superficial mediante zapatas arriostradas de hormigón armado o mediante vigas de hormigón armado longitudinales.

6.13.5 Vallado perimetral

La instalación cuenta con tres recintos vallados, tal y como se muestra en los planos adjuntos. Pese a ser recintos independientes en cuanto al vallado se refiere, dichos recintos pueden estar eléctricamente conectados mediante zanjas subterráneas.

El vallado respeta en todo lugar las restricciones y condiciones de seguridad:

- Distancia mínima de 5 m con la zona de implantación de módulos. Esta distancia se podrá ajustar a un mínimo de 4 metros en determinadas zonas de la planta.
- Distancia mínima de 5 m con la zona de implantación de módulos en aquellos tramos perimetrales en los que la distancia a respetar a la zona de implantación de módulos sea más restrictiva que la distancia a respetar al vallado, por ejemplo, en el caso de cauces o zona de seguridad adicional a la servidumbre de la línea aérea.
- Distancia mínima de 5 m con el eje de los caminos existentes ajenos a la instalación.
- El vallado se queda fuera de los 25 metros de ancho de servidumbre la Vereda del Casajera, es decir, mantiene una distancia con respecto al eje del cordel de 12,5 m.

Cada recinto está por tanto protegido por un cerramiento realizado con malla de simple torsión con una altura mínima de 2 metros, acogiéndose a la excepción para no instalar vallados compatibles con la libre circulación de fauna silvestre. A pesar de ello y tratándose de recintos de una extensión limitada, el recorrido para bordear las instalaciones queda libre de vallados y obstáculos. Por ello se considera una baja afección al tránsito de fauna silvestre.

La justificación del empleo de malla de simple torsión radica en el perjuicio que pueden causar diversos mamíferos y roedores a las instalaciones, especialmente debido a su capacidad de deteriorar el aislamiento de los conductores y de introducirse por las arquetas distribuidas por la instalación.

Carece de elementos cortantes o punzantes y no interrumpe el curso natural de agua. Tampoco favorece la erosión ni el arrastre de tierras. Con una altura mínima de 2 m, el vallado cuenta con placas de señalización rectangulares de un material plástico.

Los tubos son de acero galvanizado en caliente para garantizar así una protección frente a la corrosión de por lo menos 30 años, y su instalación se realiza mediante la hinca directa o mediante zapatas de pequeño tamaño. Dicha decisión se basa en las condiciones del terreno que revele el estudio geotécnico a realizar antes de la construcción.

Se dispondrá de un sistema de puesta a tierra para garantizar la seguridad eléctrica al instalar el sistema de videovigilancia perimetral.

Las puertas de acceso tienen características funcionales similares al vallado, y tienen una anchura mínima de 6 m.

6.13.6 Sistema de drenaje

El sistema de drenaje consistirá en cunetas o rebajes de camino constituidas por canales con forma triangular, rectangular o trapezoidal y construidas a través de la excavación del terreno, preferentemente mediante medios mecánicos. La pendiente de las cunetas será tal que facilite el flujo de la corriente de agua. En general, las cunetas se construirán paralelas a los caminos internos.

El diseño del sistema de drenaje se aborda estrechamente ligado al estudio de permeabilidad realizado en el Estudio de Impacto Ambiental y de Integración Paisajístico, a la vez que al movimiento de tierras y desbrozado.

Los drenajes serán puramente funcionales, no afectando al cauce natural del agua en el terreno de la instalación.

6.13.7 Edificio de operación y mantenimiento

La planta cuenta con un edificio de operación y mantenimiento contiguo al almacén que incluye:

- Dos salas de reuniones con despacho
- Una sala de control y supervisión
- Una sala de comunicaciones y servidores
- Una cocina / comedor
- Un almacén

Las dimensiones de planta del edificio de operación y mantenimiento son 21 x 17,14 m ocupando un área total de 360 m².

En el edificio se realiza la monitorización de la instalación fotovoltaica con el fin de controlar su estado, realizar revisiones pudiendo detectar o prevenir posibles defectos en el sistema en cualquier momento. Puede contar con comunicación Telemedida en Tiempo Real (TTR) cumpliendo las especificaciones de RRE (P.O.9) para el control de generación y permite poder maximizar la producción de la planta y reducir posibles pérdidas.

El edificio será construido cumpliendo con la normativa vigente y de aplicación indicada en el Código Técnico de Edificación.

6.13.8 Almacén

El almacén forma parte del edificio de operación y mantenimiento ocupando una superficie cerca de 170 m². Cuenta con una zona de almacenaje, un cuarto de basuras y zona de desecho de materiales.

Se cuenta también con un depósito de agua para el desarrollo de actividades de limpieza y cuidado de los módulos fotovoltaicos. Su capacidad se determinará en base a las necesidades de limpieza de la planta construida.

6.14 Sistema de vigilancia y seguridad

La planta cuenta con un sistema de vigilancia y control de intrusos que cumple los siguientes requisitos:

- Videovigilancia: Videovigilancia de reconocimiento de objetos para todo el perímetro:
 1. Número de cámaras: 1 cámara (con lámpara de infrarrojos) por poste de cara a la siguiente.
 2. DVR/codificador con disco duro local y remoto para almacenamiento.
 3. Las cámaras de cúpula con infrarrojos se ubican estratégicamente en la puerta de acceso y en la carretera principal interna para fines de mantenimiento.
 4. Los postes son estables incluso en condiciones de viento fuerte.
 5. Para fines de mantenimiento, las cámaras PTZ se ubican estratégicamente de acuerdo con el propietario.
- Alarmas generadas por todos los sistemas siguientes:
 1. Sensores volumétricos y contactos de apertura de puertas en el interior de todas las cabinas.
 2. Sistema anti-corte para todos los cables entre la cabina (cabina del inversor) y las cajas de empalme/combinación.
 3. Sistema de software de video de alarma con sensor de movimiento (cámaras) + secuencia de imágenes/fotografías enviadas a la compañía de vigilancia diseñada.
- Acceso al sitio y activación/desactivación del sistema de seguridad:
 1. Lector de Teclado Electrónico/Digital (para la activación y desactivación de las áreas parciales del Sistema de Seguridad) para estar presente en la puerta de entrada.
 2. Teclado para cada usuario (nombre y apellido) para monitorear y rastrear el acceso al sitio.
- Seguridad centralizada:
 1. Accesible remotamente a través de Internet para comprobar los registros de alarmas y el acceso al sitio. Se requiere un buen nivel de memoria (al menos 1000 eventos).

2. Capaz de reconocer/recibir la fuente de cada tipo de alarma: desde el sensor volumétrico, desde el sistema anti-corte, etc.
3. Con posibilidad de interfaz con otra línea central (por ejemplo, la de la Compañía de vigilancia).

7. Línea de evacuación

7.1 Definición Traza línea de evacuación

La planta se conectará a la subestación SE Ébora 220 kV, situada en el término municipal de Talavera de la Reina, a través de la infraestructura de evacuación.

Como comentado anteriormente, una de las grandes razones de la idoneidad de la construcción de Carrero Solar en la ubicación pensada es debido a su cercanía a Ébora 220 kV. Sin embargo, la evacuación de la energía generada no se puede realizar en línea recta, ya que de esta manera seríamos capaces de minimizar gastos, tanto de conductores como apoyos. Es por lo cual, que dicha evacuación se ha de realizar a través del Pasillo de menor impacto.

Para la obtención del pasillo de menor impacto, se contrastó la información de distintos sistemas de información gráfica como son el SIGPAC y el Centro Nacional de Descargas, con el objetivo de encontrar aquella franja de terreno de ancho variable por la que técnica, económica y ambientalmente sea factible el trazado de la línea eléctrica.

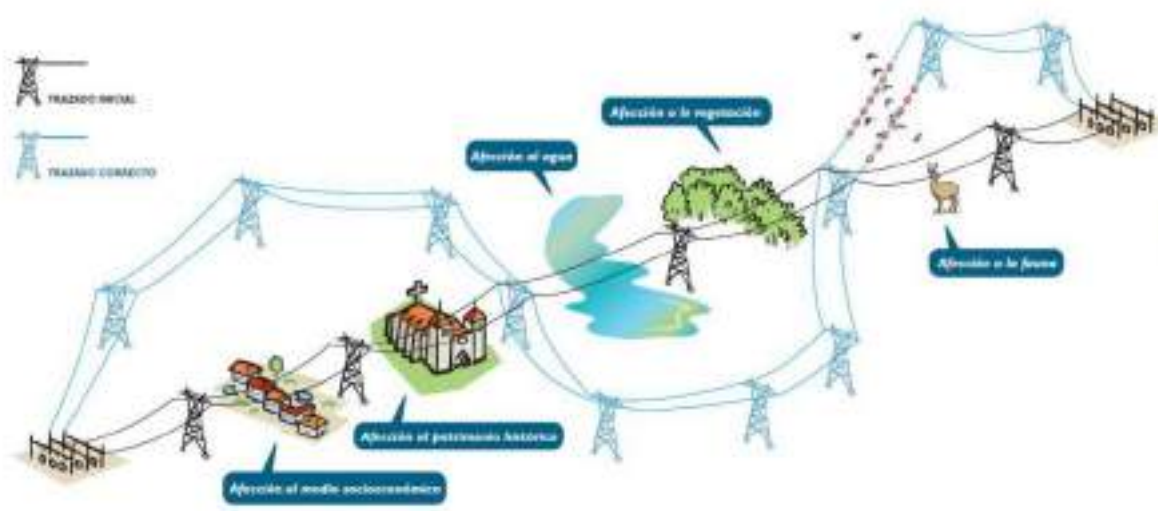


Figura 37: Comparación trazado inicial vs Pasillo de Menor impacto.

Mediante la utilización del CND y del SIGPAC, se determinó el pasillo de menor impacto de la línea de evacuación teniendo en cuenta las siguientes afecciones:

- Afección sobre Lugar de Importancia Comunitaria, LIC.
- Afección sobre Zona de Especial Protección para las Aves, ZEPA.
- Afección sobre el medio cultural.
- Afección sobre la fauna.
- Afección sobre la vegetación.
- Afección sobre los recursos hídricos.
- Afección sobre el medio socioeconómico.

- Afección sobre el paisaje.

Una vez determinado dicho pasillo de menor impacto se pasó a definir el trazado de la línea eléctrica de evacuación en sí, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Minimizar el número de vértices (ángulos de la traza).
- En el caso de no poderse evitar los ángulos de la traza, evitar que dichos ángulos no sean muy pronunciados.
- Trazado que facilite el acceso a los apoyos (no únicamente a los vértices, sino a la totalidad de apoyos de la línea).
- Minimizar el número de situaciones reguladas por las prescripciones especiales:
 - o Aquellas definidas en R.L.A.T Artículo 5.3 ITC-LAT-07
 - o Minimizar aquellos cruzamientos del trazado y facilitar los cruzamientos a realizar.
 - o Minimizar paralelismos del trazado y facilitar los cruzamientos a realizar.
- Trazado que minimice el impacto visual donde se requiera.

Con todo lo anteriormente comentado, se elaboró el trazado final de la línea de evacuación de la planta solar fotovoltaica Carrero Solar, la cual puede verse a continuación en la Figura 38, pudiéndose observar con mayor detalle en el plano IE.1 Situación.

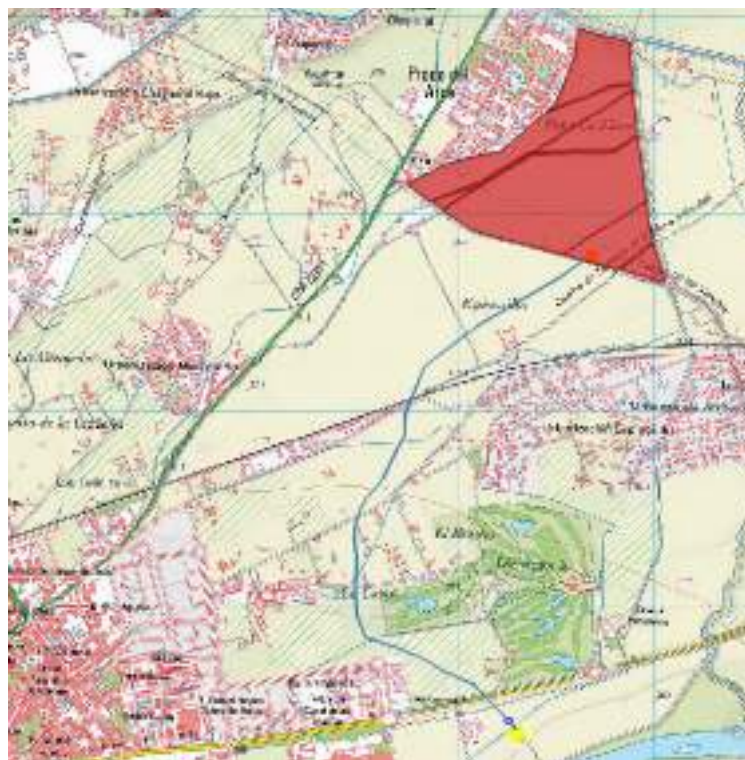


Figura 38: Trazo línea evacuación Carrero Solar.

7.2 Descripción del trazado de la línea

La línea aérea tiene su origen en la subestación elevadora 220/30 kV, ubicada en el interior de Carrero Solar, situada en el término municipal de Talavera de la Reina, Toledo, y discurre a través de 26 alineaciones hasta la ST Ébora 220, situada en el término municipal de Talavera de la Reina. Toledo, provincia de Castilla La-Mancha.

Las coordenadas geográficas ETRS89 UTM Huso 30 de los vértices de la traza de la línea, así como término municipal y provincia en el cual se sitúan se muestran a continuación:

Vértice	X (m)	Y (m)	Provincia	Municipio
1	347.687,54	4.427.777,64	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA
2	347.505,18	4.427.661,68	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA
3	347.109,63	4.427.430,75	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA
4	346.829,41	4.427.213,20	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA
5	346.733,89	4.426.967,82	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA
6	346.731,15	4.426.860,52	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA
7	346.733,89	4.426.967,82	TOLEDO	TALAVERA DE LA REINA

Tabla 27. Coordenadas UTM de los vértices de la traza de la línea.

7.2.1 Características generales

A continuación, se indican las características principales de la línea:

Sistema	Trifásico
Frecuencia	50 Hz
Tensión nominal	220 kV
Tensión más elevada de la red	264 kV
Nº de circuitos	1
Nº de conductores por fase	1
Tipo de conductor	Aluminio-Acero
Tipo de cable de fase	LA-510 RAIL
Tipo de cable de tierra	OPGW48
Nº de cables de tierra	2
Potencia nominal a transportar	26 MW
Longitud	3,43 km
Zona de aplicación	ZONA A
Apoyos	Torres metálicas de celosía
Cimentaciones	Tetrabloque, cilíndricas con cueva
Puesta a tierra (no frecuentados)	Grapa de conexión, conductor de cobre y pica de puesta a tierra
Puesta a tierra (frecuentados – tipo PAS)	Anillo cerrado de cobre
Configuración de la línea	
Configuración – método de instalación	Tresbolillo
Altura libre apoyo medio	20 m
Distancia mínima entre conductores apoyo medio	8,5 m

Parámetros eléctricos de secuencia directa

Resistencia a 85°C	1,381 Ω
Reactancia	7,91 Ω
Susceptancia	$2,92 \cdot 10^{-6}$ S/km

7.2.2 Características de los Materiales

7.2.2.1 Conductores

El conductor a emplear en la construcción de la línea será de aluminio y acero recubierto de aluminio. A continuación, se definen sus principales características.

Tipo	SX RAIL-ACSR-AW
Material	Aluminio – Acero recubierto
Diámetro (mm)	29,59
Sección total (mm ²)	516,80
Peso (daN/m)	1,52
Carga de rotura (daN)	11.580
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	6.600
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	$20,9 \cdot 10^{-6}$
Resistencia eléctrica con cc a 20°C (Ω /Km)	0,0599
Composición	45+7

7.2.2.2 Cable de Fibra Óptica

El cable de tierra compuesto de fibra óptica OPGW a utilizar en la construcción de la línea tendrá las siguientes características:

Denominación	OPGW 64k78 (7540)
Nº de fibras	48
Corriente máxima de falta 2s (kA)	151
Sección total (mm ²)	143,7
Diámetro total (mm)	16,4
Peso del cable (kg/m)	0,773
Carga de rotura (kg)	11.390
Módulo de elasticidad (daN/mm ²)	11.410
Coefficiente de dilatación lineal (°C ⁻¹)	$14,8 \cdot 10^{-6}$

7.2.2.3 Aisladores

Se utilizarán cadenas de aislamiento de vidrio compuestas por aisladores tipo U160BSP, para todos los tramos de la línea. Sus características son las siguientes:

Denominación	U160BSP
Paso (mm)	146

Diámetro (mm)	320
Línea de fuga (mm).....	545
Carga mecánica (daN).....	16.000
Unión normalizada IEC-60120	20
Tensión soportada a 50 Hz bajo lluvia (kV)	55
Tensión soportada Impulso tipo rayo en seco (kV)	140
Peso neto aproximado (kg)	8,3

7.2.2.4 Herrajes

Los herrajes serán de acero galvanizado en caliente, y estarán adecuadamente protegidos frente a la corrosión. Éstos cumplirán lo indicado en la norma UNE 21 006.

7.2.2.5 Separadores

Los separadores se utilizan para mantener las distancias entre conductores de una misma fase o subconductores del circuito, y garantizarán un perfecto servicio sobre cualquier condición climática. Responderán a lo reseñado en la UNE-EN 61 854:1999.

El separador ha de ofrecer, bajo las condiciones de servicio especificadas, entre otros, los siguientes requisitos:

- Mantener la separación entre subconductores en el lugar de aplicación del separador.
- Estar adaptados para su instalación fácil y segura evitando daños en los subconductores.
- Asegurar que los diferentes conductores no se aflojarán en servicio.
- Elasticidad para absorber las deformaciones por vibración, alteración del conductor por cortocircuito, cargas desequilibradas por formación de manguitos de hielo, etc.
- Ausencia de arcos debido a la continuidad eléctrica entre los elementos que la componen.
- Ausencia de efluvios y de perturbaciones.

Se instalarán separadores amortiguadores para una distancia fija entre conductores de 400 mm. Se trata de un separador lineal de cuerpo compuesto de material ligero resistente a la corrosión al igual que el componente elástico del mismo. Los tornillos de fijación de las grapas serán de acero galvanizado. En el interior de las mordazas del separador, y en contacto con el conductor, existe un inserto de neopreno que lo protege y actúa como absorbente de los movimientos de los conductores de las fases. Las mordazas se aprietan sobre el conductor utilizando un tornillo. El par de apriete será especificado por el fabricante.

Los separadores serán de aleación de aluminio.

7.2.2.6 Empalmes

La unión de conductores y cables de tierra se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Los empalmes del cable de tierra serán de acero inoxidable.

7.2.2.7 Balizas

Su función consiste en hacer más visibles los cables de tierra. Se colocarán para señalar la presencia de tendidos eléctricos en zonas con mayor densidad de tráfico aéreo.

7.2.2.8 Puesta a Tierra

Todos los apoyos de material conductor, como es el caso de los apoyos metálicos empleados en este proyecto, deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica. Para el diseño de la puesta a tierra se tendrá en cuenta el efecto de los cables de tierra a lo largo de la línea.

Para poder identificar los apoyos en los que se deben garantizar los valores admisibles de las tensiones de contacto, en el aptdo. 7.3.4.2 del ITC 07 se establece la clasificación de los apoyos según su ubicación:

- Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día, por ejemplo, cerca de áreas residenciales o campos de juego. Los lugares que sólo se ocupan ocasionalmente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc., no están incluidos.
- Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

7.2.2.9 Numeración y Aviso de Peligro

En cada apoyo se marcará el número de orden que le corresponda, el fabricante, la función, denominación según fabricante y el año de fabricación.

La placa de señalización de "riesgo eléctrico" se colocará en el apoyo a una altura visible y legible desde el suelo, pero suficiente para que no pueda ser retirada desde el suelo (aprox. 4 m).

7.2.2.10 Amortiguadores

Será preciso un estudio de amortiguamiento que se solicitará al fabricante de los mismos para determinar el número real de amortiguadores y la colocación exacta de estos.

7.2.2.11 Dispositivos Salvapájaros

Según el 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 en su artículo 7 relativo a medidas de prevención contra colisión, se establece que los nuevos tendidos se proveerán de salvapájaros o señalizadores visuales cuando así lo determine el órgano competente de la comunidad autónoma. Se han de colocar en los cables de tierra y si éstos no existiesen, en las líneas en las que únicamente exista un conductor por fase, y se colocarán directamente sobre aquellos conductores que su diámetro sea inferior a 20 mm.

7.2.2.12 Apoyos y Cimentaciones

Los apoyos a utilizar en la construcción de la línea aérea serán del tipo metálicos de celosía. La configuración de los apoyos para la línea aérea del presente proyecto será en tresbolillo para facilitar el respeto de distancias eléctricas y los cruzamientos con otras líneas de tensión.

El tipo de apoyo seleccionado está construido con perfiles angulares totalmente atornillados, con el cuerpo formado por tramos tronco-piramidales de sección cuadrada con extensiones de 3-5 m de altura hasta conseguir la altura útil deseada.

Todos los apoyos dispondrán de una doble cúpula para instalar el cable de fibra óptica y otro cable de tierra convencional por encima de los conductores.

Las cimentaciones serán de patas separadas, tetrabloque y tipo circular con cueva para todos los apoyos de la línea.

7.2.2.13 Sistema de compensación de reactiva

Se contempla la instalación de un sistema de compensación de potencia reactiva para líneas de gran longitud, basado en un sistema de capacitores en serie situado en la subestación correspondiente, para reducción de la reactancia inductiva de la línea. De esta manera se mejorarán los márgenes de estabilidad, el grado de ajuste del nivel de carga de la línea y se reducirán las pérdidas de transmisión y la caída de tensión.

7.3 Cálculos eléctricos

7.3.1 Caída de tensión

La caída de tensión se calcula a partir de tensión simple en el extremo generador y de la tensión simple en el extremo receptor, mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{|U_L| - |U_0|}{|U_0|} \cdot 100 (\%)$$

Calculado para un factor de potencia de 0,958, obtenemos la siguiente caída de tensión.

$$\Delta U = 0,16 \%$$

Se obtiene además la siguiente gráfica que muestra la caída de tensión para diferentes factores de potencia.

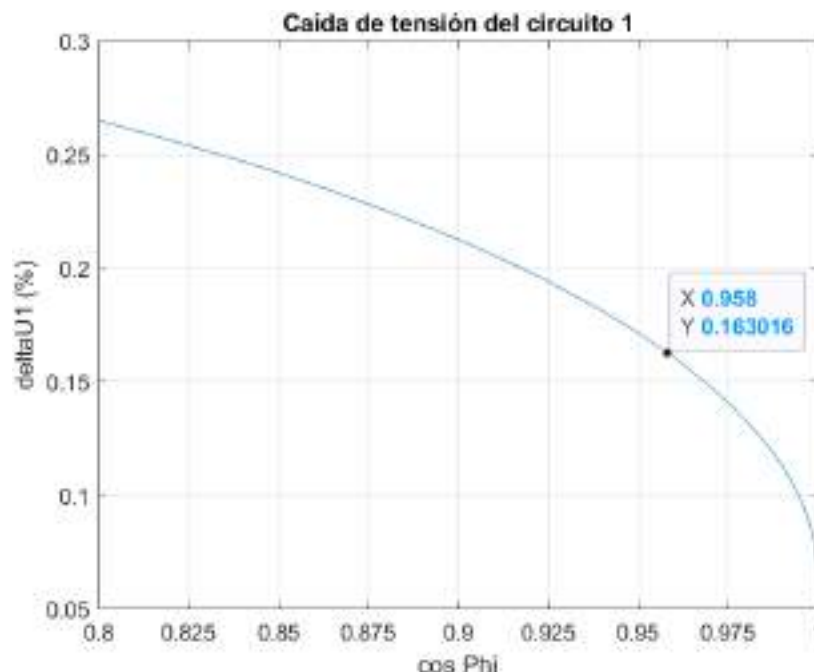


Figura 39: Caída de tensión máxima línea evacuación.

7.3.2 Pérdidas de potencia

Las pérdidas vienen derivadas tanto por efecto joule en forma de calor como por corrientes de fuga a través de las capacidades de la línea.

Calculando la potencia en cualquier punto x de la línea mediante la siguiente expresión:

$$P_x = \text{real}(\sqrt{3} \cdot U_x \cdot I_x^*)$$

Por tanto, para un factor de potencia de 0,958 las pérdidas de potencia activa en la línea son:

$$\Delta P = 0,79 \%$$

Obtenemos además la siguiente gráfica dónde se muestran las pérdidas de potencia activa para diferentes factores de potencia:

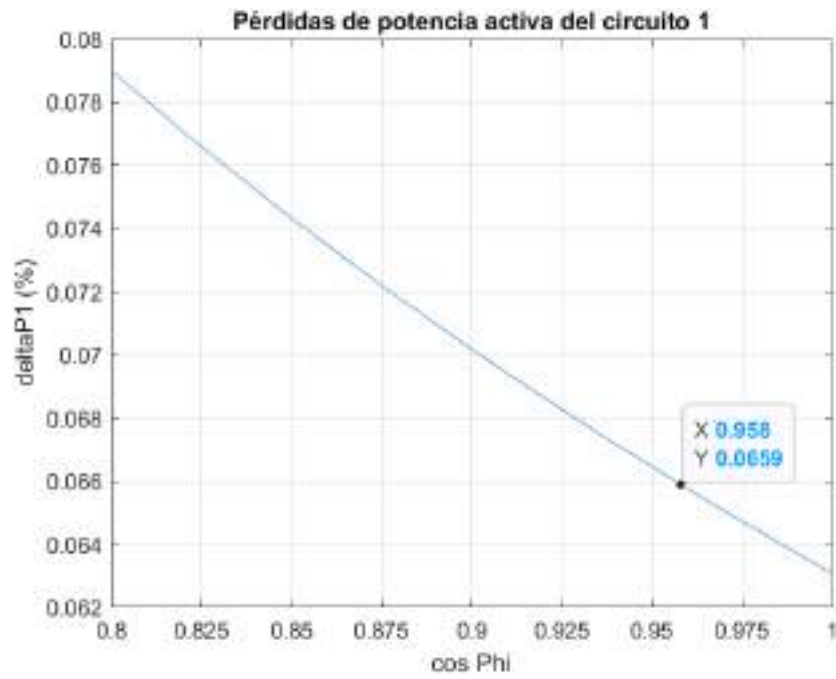


Figura 40: Pérdida de potencia activa línea evacuación.

8. Listado de organismos afectados por la instalación

En este apartado se detallan los elementos y los órganos afectados por la implantación del campo solar de la PSFV Carrero Solar y su línea de evacuación aérea en 220 kV.

A continuación, se muestra el listado de organismos afectados por la instalación. Existen afectaciones temporales correspondientes a la duración de la fase de construcción de la planta, y afectaciones a largo plazo correspondientes al periodo de operación de la instalación:

TABLA DE ORGANISMOS AFECTADOS POR LA PLANTA				
#	TIPO DE INFRAESTRUCTURA	NOMBRE	ORGANISMO AFECTADO	DETALLE
1	Línea eléctrica	LAAT 45 kV	Iberdrola – i-DE	Se realizarán trabajos bajo línea de zanjeado en el cruzamiento con la línea. Se respetará en todo momento las condiciones establecidas por i-DE.
2	Línea eléctrica	LAAT 20kV	Iberdrola – i-DE	Se realizarán trabajos bajo línea de zanjeado en el cruzamiento con la línea. Se respetará en todo momento las condiciones establecidas por i-DE.
3	Camino	Camino de Talavera de la Reina a San Román	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizarán zanjas para la conexión eléctrica de los diferentes recintos de la instalación. La implantación de la instalación queda fuera de la zona de servidumbre del camino.
4	Camino	Camino de los Veratos	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizarán zanjas para la conexión eléctrica de los diferentes recintos de la instalación. La implantación de la instalación queda fuera de la zona de servidumbre del camino.
5	Camino	Camino de Talavera a Cardiel	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizarán zanjas para la conexión eléctrica de los diferentes recintos de la instalación. La implantación de la instalación queda fuera de la zona de servidumbre del camino.

Tabla 28: Listado de organismos afectados por la PSFV

La instalación respetará las servidumbres correspondientes, indicadas en el apartado N°4 del presente documento.

A continuación, se presenta una lista de los organismos afectados por la presente línea aérea de evacuación en 220kV entre la planta de generación solar fotovoltaica y la subestación Ébora 220kV.

TABLA DE ORGANISMOS AFECTADOS POR LA LÍNEA DE EVACUACIÓN				
#	TIPO DE INFRAESTRUCTURA	NOMBRE	ORGANISMO AFECTADO	DETALLE
1	Camino	Camino de los Veratos	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizará un cruzamiento aéreo de la línea de evacuación en 220 kV teniendo en cuenta la altura mínima al terreno de 7 metros indicada en el Artículo 5.5 ITC-LAT 07
2	Ferrocarril	FFCC Madrid – Cáceres – Portugal	ADIF	Se realizará un cruzamiento aéreo de la línea de evacuación en 220 kV teniendo en cuenta la altura mínima al terreno de 6,2 metros indicada en el Artículo 5.10 ITC-LAT 07
3	Camino	Camino de Servicio	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizará un cruzamiento aéreo de la línea de evacuación en 220 kV teniendo en cuenta la altura mínima al terreno de 7 metros indicada en el Artículo 5.5 ITC-LAT 07
4	Camino	Camino del Puntal	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizará un cruzamiento aéreo de la línea de evacuación en 220 kV teniendo en cuenta la altura mínima al terreno de 7 metros indicada en el Artículo 5.5 ITC-LAT 07
5	Camino	Camino de la Cabra	Ayuntamiento de Talavera de la Reina	Se realizará un cruzamiento aéreo de la línea de evacuación en 220 kV teniendo en cuenta la altura mínima al terreno de 7 metros indicada en el Artículo 5.5 ITC-LAT 07
6	Carretera	N-Va	Ministerio de Fomento	Se realizará un cruzamiento aéreo de la línea de evacuación en 220 kV teniendo en cuenta la altura mínima al terreno de 9,2 metros indicada en el Artículo 5.7 ITC-LAT 07.

Tabla 29: Listado organismos afectados por la línea de evacuación.

Cabe destacar la necesidad de elaborar una separata técnica a cada uno de los organismos afectados con el fin de informarles de la futura implantación de la Planta Solar Fotovoltaica, ya que en periodos posteriores de la tramitación del proyecto dispondrán de un periodo de alegaciones con el fin de explicar las preocupaciones de las distintas afecciones que suponga el presente proyecto a cada una de las partes.

9. Estudio de Producción

La estimación de producción de energía de la planta se ha realizado utilizando el ampliamente aceptado software de simulación PVSyst.

La configuración de planta y parametrización de pérdidas están hechas para obtener la estimación de producción específica y PR (Performance Ratio) al momento de realizar las pruebas de aceptación provisional de la planta, es decir, inmediatamente después de la puesta en servicio de esta. Como bien es sabido en el sector fotovoltaico, los módulos fotovoltaicos sufren una degradación leve pero constante en su eficiencia, que los fabricantes garantizan que no pasará de cierto valor anual, por ejemplo, en el caso que nos ocupa, Canadian garantiza una degradación máxima de un 2% en el primer año y del 0,45% en los siguientes años. En la simulación que sigue se han tenido en cuenta las pérdidas por degradación de los módulos fotovoltaico, al igual que las pérdidas por indisponibilidad de planta, estimadas en un 2%. En la simulación se ha utilizado como fuente de radiación el año típico meteorológico (TMY) de PVGIS para el emplazamiento.

El resultado de cálculo y la configuración simulada se puede consultar en el Anexo N°2 Cálculos justificativos, donde también se detallan los mismos.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- **Producción anual:** **66.704,39 MWh/año**
- **Producción específica:** **2024 kWh/kWp/año**

10. Presupuesto

10.1 Presupuesto global de la instalación

Ref.	Descripción	Unidad	Medición	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
1.	MATERIALES Y EQUIPOS PRINCIPALES				8.231.431,00
1.1.	MÓDULOS FOTOVOLTAICOS				4.810.456,00
1.1.1.	Suministro de módulos fotovoltaicos Canadian Solar BiHiKu7 CS7N-655B-AG.	Ud	35.371	136,00	4.810.456,00
1.2.	INVERSORES				399.326,12
1.2.1.	Suministro de inversores en string Sungrow SG350HX.	Ud	61	6.546,33	399.326,12
1.3.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN				440.380,00
1.3.1.	Suministro de centros de transformación de Sungrow MWS8960-LV de 8,96 MVA a 40 °C .	Ud	2	167.440,00	334.880,00
1.3.2	Suministro de centros de transformación de Sungrow MVS6300-LV de 6,30 MVA a 40 °C .	Ud	1	105.500,00	105.500,00
1.4.	ESTRUCTURA SOLAR				1.753.005,00
1.4.1.	Suministro completo de estructuras de seguidor 1V de 62 módulos de Trina Solar Agile 1P o similar.	Ud	493	2.960,00	1.459.280,00
1.4.1.	Suministro completo de estructuras de seguidor 1V de 31 módulos de Trina Solar Agile 1P o similar.	Ud	155	1.895,00	293.725,00
1.5.	CABLEADO Y COMPONENTES ELECTRICOS				645.487,17
1.5.1.	Suministro de cableado de Baja tensión de corriente continua, conductores de cobre y tensión de funcionamiento 1500 Vcc para los circuitos de conexionado de strings e inversores, modelo Prysun de Prysmian, o similar.	m	143.399	3,36	481.820,16
1.5.2.	Suministro de cableado de Baja tensión de corriente alterna, conductores de aluminio y tensión de funcionamiento 1000 Vca para los circuitos de conexionado de los inversores con sus respectivos centros de transformación.	m	11.270	6,48	73.028,41
1.5.3.	Suministro de cableado de Media tensión de corriente alterna de aluminio, AL HEPRZ1 1x95/25 de 30 kV.		6.094	7,23	44.059,62
1.5.4.	Suministro de cableado de Media tensión de corriente alterna de aluminio, AL HEPRZ1 1x150/25 de 30 kV.	m	5.267	7,66	40.345,22
1.5.5.	Suministro de cableado de Media tensión de corriente alterna de aluminio, AL HEPRZ1 1x400/25 de 30 kV.	m	468	13,32	6.233,76
1.6.	CABLEADO DE COMUNICACIONES				18.031,71
1.6.1.	Suministro de cableado de comunicaciones.	m	2.817	6,40	18.031,71
1.7.	PUESTA A TIERRA				9.106,77

Ref.	Descripción	Unidad	Medición	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
1.7.1.	Sistema de puesta a tierra cable de cobre de 35 mm2 conexiones y picas.	m	4.743	1,92	9.106,77
1.8.	SISTEMA DE PARARRAYOS				4,80
1.8.1.	Sistema completo de pararrayos y conexión.	Ud	3	1,60	4,80
1.9.	CONTROL Y MONITORIZACIÓN				40.329,82
1.9.1.	Estaciones meteorológicas con piranómetros incluidos, Power Plant Controller GPM o similar, SCADA y SmartLogger.	Ud	1	40.329,82	40.329,82
2. OBRA CIVIL					2.369.452,32
2.1.	DESBROCE Y MOVIMIENTO DE TIERRAS				19.360,97
2.1.1.	DESBROCE: Desbroce de la capa vegetal de 10 cm y destocoado de la superficie con medios mecánicos, con carga y transporte al almacén de la instalación para su posterior uso.	m ²	0	0,28	0,00
2.1.2.	DESMONTE: Desmonte de terrenos carga sobre camión y transporte a zona de extendido dentro de la obra.	m ³	3.729	2,36	8.800,44
2.1.3.	TERRAPLEN: Relleno con medios mecánicos.	m ³	3.729	2,83	10.560,53
2.2.	CAMINOS				126.477,82
2.2.1.	Caminos interiores de 4 m de ancho con compactación y canalizaciones de agua.	m	5.984	21,14	126.477,82
2.3.	VALLADO				44.255,39
2.3.1.	Vallado perimetral de 2 m de alambrado incluyendo postes, puertas, instalación y uniones.	m	4.033	10,60	42.749,80
2.3.2.	Puertas de acceso.	Ud	3,00	501,86	1.505,59
2.4.	INSTALACIONES TEMPORALES				136.500,00
2.4.1.	Instalación y desmontaje de casetas temporales de obra con su respectivo acondicionamiento de terreno y personal de obra.	Ud	7	19.500,00	136.500,00
2.5.	ZANJAS				1.913.026,64
2.5.1.	Creación de zanjas para la distribución eléctrica de baja tensión incluyendo tubos de cableado.	m	4.741	16,00	75.856,00
2.5.2.	Creación de zanjas para la distribución eléctrica de media tensión incluyendo tubos de cableado.	m	28.006	65,60	1.837.170,64
2.6.	DRENAJES				6.407,57
2.6.1.	Drenajes de la planta.	m	638	10,04	6.407,57
2.7.	CIMENTACIONES				40.669,62
2.7.1.	Cimentaciones de los CTs.	m ³	3	222,25	666,74
2.7.2.	Cimentación del edificio.	m ³	110	333,36	36.669,20
2.7.3.	Cimentación del centro de seccionamiento	m ³	15	222,25	3.333,68
2.8.	EDIFICIO DE O&M				82.754,30
2.8.1.	Edificio.	Ud	1	75.383,48	75.383,48

Ref.	Descripción	Unidad	Medición	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
3. MONTAJE ELÉCTRICO Y MECÁNICO					394.092,86
3.1.	DESCARGA/ACOPIO				29.761,88
3.1.1.	Descarga, transporte y gestión de acopio de materiales y componentes principales de la instalación. Almacén de materiales durante la ejecución de las obras. Sistema de almacenaje y depósito de agua para la obra y el mantenimiento de la instalación. Transporte de cualquier elemento cuyos Incoterms no incluyan el transporte a obra DDP.	Ud	1	29.761,88	29.761,88
3.2.	MONTAJE MECÁNICO				50.544,00
3.2.1.	Hincado de los pilares de la estructura solar, perforado en terreno e instalación y relleno/hormigonado del pilar metálico de la estructura en apoyos de especial dureza del terreno, montaje de estructura mecánica, colocación del centro de transformación, inversores y módulos.	Ud	6.480	7,80	50.544,00
3.3.	MONTAJE ELÉCTRICO				313.786,98
3.3.1.	Tendido sobre estructura o bajo tubo en zanja del conductor de corriente continua y baja tensión de conexionado de módulos solares fotovoltaico, tendido del conductor de corriente alterna y baja tensión, conexionado de los strings con sus correspondientes inversores, tendido y conexionado de los conductores de servicios auxiliares y de fibra óptica y tendido y conexionado del cable de puesta a tierra incluidas soldaduras aluminotérmicas.	Ud	1	313.786,98	313.786,98
4. GESTIÓN DE RESIDUOS					16.779,46
4.1.1.	Costes obtenidos del estudio de gestión de residuos generados en obra para el cumplimiento de la normativa en cuestión.	Ud	1	16.779,46	16.779,46
5. SEGURIDAD Y SALUD					38.505,60
5.1.1	Prevención de riesgos y accidentes laborales y seguridad durante la ejecución de cada una de las actividades de la obra.	Ud	1	38.505,60	38.505,60
6. MEDIOAMBIENTE					24.000,00
6.1.1.	Gestión y seguimiento medioambiental durante la construcción. Incluido todo lo definido en el presente BoQ, los documentos contractuales (Pliego de condiciones, DIA, entre otros), especificaciones y normativa vigente.	Ud	1	6.000,00	6.000,00

Ref.	Descripción	Unidad	Medición	Precio Unitario [€]	Precio Total [€]
6.1.2.	Incendios. Habilitar en obra dispositivos antiincendios necesarios, tanto individuales (batafuegos, mochilas de agua, palines, etc) y colectivos (camión cisterna o cuba móvil de 2000 l de capacidad, 4 atm. de presión en punta de lanza a disposición) incluyendo personal y equipos auxiliares necesarios.	Ud	1	15.925,00	15.925,00
6.1.3.	Ejecución de medidas compensatorias contempladas en la DIA y EIA, incluyendo restauraciones, restituciones y revegetaciones de las zonas indicadas.	Ud	1	2.075,00	2.075,00
7. PUESTA EN MARCHA					20.975,98
7.1.1.	Pruebas equipamiento eléctrico, red de comunicación, red de media tensión y puesta de servicio según pliego de prescripciones técnicas particulares.	Ud	1	20.975,98	20.975,98

TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL	11.095.237,22 €
Gastos Generales (13%)	1.442.380,84 €
Beneficio Industrial (6%)	665.714,23 €
TOTAL PRESUPUESTO INVERSIÓN	13.203.332,29 €
IVA (21%)	2.772.699,78 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA	15.976.032,07 €

10.2 Presupuesto por partidas

Ref.	Descripción	TOTAL
1.	MATERIALES Y EQUIPOS PRINCIPALES	8.231.431,00 €
2.	OBRA CIVIL	2.369.452,32
3.	MONTAJE ELÉCTRICO Y MECÁNICO	394.092,86 €
4.	GESTIÓN DE REESIDUOS	16.779,46 €
5.	SEGURIDAD Y SALUD	38.505,60 €
6.	MEDIOAMBIENTE	24.000,00 €
7.	PUESTA EN MARCHA	20.975,98 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL		11.095.237,22 €
TOTAL PRESUPUESTO INVERSIÓN		13.203.332,29 €
TOTAL PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA		15.976.032,07 €

El presupuesto total de ejecución por contrata de la instalación asciende a **QUINCE MILLONES NOVECIENTOS SETENTA Y SEIS MIL TREINTA Y DOS EUROS CON SIETE CÉNTIMOS (15.976.032,07 €)**.

11. Cronograma

A continuación, se muestra el cronograma de ejecución previsto para la instalación Carrero Solar en base a la ejecución de los trabajos a realizar por el promotor y a los plazos establecidos en la Ley 1/2007, de 15 de febrero, de fomento de las Energías Renovables e Incentivación del Ahorro y Eficiencia Energética en Castilla La-Mancha, teniendo en cuenta que la solicitud de APP y DIA estará realizada para, como tarde, julio de 2022.

PLANIFICACIÓN - PSPV CARRERO SOLAR																									
		Q4 2022			Q1 2023			Q2 2023			Q3 2023			Q4 2023			Q1 2024			Q2 2024			Q3 2024		
		O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	E	F	M	A	M	J	J	A	S
1. PERMISOS Y AUTORIZACIONES																									
DIA																									
Solicitud de Autorización Administrativa de Construcción																									
Solicitud de Aprobación de Proyecto																									
Autorización administrativa Previa																									
Autorización administrativa de Construcción																									
Aprobación de proyecto																									
2. LICENCIAS DE OBRA Y READY TO BUILD																									
Cambio de uso del terreno - Urbanismo																									
Pago de tasas																									
Obtención de licencias																									
Ready to Build																									
3. INGENIERÍA E INSTALACIÓN																									
Suministros																									
Obra civil																									

PLANIFICACIÓN - PSPV CARRERO SOLAR

	Q4 2022	Q1 2023	Q2 2023	Q3 2023	Q4 2023	Q1 2024	Q2 2024	Q3 2024
	O N D	E F M	A M J	J A S	O N D	E F M	A M J	J A S
Diseño del campo								
Obra eléctrica								
Obra civil subestación								
Montaje electromecánico								
Línea de evacuación								
Pruebas de instalaciones								
Finalización de instalación								
Finalización de pruebas individuales de los equipos								
Inicio de pruebas en tensión con suministro a red								
4. PUESTA EN SERVICIO								
Acta de puesta en marcha								

12. Trámites administrativos

En este capítulo se pretende indagar en los distintos permisos necesarios para la puesta en marcha de la presente planta solar fotovoltaica, con el objetivo de establecer un orden claro para poder contar con una instalación legalizada en su totalidad. Los permisos necesarios se clasifican en dos grandes categorías, aquellos a realizar antes de la instalación y aquellos trámites posteriores a la instalación.

12.1 Trámites previos a la instalación

Los trámites por realizar previos a la instalación de la planta solar fotovoltaica son los siguientes:

1. Solicitud del permiso de acceso y conexión: En este caso, el conexionado es a una subestación de i-DE, pero en otro caso se deberá solicitar el punto de acceso a la distribuidora de turno, o si el conexionado es a la red de transporte, se deberá solicitar a Red Eléctrica España. Para ello, es importante que haya capacidad disponible en el punto de conexión que se desea, pudiendo esto ser consultado en las distintas páginas webs del organismo correspondiente. Para obtener dicha solicitud se deberá realizar un Proyecto Básico o Anteproyecto, así como constituir un aval de 40€ por cada kW instalado. Dicho aval es depositado con el fin de asegurarse que el punto de conexión proporcionado va a ser utilizado por el solicitante, con el derecho a ejecutar el aval en caso de: no se haberse obtenido la autorización de explotación en tiempo y forma oportunas, se desista voluntariamente de la tramitación de la instalación o no se responda a los requerimientos de información o actuación de la Administración dentro del plazo de 3 meses.
2. Presentación del aval en el Ministerio de Industria: el aval previamente comentado deberá ser depositado en el Ministerio de Industria.
3. Solicitud del Informe de Compatibilidad Urbanística, ICU: El informe urbanístico de compatibilidad acredita la calificación urbanística de una finca, la afectación de bienes o derechos de titularidad municipal por parte de la misma, la compatibilidad de la actividad y del establecimiento donde se quiere ejercer con el régimen de uso y edificación establecido en la legislación. Es decir, es un informe que nos indica que el terreno a ocupar por la planta solar fotovoltaica es viable para el desarrollo de dicha actividad.
4. Solicitud de la Autorización Administrativa Previa, AAP: La autorización administrativa previa otorga a la empresa autorizada el derecho a realizar una instalación concreta en determinadas condiciones.

5. Solicitud de la Autorización Administrativa de Construcción, AAC: permite al titular realizar la construcción de la instalación cumpliendo los requisitos técnicos exigibles.
6. Solicitud de la Declaración de Impacto Ambiental, DIA: El estudio de impacto ambiental es un documento técnico que se realiza para valorar los impactos ambientales de un proyecto o actividad sobre el medio ambiente. El Estudio de Impacto Ambiental es elaborado por parte del promotor y en él se especifica la información necesaria para evaluar los posibles efectos significativos del proyecto sobre el medio ambiente. Su principal objetivo no es otro que adoptar las decisiones más adecuadas para prevenir y minimizar dichos efectos.

Para la obtención de las solicitudes 3 a 5 es necesario la realización de un proyecto técnico administrativo. Es decir, un proyecto detallado que ha de constar con los siguientes documentos:

- ✓ Memoria explicativa: en este documento se presentarán las características generales y técnicas del proyecto fruto del diseño y cálculo y describir los distintos elementos de la instalación.
- ✓ Cálculos justificativos: en este documento se presentarán los distintos cálculos realizados para el desarrollo de la instalación.
- ✓ Presupuesto: documento en el cual se detalla el coste de la implantación solar fotovoltaica, así como de su infraestructura de evacuación.
- ✓ Relación de derechos y bienes afectados: en este documento se presentarán los distintos organismos afectados por la implantación de la planta solar fotovoltaica y de la infraestructura de evacuación.
- ✓ Pliego de condiciones: tiene como objetivo definir los requisitos y características técnicas para la realización del montaje y puesta en servicio de las infraestructuras eléctricas correspondientes a la Planta Fotovoltaica.

- ✓ Estudio de seguridad y salud: cuyo objeto es el de precisar las normas de seguridad y salud aplicables a las obras contempladas en el presente proyecto.
 - ✓ Estudio de gestión de residuos: detalla el plan previsto para la gestión de los residuos derivados de la ejecución de la obra de la planta solar fotovoltaica.
 - ✓ Plan de desmantelamiento: establecer las pautas de esa restauración tras el desmantelamiento, llevando a cabo el Plan de Restauración Ambiental de la zona afectada por la instalación.
 - ✓ Planos: presentar de manera gráfica la instalación desarrollada para, junto con el resto de los documentos, tener un conocimiento pleno sobre la planta solar fotovoltaica a instalar.
7. Solicitud de licencia de obra: mediante la cual se obtiene el permiso para finalmente realizar la instalación de la planta solar fotovoltaica.

12.1 Trámites posteriores a la instalación

Tras la instalación de la planta, es necesario obtener una serie de autorizaciones y permisos con el fin de permitir que el proyecto desarrollado pueda verter energía a la red. Estas autorizaciones son:

1. Certificado de fin de obra: este certificado indica la correcta ejecución de la obra y es obligatorio presentarlo a la comunidad autónoma o ayuntamiento competente.
2. Autorización de explotación: permite, una vez ejecutado el proyecto, poner en tensión las instalaciones y proceder a su explotación comercial.

13. Conclusiones

Mediante la realización de este proyecto se han explicado las diferentes fases a desarrollar para la realización de un proyecto de generación de energía a partir de módulos fotovoltaicos, cuyas directrices principales podrían ser utilizadas para la elaboración de proyectos de la misma índole. Se considera que el proyecto llevado a cabo es viable tanto técnica como económicamente, por lo que la presente memoria desarrollada podría ser utilizada para la obtención del Punto de Conexión con el cual se iniciaría el proceso de tramitación y construcción de la misma. A su vez, se considera que la presente memoria cuenta con suficiente detalle para la posterior obtención de la AAP, AAC y la DIA.

Con todo lo expuesto en la memoria y junto con los planos y documentos adjuntos al proyecto, se consideran suficientemente descritas las instalaciones del proyecto Carrero Solar.

14. Anexos

- 1 - CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS
- 2 - ESTUDIO PRODUCCIÓN PVSYST
- 3 - RESULTADOS CÁLCULO CABLEADO CC BAJA TENSIÓN
- 4 - RESULTADOS CÁLCULO CABLEADO CA BAJA TENSIÓN
- 5 - PLIEGO DE CONDICIONES
- 6 - ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD
- 7 - ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS
- 8 - PLAN DE DESMANTELAMIENTO
- 9 - PLANOS
- 10 - FICHAS TÉCNICAS
- 11 - OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

14.1 Cálculos Justificativos

ÍNDICE

1.	Objeto	3
2.	Estudio de Producción	3
2.1	Producción de la implantación 3D.....	3
2.1.1	Cálculo de la energía efectiva.....	4
2.1.2	Energía “Virtual” de MPP	5
2.1.3	Energía del sistema, Pérdidas y PR.....	5
2.2	Estudio de aumento de producción de módulos Bifaciales	13
2.3	Estudio de aumento de producción mediante aplicación de Backtracking	14
3.	Cálculo de la temperatura del módulo	16
4.	Cálculo del generador – Strings	18
4.1	Resultados del cálculo	21
5.	Cálculo del generador – Inversor	23
5.1	Conclusión	25
6.	Cumplimiento con el código de red.....	28
6.1	Potencia en POI.....	29
6.2	Estimación de pérdidas	29
6.3	Dimensionamiento de inversores.....	30
7.	Cálculo de cableado: Corriente Continua	32
7.1	Condiciones de cálculo	32
7.1.1	Potencia, tensión e intensidad de transporte.....	32
7.1.2	Método de instalación y agrupamiento	32
7.1.3	Otros factores de corrección.....	33
7.2	Método de cálculo	34
7.2.1	Criterio de intensidad admisible	34
7.2.2	Criterio de caída de tensión	35
7.3	Resultados	36
8.	Cálculo de cableado: Corriente Alterna – Baja Tensión.....	37
8.1	Condiciones de cálculo	37
8.1.1	Potencia, tensión e intensidad de transporte.....	37
8.1.2	Método de instalación y agrupamiento	37
8.1.3	Otros factores de corrección.....	38
8.2	Método de cálculo	39
8.2.1	Criterio de intensidad admisible	39
8.2.2	Criterio de intensidad de cortocircuito.....	40
8.2.3	Criterio de caída de tensión	41

8.3	Resultados	43
9.	Cálculo de cableado: Corriente alterna – Alta tensión	44
9.1	Descripción de las líneas	44
9.2	Método de cálculo	45
9.3	Método de instalación y agrupamiento	45
9.4	Características de la línea.....	46
9.4.1	Características generales	46
9.5	Características de los materiales.....	46
9.5.1	Cableado.....	46
9.6	Caída de tensión	47
9.7	Resultado.....	49
10.	Cálculo de cimentaciones	50
10.1	Método de cálculo	50
11.	Cálculo de puestas a tierra	52
11.1	Campo fotovoltaico	53
11.2	Inversores	54
11.3	Centros de transformación	54
11.4	CCTV y vallado.....	54
11.5	Pararrayos y estación meteorológica	55
12.	Pararrayos	56
12.1	Método de cálculo	56
12.2	Toma de tierra del pararrayos.....	58
13.	Cálculos electromagnéticos	59
13.1	Normativa	59
13.2	Límites admisibles.....	59
13.3	Cálculo.....	59
13.3.1	Consideraciones de cálculo	60
13.3.2	Resultados	60
14.	Conclusiones	63

1. Objeto

El objeto del presente documento es el de exponer los cálculos justificativos de la instalación solar fotovoltaica Carrero Solar, conectada a la red de transporte con una potencia concedida en el punto de conexión de 26 MW.

2. Estudio de Producción

La estimación de producción de energía de la planta se ha realizado utilizando el ampliamente aceptado software de simulación PVSyst. El estudio de producción se realizará en 3D importando el layout, diseñado en PVCase, de la planta solar con los principales objetos que producen sombreados en la planta (módulos, árboles, centros de transformación y el edificio de operación y mantenimiento). Actualmente el software de PVSyst no permite realizar la simulación de escenas de 3D con módulos Bifaciales y backtracking, por ello se realizará el estudio de producción sin backtracking y con módulos monofaciales de la implantación en 3D y posteriormente se añadirá el aumento de producción de los módulos bifaciales y backtracking en la implantación para obtener la producción final.

Se realizará por ello:

1. Producción de la implantación en 3D (informe Anexo)
2. Estudio de aumento de producción mediante módulos bifaciales
3. Estudio de aumento de producción mediante Backtracking

Siguiendo estos tres pasos obtendremos la producción final de la planta.

2.1 Producción de la implantación 3D

La metodología utilizada para la estimación de producción de energía está basada en un año meteorológico tipo (TMY) P50 y resumida en las siguientes etapas:

- Proceso de simulación en PVSyst:
 - Cálculo de la energía incidente efectiva, transformación de la irradiación en el plano colector (sistema de seguimiento a un eje)
 - Cálculo de energía en el inversor a MPP
- Pérdidas en el sistema y ajuste de la relación de rendimiento (Performance Ratio).
- Cálculo de la producción de energía en el año cero (Resultados).

A continuación, se describe el proceso de cálculo de producción de energía en el punto de conexión para el año cero de operación de la instalación solar y la distribución mensual típica para la previsión de producción de energía anual.

La producción de energía en el punto de entrega ha sido calculada mediante el uso del software especializado en instalaciones fotovoltaicas PVSyst versión 7.1.0.

PVSyst es una herramienta de simulación altamente sofisticada desarrollada en la Universidad de Ginebra desde 1993, siendo el software más difundido mundialmente para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos y evaluación de la producción de energía

de los mismos. PVSyst permite analizar con precisión diferentes configuraciones para los sistemas fotovoltaicos y evaluar sus resultados, a fin de poder identificar la solución óptima.

La simulación por hora realizada en PVSYST tiene en cuenta aproximadamente cincuenta variables y su resultado es la curva de producción horaria de la instalación. El informe de resultados de PVSyst se encuentra en el Anexo 2 del presente documento.

La simulación ha sido ejecutada siguiendo los siguientes pasos:

2.1.1 Cálculo de la energía efectiva

Partiendo de los datos horarios de irradiancia global horizontal, temperatura y radiación difusa se lleva a cabo el cálculo de radiación global, difusa y albedo en el plano fotovoltaico para la instalación simulada. En dicho cálculo se tiene en cuenta la trayectoria solar en la ubicación del proyecto y se aplica el factor de corrección por inclinación de los módulos en cada momento que representa la pérdida de captación de radiación que sufre el módulo si su posición no es totalmente perpendicular a la radiación solar.

Esto conduce a la llamada "Energía real incidente", es decir, la radiación que alcanza efectivamente la superficie de la célula fotovoltaica.

El factor de transposición (TF) se calcula para cada componente de la irradiancia y es la relación entre la irradiancia en el plano del módulo y la irradiancia horizontal. Para ello, PVSYST ofrece dos modelos de ejecución:

- Modelo Hay, un modelo clásico y robusto que muestra buenos resultados incluso cuando el conocimiento de la radiación difusa no es profundo.
- Modelo Pérez (Pérez, Ineichen et al.), es el modelo más sofisticado y requiere buenos datos de radiación horizontal.

Los dos modelos difieren en el tratamiento de la componente difusa:

- En el modelo Hay, la radiación difusa se divide en contribución isotrópico y "circumsolar" proporcional a la componente del haz. Por la transposición, la porción media esfera isotrópico se reduce de acuerdo con el ángulo sólido de la bóveda celeste "visto" por el plano (es decir, la fracción $(1 + \cos i) / 2$, donde "i" es el ángulo de inclinación). El circumsolar se transpone geométricamente como el haz componente.
- El modelo de Pérez-Ineichen introduce la "banda horizonte" como una tercera componente difusa. Se divide el cielo en sectores, y parametriza la transformación de la banda circumsolar y el horizonte de acuerdo con correlaciones establecidas en la base de datos de varias mediciones locales distribuidas en todo el mundo.

El componente de albedo se evalúa de la misma manera en ambos modelos como una fracción dada (relación de albedo) del total, ponderado por la fracción de "rodaja de

naranja" definida entre la horizontal y la extensión del plano inclinado, que es una fracción $(1 - \cos i) / 2$ de media esfera.

El resultado de los cálculos del presente informe se basa en el modelo Pérez.

2.1.2 Energía "Virtual" de MPP

El software calcula la temperatura de los módulos (balance de energía entre absorbido y las pérdidas de calor) y la potencia disponible en el punto de máxima potencia MPP (es una energía "virtual", como si el sistema funcionara a la perfección, disponible en las bornas del inversor).

2.1.3 Energía del sistema, Pérdidas y PR

Con el fin de hacer un estudio adecuado y detallado de la previsión energética, es necesario definir las pérdidas del sistema fotovoltaico. Las pérdidas consideradas en este estudio se aplicarían sobre la Producción Anual de Referencia, Y_r (Reference Yield) calculada mediante la siguiente ecuación:

$$Y_r = P_{STC} \cdot \frac{IGI}{G_{STC}}$$

Dónde:

- P_{STC} = suma de la potencia nominal de los módulos en condiciones STC.
- IGI = irradiación global en el plano inclinado (plano de los módulos) sin considerar las pérdidas por sombras interno o externo.
- G_{STC} = irradiancia en condiciones STC (1000 W/m²).

La producción anual de referencia equivale por tanto a la producción de energía de un sistema fotovoltaico con PR (Performance Ratio) de 100 %.

La pérdida total se obtiene mediante la siguiente relación:

$$\text{Producción de energía certificada} = Y_r \cdot (1 - \text{total de pérdidas})$$

En los siguientes apartados se describen los factores de pérdida considerados para el cálculo de la Producción de energía certificada.

- ❖ **Trayectoria solar y horizonte:** La trayectoria solar y el perfil del horizonte del emplazamiento de la instalación tendrán una influencia directa en la radiación recibida por los módulos. En las horas en las que el sol se encuentra por debajo del perfil del horizonte, este proyectará su sombra sobre la instalación por lo que la radiación directa percibida sería nula. Este sombreado recibe el nombre de sombreado lejano.
- ❖ **Pérdidas por nivel de radiación:** Los módulos de silicio cristalino suelen perder eficiencia cuando se reduce la intensidad de la luz que reciben. Es decir, cuando

la radiación es inferior a 1000 W/m^2 , la eficiencia del módulo se reduce de acuerdo con los valores de la hoja de datos del módulo. Estas pérdidas son calculan en PVSyst en base al archivo .pan del módulo empleado.

- ❖ **Albedo:** El albedo es la fracción de radiación que la superficie refleja respecto a la radiación incidente y es medido en porcentaje. Las superficies con mayores valores de albedo son aquellas claras y brillantes mientras que las superficies oscuras y mates tienen los menores valores, cercanos al 4 %. La simulación se ha llevado a cabo suponiendo un valor de albedo del 20 %, correspondiente al valor típico para suelos terrestres sin vegetación.

- ❖ **Pérdidas por suciedad:** La suciedad acumulada en la superficie del módulo afecta negativamente a su producción al bloquear parte de la radiación incidente. El factor de suciedad depende de diversos factores ya que hay múltiples fuentes de suciedad, entre los que se destacan la acumulación de polvo y la suciedad depositada por lluvia.

Para un mismo grado de suciedad, la pérdida de energía será mayor cuanto mayor difiera la inclinación de la radiación incidente con respecto a la perpendicular a la cara del módulo.

Para un mejor rendimiento, los módulos deben ser limpiados con regularidad. Teniendo en cuenta la ubicación del proyecto, la condición de los terrenos circundantes y los métodos de limpieza previstos para la instalación, se ha adoptado para esta simulación un factor de pérdidas por suciedad del 2%.

- ❖ **Pérdidas del módulo: Ángulo de reflexión y pérdidas espectrales:** La reflexión angular se produce cuando la luz del sol incide con un ángulo distinto de 0° sobre la superficie de los módulos, lo que se traduce en una pérdida de energía que puede ser determinada por la ley del coseno (grandes pérdidas con grandes ángulos de incidencia).

Esto es debido al hecho de que la superficie de los módulos produce reflexiones que causan una pérdida en el rendimiento. Este fenómeno de reflexión aumenta

con el ángulo de incidencia. Los cristales empleados en los módulos actuales son anti-reflejo, aumentando la cantidad de luz absorbida y en consecuencia el rendimiento de los módulos.

Los reflejos espectrales de los dispositivos fotovoltaicos son espectralmente selectivos, lo que significa que la corriente generada es diferente para cada longitud de onda del espectro de la radiación incidente (respuesta espectral). La potencia nominal y la irradiancia del panel fotovoltaico en condiciones estándar de medida STC (25 °C y 1000 W/m²) implican una incidencia espectral estándar (AM1,5) durante el período de operación.

- ❖ **Pérdidas del módulo: Sombreados cercanos (pérdida por irradiación):** Se denomina sombreado cercano a aquel que se produce por los elementos cercanos a los módulos receptores sobre los mismos, y tienen un efecto negativo en la producción del sistema. El sombreado de un solo módulo puede afectar al rendimiento de la totalidad del string, al modificar el punto de funcionamiento dentro de la curva I-V y alejándolo del punto de máxima potencia MPP.

Dichos sombreados pueden estar generados por elementos ajenos a la propia instalación como vegetación o arbolado, o por elementos de la instalación. Aunque el sombreado de elementos como vallados, inversores y centros de transformación pueden afectar a la producción, el principal elemento de sombreado son los propios módulos. Los módulos de la fila n producirán un sombreado sobre las filas $n+1$ y $n-1$ en función de la altura del sol y este será mayor cuanto menor sea la altura del sol. Para minimizar el sombreado entre los módulos, los seguidores deben instalarse a una distancia mínima de separación entre unos y otros.

Las pérdidas por sombreados cercanos se calculan mediante el modelado 3D de la instalación:

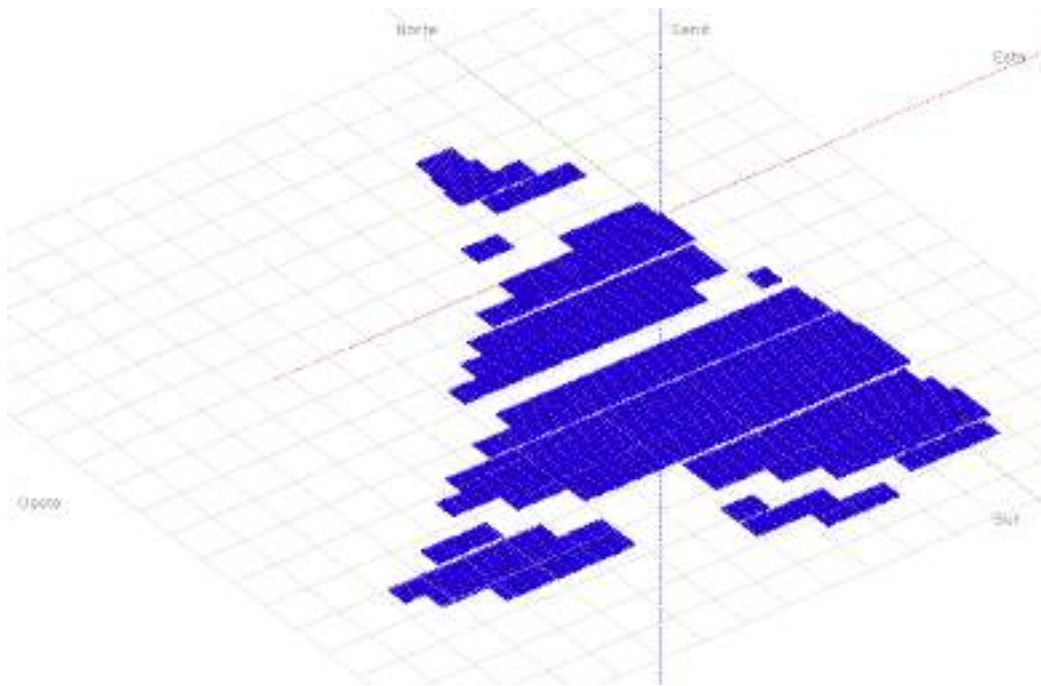


Figura 1: Modelado 3D de la instalación para cálculo de pérdidas por sombreado.

- ❖ **Pérdidas del módulo: Temperatura:** La temperatura de la célula tiene un efecto lineal sobre los parámetros de funcionamiento del módulo, que verá incrementada su intensidad mientras que su tensión y potencia se verá reducida a medida que la temperatura de célula supera los 25 °C, temperatura a la cual se declara la potencia en la ficha característica. A su vez, se ha de considerar que la temperatura de la célula es superior a la temperatura ambiente en condiciones de operación. Su relación viene detallada en apartados posteriores.

Lo que ello implica es una pérdida de energía debido a las altas temperaturas. Para determinar la temperatura real de los módulos en cada momento, PVSyst emplea dos parámetros térmicos: U_c y U_v , correspondientes a los factores de pérdida constante y pérdida del viento, respectivamente, siendo valores de referencia $U_c = 29 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y $U_v = 0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Dichos valores serán empleados al no tener ensayos de viento realizados on-site.

- ❖ **Pérdidas del módulo: Mismatch:** Las pérdidas por mismatch están relacionadas con las diferencias entre los módulos que componen los strings. El inversor opera con una tensión e intensidad determinadas en cada string, es decir, que hay una

única intensidad que circula por la totalidad de los módulos del string. Debido a las pequeñas diferencias en la curva I-V de los módulos entre sí, no todos los módulos pueden estar operando en el punto de máxima potencia.

La diferencia entre la suma de las potencias de todos los módulos con respecto a la potencia individual de los módulos en el punto de máxima potencia es lo que se conoce como la pérdida de incompatibilidad o mismatch.

A su vez, puede haber módulos cuya curva I-V se vea seriamente comprometida. Esto puede estar producido por el sombreado de alguno de los módulos, de modo que la corriente del string viene determinada por la corriente del módulo más crítico, produciendo que el resto de los módulos del string operen en puntos distantes al punto de máxima potencia MPP dentro de la curva I-V.

Las pérdidas por mismatch son modeladas siguiendo una distribución de Gauss considerando una pérdida de mismatch media del 0,4 %.

- ❖ **Pérdidas del módulo: Calidad de los módulos:** Los módulos fotovoltaicos obtenidos en procesos de fabricación industrial tienen tolerancias en su fabricación, no teniendo exactamente los mismos parámetros. La potencia nominal en STC tiene cierta dispersión, por lo general de tipo Gauss.

La tolerancia garantizada por los fabricantes de módulos en cuanto a la potencia pico del módulo es del 0-15 % con respecto a lo indicado en la ficha técnica, es decir, en condiciones STC el módulo siempre tendrá la potencia declarada o una superior. De acuerdo con las especificaciones técnicas de los módulos de este proyecto, la variación de potencia puede estar entre los + 0 Wp y los + 10 Wp.

- ❖ **Pérdidas del módulo: LID (degradación inducida por la luz):** La pérdida por LID (Light Induced Degradation) es una pérdida de rendimiento que sufre el módulo durante las primeras horas de exposición al sol de los módulos cristalinos y que no es recuperable. Puede afectar al rendimiento real en relación con los datos finales de las pruebas de flash en las fábricas de módulos fotovoltaicos.

- ❖ **Pérdidas del módulo: estimación de la degradación:** La garantía del fabricante del módulo establece una degradación lineal anual. Al simular el año base, considerado el año 0, se toma un valor de degradación del 1,5 %, mientras que para los respectivos años sucesivos de operación del parque la degradación sería de un 0,45 % por año.
- ❖ **Pérdidas en el cableado Corriente Continua y Baja Tensión:** Las pérdidas eléctricas por el cableado de BT en CC se han calculado teniendo en cuenta la sección del cableado, su longitud, la intensidad que transporta y la configuración del mismo.

Los criterios de selección de cableado deben cumplir entre otros, el criterio de pérdidas máximas en condiciones STC del 0,75 %.

- ❖ **Pérdidas en el inversor:** Una vez que la irradiación global efectiva incidente se determina, se estudia el comportamiento del inversor:
 - o Si la tensión de las cadenas no alcanza el límite inferior de funcionamiento del inversor, el inversor considera que el string tiene un circuito abierto ($I = 0$ y $V = V_{oc}$).
 - o Si la potencia de entrada del inversor es superior a su potencia nominal de salida, su comportamiento puede ser (de acuerdo con sus especificaciones técnicas):
 - Limitante: el inversor busca en su curva I/V el punto correspondiente que actúe en su potencia nominal más cercana, disminuyendo la corriente de funcionamiento.
 - De corte: las entradas del inversor se cortan, la disposición se considera en circuito abierto, la potencia es igual a cero.
 - o En funcionamiento normal, el inversor trabaja en el MPP por lo que su potencia de entrada es E_{ArrMPP} y la potencia de salida se calculan de acuerdo con su curva de eficiencia.

Las siguientes pérdidas tienen que ser consideradas en relación con el funcionamiento de los inversores de los paneles fotovoltaicos:

- Pérdidas debidas a la superación de la potencia nominal del inversor
- Pérdidas debidas al umbral de potencia

- Pérdidas debidas a la superación de la tensión nominal del inversor
- Pérdidas debidas al umbral de tensión
- Pérdidas por conversión eléctrica DC/AC
- Pérdidas por consumos del propio inversor

Todas las pérdidas anteriormente descritas son modeladas y cuantificadas en la simulación, y dependerán del dimensionamiento de strings e inversores a la vez que de las condiciones meteorológicas en las que se encuentra la instalación.

- ❖ **Pérdidas en el cableado Corriente Alterna y Baja Tensión:** Las pérdidas eléctricas por el cableado de BT en AC se han calculado teniendo en cuenta la sección del cableado, su longitud, la intensidad que transporta y la configuración del mismo.

Los criterios de selección de cableado deben cumplir entre otros, el criterio de pérdidas máximas en condiciones STC del 0,75 %.

- ❖ **Pérdidas en los transformadores:** Las pérdidas en los centros de transformación se modelan mediante el número de transformadores y sus pérdidas: pérdidas constantes (“de hierro”) y pérdidas resistivas.

- ❖ **Pérdidas en los cableados de ac de mt:** Los cables de MT realizan el cosido eléctrico de los centros de transformación de la planta para posteriormente evacuar la potencia recogida hasta las celdas de media tensión de la subestación elevadora. Los criterios de selección de cableado deben cumplir entre otros, el criterio de pérdidas máximas en condiciones STC del 5,0 %.

Las pérdidas medias anuales asumidas en la red de media tensión sobre las condiciones de la instalación son del 0,6% de acuerdo con las estimaciones de pérdidas basadas en instalaciones solares similares.

- ❖ **Consumos auxiliares:** La instalación solar incorpora transformadores para abastecer los diferentes consumos auxiliares, aunque también podrían ser abastecidos mediante la conexión de los mismos a la red de distribución circundante.

Los consumos auxiliares son variados y engloban todo aquel consumo asociado a la instalación que es necesario para su operación y mantenimiento en el sentido amplio del término. Entre otros, se destaca el consumo del sistema de seguridad y vigilancia, los consumos asociados a la totalidad de la iluminación de la instalación y el consumo de los motores de las estructuras.

- ❖ **Indisponibilidad:** El factor de indisponibilidad cuantifica aquellos periodos de tiempo en el que la planta no está en funcionamiento y por tanto su producción es nula. Los motivos de indisponibilidad son principalmente dos: labores de operación y mantenimiento programadas que requieran desconexión de la instalación, e indisponibilidades asociadas al fallo, deterioro o averías.

Se puede definir una tasa de indisponibilidad, en porcentaje o días/año, o bien se puede programar periodos de indisponibilidad si se conocen. En el proyecto se considera una indisponibilidad anual del 2%.

RESULTADOS PRODUCCIÓN P50, P90 Y P95

Las siguientes tablas muestra los datos de irradiación recibida, las pérdidas generadas y la energía resultante anual P50 para el año cero calculada tras las simulaciones y los cálculos anteriormente descritos:

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	66.2	29.83	6.25	98.8	86.1	2636	2596	0.839
February	84.7	34.86	8.22	118.9	108.5	3271	3221	0.865
March	140.8	50.96	11.89	202.4	183.3	5399	5312	0.838
April	180.9	54.62	13.68	255.9	234.9	6758	6644	0.829
May	209.7	66.66	16.74	291.9	269.6	7542	6669	0.730
June	231.8	60.38	24.70	325.8	300.1	8195	8051	0.799
July	253.7	48.63	27.24	360.5	334.9	9001	8088	0.717
August	214.4	53.51	26.74	309.3	283.1	7738	7596	0.784
September	164.2	44.30	21.84	241.5	219.0	6144	6036	0.798
October	111.8	41.33	16.52	161.0	145.6	4249	3818	0.757
November	77.7	23.50	9.94	118.6	105.4	3167	3116	0.839
December	68.8	25.24	6.56	93.7	74.5	2275	2239	0.855
Year	1794.7	633.76	16.09	2568.3	2345.0	66375	63386	0.788

Legends

GlobHor Global horizontal irradiation

DiffHor Horizontal diffuse irradiation

T_Amb Ambient Temperature

GlobInc Global incident in coll. plane

GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings

EArray Effective energy at the output of the array

E_Grid Energy injected into grid

PR Performance Ratio

Figura 2: Resultados simulación P50.

Con ello tenemos la distribución de probabilidad de producción de la planta:

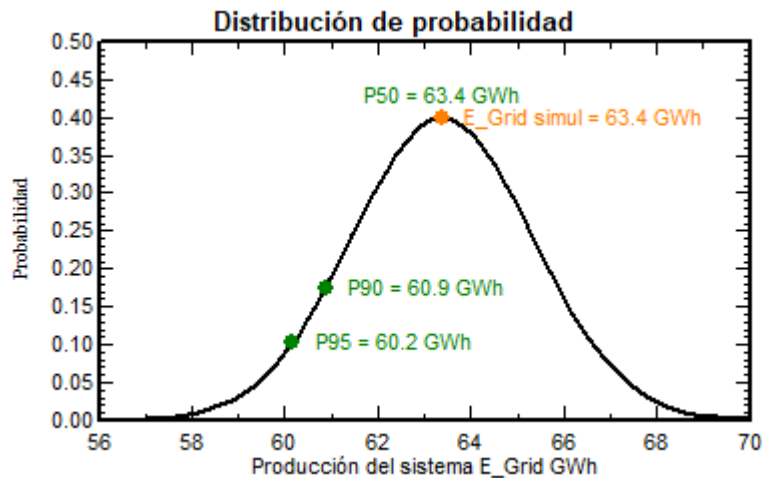


Figura 3: Distribución de probabilidad de producción de planta.

Obtenemos una producción P50 de 63,4 GWh a lo que incluiremos el estudio de aumento de producción mediante módulos bifaciales y backtracking.

2.2 Estudio de aumento de producción de módulos Bifaciales

Los módulos bifaciales son paneles fotovoltaicos que aprovechan de dos formas la radiación solar. La primera es la radiación directa, es decir, la que proviene directamente del propio sol; la segunda es la indirecta o difusa, la cual proviene del reflejo de la radiación en los objetos del entorno del módulo. El incremento máximo teórico de

potencia generada por bifacialidad puede llegar hasta un 30%, aunque la ganancia en España está comprendida entre 2-10% dependiendo de las características del terreno.

Para poder estimar el aumento de producción con los módulos bifaciales, como PVSyst 7.1.0 no realiza simulaciones en 3D con paneles bifaciales, en el proyecto se realizan dos simulaciones con una aproximación de la planta en visualización 2D (para dar uso a la funcionalidad de PVSyst de cálculo de producción con módulos bifaciales), una con módulos bifaciales y otra con módulos monofaciales, manteniendo todas las demás características de la planta. Con este estudio se calcula el aumento de producción mediante el uso de módulos bifaciales en la implantación, con su ubicación y las características estimadas del terreno. Para el estudio se tendrá en consideración un terreno con un albedo de 0,26 correspondiente a un terreno mixto entre arenoso y de hierba baja.

Con la producción de ambas simulaciones se obtiene un coeficiente de aumento de producción del módulo bifacial frente al módulo monofacial, bajo las mismas condiciones, de un 4,4 %. Considerando la producción monofacial de:

$$P_{Monofacial} = 63.386 \text{ MWh}$$

La producción, considerando módulos bifaciales, será:

$$P_{Bifacial} = P_{Monofacial} \cdot (1 + 4,4\%)$$

Resultando en:

$$P_{Bifacial} = 66.174,984 \text{ MWh}$$

Con el uso de módulos bifaciales se estima un aumento de producción final de 2,78 GWh anuales.

2.3 Estudio de aumento de producción mediante aplicación de Backtracking

La aplicación del Backtracking es una técnica empleada en módulos instalados en estructuras con seguidor, la cual consiste en reducir la sombra proyectada entre los módulos de estructuras colindantes mediante la reducción del giro de estructuras, como se muestra en la ilustración inferior. Con esta técnica, se consigue aumentar a nivel global de la instalación, la radiación solar captada por los módulos.



Al igual que en el estudio de aumento de producción mediante tecnología bifacial, en el estudio de influencia del sistema Backtracking en la producción se realizarán dos

simulaciones del aumento de producción sin el sistema frente a uno con el sistema backtracking con el fin de estimar un aumento de producción en nuestro cálculo de producción en 3D. Teniendo en cuenta que ambas simulaciones se realizarán con módulos bifaciales, el aumento de producción anual es de 0,8% la producción anual final de la planta será:

$$P_{Final} = P_{Bifacial y Backtracking} = P_{Bifacial} * (1 + 0,8\%)$$

$$P_{Final} = 66.704,39 \text{ MWh}$$

Por lo tanto, con el uso de módulos bifaciales y backtracking se estima un aumento de producción final de 3,32 GWh anuales.

3. Cálculo de la temperatura del módulo

Para el dimensionamiento de los strings y los inversores es preciso conocer los datos meteorológicos locales, ya que la potencia, la tensión y la intensidad se verán afectados por temperatura de la célula. La información meteorológica se obtiene de la NASA POWER Database que, basándose en registros meteorológicos, ofrece datos horarios de temperatura con horizonte temporal de 20 años. Es una base de datos especialmente útil en casos similares al proyecto que se desarrolla, debido a la ausencia de estaciones meteorológicas cercanas al emplazamiento con registros meteorológicos históricos.

FUENTE METEOROLÓGICA	
Fuente	NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Hourly Data
Variable obtenida	T2M MERRA-2 Temperature at 2 Meters (C)
Resolución	Horaria
Latitud	39.98949
Longitud	-4.78583
Altitud	373,96 m
Fecha inicio de datos	08/03/2002
Fecha fin de datos	08/03/2022

Los datos de T2M, temperatura a 2 metros del suelo, se obtienen con resolución horaria por lo que es necesario realizar un filtrado de los datos. En este sentido, se analiza la temperatura ambiente durante las horas de operación de la instalación siguiendo la simulación realizada en PVSyst, detectando los valores de temperatura máxima y mínima del emplazamiento en horas efectivas.

- Temperatura máxima: 40,55 °C
- Temperatura mínima: -7,07 °C

La temperatura del módulo depende principalmente de la temperatura ambiente y de la radiación recibida, siendo mayor cuanto mayor sea la temperatura ambiente y el nivel de radiación. La relación entre la temperatura ambiente, la radiación recibida y la temperatura del módulo se rige por la siguiente ecuación:

- Temperatura del módulo en °C:

$$T_{mód} = T_{amb} + \frac{NOCT - 20}{800} \cdot G$$

Siendo:

- T_{amb} la temperatura ambiente exterior en °C.
- 20 °C la temperatura de célula en condiciones nominales de funcionamiento NOTC.
- STC la temperatura en condiciones estándar de la célula.

- G la irradiancia solar en condiciones de cálculo, siendo las condiciones estándar STC 1000 W/m², una temperatura de célula de 25 °C y un valor espectral de 1,5 AM.

Mediante los datos obtenidos de la simulación en PVSyst se puede comprobar que las temperaturas máximas ocurren en momentos de máxima radiación, aproximadamente 1000 W/m², mientras que las temperaturas mínimas ocurren en las horas de amanecer y atardecer, con valores de radiación inferiores a los 300 W/m². Por ello, la temperatura máxima del módulo será calculada para condiciones de temperatura máxima ambiente y 1000 W/m² de radiación, mientras que la temperatura mínima del módulo será calculada para condiciones de temperatura mínima ambiente y 300 W/m² de radiación.

Mediante el cálculo anteriormente descrito se obtienen las temperaturas máximas y mínimas de célula para el proyecto.

TEMPERATURAS DE MÓDULO		
Temperatura máxima módulo (1000 W/m ²)	[°C]	66,80
Temperatura máxima ambiente	[°C]	40,55
Temperatura mínima módulo (300 W/m ²)	[°C]	0,81
Temperatura mínima ambiente	[°C]	-7,07

Tabla 1: Resultados cálculo temperatura del módulo.

4. Cálculo del generador – Strings

Se denomina string a la unidad formada por un número a determinar de módulos conectados en serie. Con ello se obtiene un rango de tensión de salida acorde a las necesidades del inversor y el circuito de distribución interna de la planta. Para el correcto dimensionamiento de los strings es necesario conocer los parámetros de funcionamiento del módulo y el inversor empleado:

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO		
Potencia unitaria	[W]	655
Tensión en punto de máxima potencia - VMPP	[V]	38,1
Corriente en el punto de máxima potencia - IMPP	[A]	17,20
Tensión en circuito abierto - VOC	[V]	45,20
Corriente de cortocircuito - ISC	[A]	18,43
Tensión máxima del sistema	[V]	1500
Coeficiente de temperatura de la potencia máxima	[%/°C]	-0,34
Coeficiente de temperatura de VOC	[%/°C]	-0,26
Coeficiente de temperatura de ISC	[%/°C]	0,05
Temperatura nominal de operación	[°C]	41

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR - INPUT		
Tensión máxima de entrada	[V]	1500
Intensidad máxima por MPPT	[A]	26
Intensidad máxima de cortocircuito por MPPT	[A]	40
Tensión de arranque	[V]	550
Tensión de funcionamiento MPPT	[V]	550 - 1500
Tensión nominal de entrada	[V]	1080
Nº de MPPT		9
Nº de entradas		18

Tabla 2: Características del módulo e inversor empleados.

El dimensionado del string se basa en el estudio de las tensiones e intensidades para las diferentes condiciones atmosféricas en las que operará la planta. Reflejado en los coeficientes de temperatura, los parámetros de producción del módulo solar fotovoltaicos se ven afectados por la temperatura de manera lineal. Los datos nominales del módulo se cumplen en condiciones STC, es decir, temperatura de módulo de 25 °C.

Teniendo en consideración lo expuesto, las ecuaciones que rigen el comportamiento térmico del módulo son las siguientes:

- Tensión del módulo en su punto de máxima potencia:

$$V_{MPP} = V_{MPP\ STC} \cdot [1 + \beta \cdot (T_{mód} - 25)]$$

- Intensidad del módulo su punto de máxima potencia:

$$I_{MPP} = I_{MPP\ STC} \cdot [1 + \alpha \cdot (T_{mód} - 25)]$$

- Tensión del módulo en circuito abierto

$$V_{OC} = V_{OC- STC} \cdot [1 + \beta \cdot (T_{mód} - 25)]$$

- Intensidad del módulo en circuito abierto

$$I_{SC} = I_{SC-STC} \cdot [1 + \alpha \cdot (T_{módulo} - 25)]$$

Siendo:

- $V_{MPP-STC}$: Tensión del módulo en el punto de máxima potencia en condiciones estándar.
- $I_{MPP-STC}$: Intensidad en el punto de máxima potencia en condiciones estándar.
- V_{OC-STC} : Tensión del módulo en circuito abierto en condiciones estándar.
- I_{SC-STC} : Intensidad del módulo en cortocircuito en condiciones estándar.
- β : Coeficiente que expresa la variación de la tensión en circuito abierto frente a un cambio de temperatura de célula con respecto a la temperatura STC, 25 °C. Se extrapola a su vez para la tensión en MPP.
- α : Coeficiente que expresa la variación de la intensidad de cortocircuito frente a un cambio de temperatura de célula con respecto a la temperatura STC, 25 °C. Se extrapola a su vez para la intensidad en MPP.

Las restricciones que debe cumplir el string vienen impuestas por las necesidades del sistema y el inversor, en este caso:

- La tensión máxima del sistema en cualquier condición no debe superar los 1500 V.
- La tensión en condiciones de operación normales debe ser superior a la tensión de arranque del inversor para cualquier condición de temperatura, en este caso 550 V.
- La intensidad del sistema en cualquier condición no debe superar la intensidad máxima admisible del inversor por input.

Se realiza el estudio de tensión máxima y mínima de los strings en función del número de módulos en serie que lo formen. Para ello se analizan cuatro casos discriminados en dos condiciones de operación:

❖ Condiciones de operación normal – Punto de máxima potencia

1. $V_{MPPT} T_{MAX}$: La tensión en el punto de máxima potencia MPP y temperatura máxima debe ser superior a la tensión de arranque del inversor.

2. $V_{MPPT} T_{MIN}$: La tensión en el punto de máxima potencia y temperatura mínima debe ser inferior a la tensión máxima admisible del inversor.

❖ Condiciones de máxima tensión – Circuito abierto

3. $V_{OC} T_{MIN} (I)$: La tensión del string en condiciones de temperatura mínima de módulo y circuito abierto, cuando la intensidad es de 0 A, debe ser inferior a la tensión máxima admisible del inversor.
4. $V_{OC} T_{MIN} (II)$: Siguiendo un criterio conservador, se calculará la tensión del string en circuito abierto suponiendo una temperatura de módulo de 0 °C, que debe ser inferior a la tensión máxima admisible del inversor.

Teniendo en consideración que la conexión serie mantiene la intensidad de sus elementos y suma sus tensiones se determina el número de módulos a conectar en serie en el denominado string.

4.1 Resultados del cálculo

A continuación, se muestran los resultados obtenidos para Carrero Solar:

ELECCIÓN MÓDULOS/STRING				
Ns	V MIN	V MAX	V MAX	V MAX
	V MPPT (T MAX)	V MPPT (T MIN)	V OC (T MIN I)	V OC (T MIN II)
1	33,96	40,58	48,04	48,14
...	...	...	...	...
5	169,80	202,88	240,22	240,69
6	203,76	243,46	288,26	288,83
7	237,72	284,04	336,30	336,97
8	271,67	324,61	384,35	385,10
9	305,63	365,19	432,39	433,24
10	339,59	405,77	480,43	481,38
11	373,55	446,34	528,48	529,52
12	407,51	486,92	576,52	577,66
13	441,47	527,49	624,56	625,79
14	475,43	568,07	672,61	673,93
15	509,39	608,65	720,65	722,07
16	543,35	649,22	768,69	770,21
17	577,31	689,80	816,74	818,35
18	611,27	730,38	864,78	866,48
19	645,23	770,95	912,82	914,62
20	679,19	811,53	960,87	962,76
21	713,15	852,11	1008,91	1010,90
22	747,10	892,68	1056,95	1059,04
23	781,06	933,26	1105,00	1107,17
24	815,02	973,84	1153,04	1155,31
25	848,98	1014,41	1201,08	1203,45
26	882,94	1054,99	1249,13	1251,59
27	916,90	1095,57	1297,17	1299,73
28	950,86	1136,14	1345,22	1347,86
29	984,82	1176,72	1393,26	1396,00
30	1018,78	1217,30	1441,30	1444,14
31	1052,74	1257,87	1489,35	1492,28
32	1086,70	1298,45	1537,39	1540,42
33	1120,66	1339,02	1585,43	1588,55
34	1154,62	1379,60	1633,48	1636,69
35	1188,58	1420,18	1681,52	1684,83
36	1222,53	1460,75	1729,56	1732,97
37	1256,49	1501,33	1777,61	1781,11
38	1290,45	1541,91	1825,65	1829,24
39	1324,41	1582,48	1873,69	1877,38
40	1358,37	1623,06	1921,74	1925,52

Tabla 3: Resultados número de módulos por string

Se puede comprobar que por encima de 25 módulos en serie se cumple la tensión de arranque mínima requerida por el inversor mientras que el número máximo de módulos a conectar en serie es 31 por limitaciones en condiciones de circuito abierto y temperatura mínima (VOC T_{mín}).

Para el proyecto Carrero Solar, el tamaño de string empleado es de **31 módulos en serie**. De esta forma se garantiza el correcto funcionamiento de los strings y los inversores en su conjunto.

5. Cálculo del generador – Inversor

El número de strings que puede recoger cada inversor está definido en base a la limitación de intensidad admisible del propio inversor. Cada uno de los 12 trackers de punto de máxima potencia MPPT cuenta con 2 inputs y puede funcionar en condiciones de máxima producción hasta los 40 A por MPPT (60 A en condiciones de cortocircuito).

Cabe destacar que mientras que una sobretensión puede causar deterioros en el inversor, la conexión de un número superior de strings a los recomendables por intensidad límite supondrá el derating del sistema, ya que el inversor establecerá el punto de operación en un punto de menor intensidad alejándose del punto de máxima potencia.

De manera similar al dimensionamiento del string, se ha de considerar el caso más desfavorable, es decir las condiciones en las que se produzca la máxima intensidad por los string. Se han de considerar dos casos: intensidad en operación e intensidad de cortocircuito. En ambos se realizará la corrección por temperatura, cuyo caso más desfavorable será el de temperatura máxima.

- Intensidad del módulo su punto de máxima potencia

$$I_{MPP} = I_{MPP\ STC} \cdot [1 + \beta \cdot (T_{mód} - 25)]$$

- Intensidad del módulo en circuito abierto

$$I_{SC} = I_{SC\ -\ STC} \cdot [1 + \beta \cdot (T_{módulo} - 25)]$$

Siendo:

- $I_{MPP-STC}$: la intensidad en el punto de máxima potencia en condiciones estándar.
- I_{SC-STC} : la intensidad del módulo en cortocircuito en condiciones estándar.
- β : el coeficiente que expresa la variación de la intensidad de cortocircuito frente a un cambio de temperatura de célula con respecto a la temperatura STC, 25 °C.

Se extrapola a su vez para la intensidad en MPP.

Siendo la conexión en el inversor una conexión en paralelo, la tensión de operación es constante e independiente del número de strings conectados, mientras que la intensidad es directamente proporcional al número de strings. Se realiza el cálculo del número de strings máximos recomendables por MPPT para que los strings puedan operar en el punto de máxima potencia. Los resultados se pueden ver en las tablas mostradas a continuación:

PARÁMETROS INVERSOR		
I MPP admisible/MPPT	[A]	40,00
I SC admisible/MPPT	[A]	60,00
PARÁMETROS STRING		
Intensidad MPPT - STC	[A]	17,20
Intensidad en cortocircuito - STC	[A]	18,43
α (I SC)	[%/K]	0,05%

Tabla 4: Características inversor y string utilizados.

Número de strings/MPPT	IMPP T _{máx}	ISC T _{máx}
1	17,56	18,82
2	35,12	37,63
3	52,68	56,45
4	70,24	75,26
5	87,80	94,08

Tabla 5: Resultados número strings máximos por MPPT.

Se observa que la limitación viene impuesta por la intensidad en el punto de máxima potencia a máxima temperatura de célula, para cuyo caso se limita el número de strings por MPPT a dos.

Teniendo en cuenta que se dispone de dos entradas por MPPT (Maximum Power Point Tracker), es decir, 24 en total, y en base al análisis realizado, se recomienda un máximo de 24 strings por inversor para cuyo caso no habrá derating por sobreintensidades.

Teniendo en cuenta los 1.542 strings con los que cuenta la instalación, el número mínimo de inversores a instalar es de $1.542 / 24 = 65$ inversores. No obstante, partiendo de la limitación anterior, el dimensionamiento del campo de inversores se ha de basar en dos criterios:

- **Garantía económica y “potencia instalada”:** La garantía económica depositada de 40 k€/kW debe cubrir la potencia instalada, que según lo dispuesto en el RD 1955/2000 y el RD 23/2020 queda definida como la menor entre la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación y la potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación. En este caso, la potencia instalada está determinada por el número de inversores que configuran la instalación.
- **Cumplimiento del código de red:** En apartados posteriores se detalla el método de cálculo por el cual se determina el número de inversores necesarios para cumplir el código de red según lo dispuesto en el Reglamento UE 631-2016.

5.1 Conclusión

Como resultado del cálculo anteriormente descrito, se obtiene un total de 86 inversores a cada uno de los cuales se conectarán entre 10 y 20 strings por inversor hasta recoger los 1.542 strings que componen la planta. Como demuestra el cálculo realizado, el inversor puede recoger 20 strings sin comprometer su normal funcionamiento, al estar lejos de su límite técnico impuesto por la intensidad admisible en carga de 24 strings.

La distribución de inversores y strings en cada uno de los recintos de la instalación se detalla a continuación:

CT	INVERSOR	NÚMERO DE RECINTO
Transformador 1	Inversor 1-1	1
	Inversor 1-2	1
	Inversor 1-3	1
	Inversor 1-4	1
	Inversor 1-5	1
	Inversor 1-6	1
Transformador 2	Inversor 2-1	2
	Inversor 2-2	2
	Inversor 2-3	2
	Inversor 2-4	2
	Inversor 2-5	2
	Inversor 2-6	2
	Inversor 2-7	2
	Inversor 2-8	2
	Inversor 2-9	2
	Inversor 2-10	2
	Inversor 2-11	2
	Inversor 2-12	2
	Inversor 2-13	2
	Inversor 2-14	2
	Inversor 2-15	2
	Inversor 2-16	2
	Inversor 2-17	2
	Inversor 2-18	2
	Inversor 2-19	2
	Inversor 2-20	2
	Inversor 2-21	3
	Inversor 2-22	3
	Inversor 2-23	3
	Inversor 2-24	3
	Inversor 2-25	3
	Inversor 2-26	3
Transformador 3	Inversor 3-1	3
	Inversor 3-2	3

CT	INVERSOR	NÚMERO DE RECINTO
	Inversor 3-3	3
	Inversor 3-4	3
	Inversor 3-5	3
	Inversor 3-6	3
	Inversor 3-7	3
	Inversor 3-8	3
	Inversor 3-9	3
	Inversor 3-10	3
	Inversor 3-11	3
	Inversor 3-12	3
	Inversor 3-13	3
	Inversor 3-14	3
	Inversor 3-15	3
	Inversor 3-16	3
	Inversor 3-17	3
	Inversor 3-18	3
	Inversor 3-19	3
	Inversor 3-20	3
	Inversor 3-21	3
	Inversor 3-22	3
	Inversor 3-23	3
	Inversor 3-24	3
	Inversor 3-25	3
	Inversor 3-26	3
	Inversor 3-27	3
	Inversor 3-28	3
Transformador 4	Inversor 4-1	3
	Inversor 4-2	3
	Inversor 4-3	3
	Inversor 4-4	3
	Inversor 4-5	3
	Inversor 4-6	3
	Inversor 4-7	3
	Inversor 4-8	3
	Inversor 4-9	3
	Inversor 4-10	3
	Inversor 4-11	3
	Inversor 4-12	3
	Inversor 4-13	3
	Inversor 4-14	3
	Inversor 4-15	3
	Inversor 4-16	3
	Inversor 4-17	3

CT	INVERSOR	NÚMERO DE RECINTO
	Inversor 4-18	3
	Inversor 4-19	3
	Inversor 4-20	3
	Inversor 4-21	3
	Inversor 4-22	3
	Inversor 4-23	3
	Inversor 4-24	3
	Inversor 4-25	3
	Inversor 4-26	3

Tabla 6: Resultados finales dimensionamiento PSFV.

A continuación, se hace un resumen de la distribución de potencia instalada por recintos, tomando como potencia pico la multiplicación del número de strings por el número de módulos por string y la potencia de los módulos, y la potencia nominal como la multiplicación del número de inversores por 352 [kVA @30 °C].

Recinto	Número de strings	Potencia pico [MWp]	Número de inversores	Potencia nominal [MVAn]
1	90	1,82	6	2,112
2	358	7,27	26	9,152
3	1.094	22,21	53	18,656

Centro de transformación	Número de strings	Potencia pico [MWp]	Número de inversores	Potencia nominal [MVAn]
1	90	1,82	6	2,12
2	465	9,44	26	9,15
3	487	10,70	28	9,85
4	482	9,34	26	9,15

Tabla 7: Resumen dimensionamiento PSFV.

La información resumida en la tabla anterior corresponde a las agrupaciones representadas en los planos del proyecto.

6. Cumplimiento con el código de red

La instalación debe estar dimensionada de tal forma que se cumpla en lo dispuesto en la normativa vigente y descrita en la Norma Técnica de Supervisión (NTS de aquí en adelante) de la conformidad para módulos de generación de electricidad, MGE del Reglamento UE 2016/631:

- **Propuesta de P.O. 12.2.** para instalaciones de generación y de demanda. Requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad.
- **Reglamento (UE) 2016/631** de la Comisión de 14 de abril de 2016 que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red.

Conforme a la NTS se establecen cuatro tipos de MGE, quedando la instalación clasificada como **Tipo D**:

- Tipo A: Tensión de conexión inferior a 110 kV y capacidad máxima entre 0,8 kW y 100 kW.
- Tipo B: Tensión de conexión inferior a 110 kV y capacidad máxima entre 100 kW y 5 MW.
- Tipo C: Tensión de conexión inferior a 110 kV y capacidad máxima entre 5 MW y 100 MW.
- **Tipo D: Tensión de conexión igual o superior a 110 kV o capacidad máxima superior a 50 MW.**

A su vez, los MGE se dividen en módulos de generación de electricidad síncronos, MGES, y módulos de parque eléctrico, MPE, a los cuales la instalación objeto del presente proyecto pertenece.

La evaluación de la conformidad de los requisitos detallados en la normativa se puede llevar a cabo mediante pruebas de conformidad, simulaciones de conformidad y certificados de equipo. Concretamente, uno de los requisitos fundamentales a la hora de diseñar el campo de inversores es el de capacidad de potencia reactiva, cuyo método de evaluación puede ser cualquiera de los anteriormente descritos.

El Reglamento UE 2016/631 en sus artículos 13, 14, 15, 16, 20, 21 y 22 establece los requisitos mínimos en cuanto a:

- Regulación y estabilidad de frecuencia
- Respuesta frente a huecos de tensión
- Regulación potencia-frecuencia
- Funcionamiento en isla
- Estabilidad de tensión

- Capacidad de potencia reactiva

Siendo todos ellos criterios a tener en cuenta a la hora de la elección de equipos y dimensionamiento, el requisito del que depende el dimensionamiento de inversores de manera directa y limitante es el de capacidad de potencia reactiva, descrito en el Reglamento UE y cuyas consideraciones se recogen en el apartado 5.7. de la NTS, Capacidad de potencia reactiva a la capacidad máxima y por debajo de la capacidad máxima.

6.1 Potencia en POI

La Tabla 8 establece el valor límite requerido en el punto de conexión a la red o “point of injection” POI, de la relación Q/PMAX, en cuyo caso más crítico asciende al valor de $\pm 0,3$. Por ello, **la instalación debe ser capaz e inyectar energía reactiva por valor del 30 % de la potencia nominal máxima.**

- $Q_{\text{REQUERIDA}} = P_{\text{POI}} \cdot 0,3$

A continuación, se recogen los datos de energía a inyectar en POI en las condiciones más críticas en cuanto a potencia reactiva se refiere.

ENERGÍA EN EL PUNTO DE CONEXIÓN (POI)		
Potencia nominal POI	[kW]	26.000
Potencia reactiva POI ($0,3 \cdot P$)	[kVar]	7.800
Potencia aparente en POI	[kVA]	27.145
Factor de potencia en POI	[-]	0,9578

Tabla 8: Energía a inyectar en la red de transporte.

6.2 Estimación de pérdidas

Conocida la potencia aparente necesaria en POI, es necesario estimar las pérdidas del sistema de cara al dimensionamiento de inversores. Entre la salida de los inversores y la inyección de energía en el punto de conexión se producen pérdidas, principalmente en los siguientes elementos:

- Cableado de corriente alterna y baja tensión
- Centros de transformación 30/0,8 kV
- Cableado de corriente alterna y alta tensión 30 kV

Las pérdidas de una instalación solar fotovoltaica y su infraestructura de evacuación se cuantifican modelando en su conjunto el sistema mediante el software DIGSILENT®.

Tras el modelado de numerosas instalaciones se concluye que, operando bajo el requerimiento de potencia reactiva máxima, las pérdidas en el sistema entre inversores y punto de conexión a red se sitúan entre el 10 % y el 12 %. Siendo mayores cuanto mayor sea el número de etapas de elevación.

Debido a posibles modificaciones que pudiera sufrir durante la tramitación la planta o su evacuación se opta por basarse en los números de referencia en lugar del modelado de la instalación. Teniendo en cuenta el elevado número de etapas de transformación, se fija el valor de sobredimensionamiento en el 12 %, para cumplir con la potencia reactiva a inyectar en el POI.

6.3 Dimensionamiento de inversores

En base a lo expuesto se calcula el número de inversores de 352 kVA @30 °C necesarios:

ENERGÍA EN EL PUNTO DE CONEXIÓN (POI)		
Potencia nominal POI	[kW]	26.000
Potencia reactiva POI (0,3 · P)	[kVAr]	7.800
Potencia aparente en POI	[kVA]	27.145
CONDICIONES DE CÁLCULO		
Temperatura de diseño	[°C]	30
Potencia del inversor a la temperatura de diseño	[kVA]	352
POTENCIA DE INVERSORES		
Factor de sobredimensionamiento	[%]	12,00 %
Potencia aparente necesaria en inversores	[MVA]	29.120
Número de inversores necesarios	-	82
Número de inversores empleados	[MVA]	86
Potencia de aparente final inversores	[MVA]	30.272

Tabla 9: Potencia necesaria en inversores.

La instalación contará con un total de 86 inversores Sungrow SG350HX cuyas características relevantes son:

DATOS GENERALES		
Fabricante		Sungrow
Modelo		SG350HX
Potencia nominal	[kVA]	352 @30 °C
OUTPUT		
Potencia	[kVA]	352 @30 °C
Configuración de salida		3W + PE
Tensión de salida	[V]	800
Intensidad nominal a 25 °C	[A]	134,9
Intensidad máxima	[A]	134,9
Frecuencia	[Hz]	50
Factor de potencia		0,8 LG - 0,8 LD

Tabla 10: Características inversor empleado.

La potencia de los inversores se verá limitada para cumplir en todo momento con la potencia concedida de 26 MW en POI. Las potencias reactivas de carácter inductivo o capacitivo se dan en mayor o menor medida dentro de la planta solar fotovoltaica debidas a los siguientes elementos:

- Subestaciones
- Centros de transformación 30/0,8 kV

- Transformadores de servicios auxiliares.
- Conductores de alta tensión 30 kV.
- Inversores.
- Batería de condensadores.

Teniendo en cuenta la potencia reactiva a compensar internamente, para suministrar la potencia activa requerida en el punto de conexión con un factor de potencia mínimo de 0,95, se calcula la potencia aparente sobredimensionada que debe generar la instalación para un factor de potencia inferior a este mínimo, fijado en este proyecto en un 12%:

$$S_{GENERACIÓN (FP 0,9)} = 26 MWn * (1 + 12\%) = 29.120 MWn$$

Mediante este sobredimensionamiento la planta consigue satisfacer las necesidades de la instalación solar fotovoltaica a la vez que cumple con los requisitos impuestos por el punto de acceso y conexión concedido sin necesidad de instalar condensadores y cumpliendo con los códigos de red.

7. Cálculo de cableado: Corriente Continua

A continuación, se refleja el método de cálculo de la sección de los conductores de cobre que transportan en corriente continua la energía desde cada uno de los 1.542 strings hasta su inversor correspondiente.

Siguiendo el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, REBT en su ITC-BT-19, a su vez se cumple con la normativa expuesta en la memoria del proyecto.

7.1 Condiciones de cálculo

7.1.1 Potencia, tensión e intensidad de transporte

Las condiciones de cálculo deben ser las condiciones de operación más desfavorables, alcanzadas en el punto de máxima potencia MPP. No se considera el caso de circuito abierto o cortocircuito ya que en el primer caso la intensidad es nula y por tanto no hay transferencia de energía y el segundo caso se produce en condiciones anómalas de funcionamiento en cuyo caso las protecciones eléctricas actuarían.

En base a la normativa aplicable, la intensidad de cálculo o debe ser inferior en ningún caso al 125% de la intensidad máxima del generador, tomándose en este caso las condiciones de generación en condiciones estándar.

Por ello las condiciones de cálculo son:

- Potencia de cálculo: P_{MPP}
- Tensión de cálculo: V_{MPP}
- Intensidad de cálculo: I_{MPP} , mayorada al 125% para el cálculo de intensidad admisible.

7.1.2 Método de instalación y agrupamiento

El método de instalación tiene un impacto en la intensidad admisible del conductor, que en corriente continua se debe a las pérdidas por temperatura que se obtienen en un circuito. La proximidad de conductores, que en definitiva son fuentes de calor, y su falta de refrigeración debido a una instalación bajo zanja condicionan la intensidad admisible del conductor, debiendo emplear factores de corrección sobre ellas.

El conductor de corriente continua y baja tensión que conecta eléctricamente cada string con su inversor correspondiente se encuentra con dos métodos de instalación diferentes:

- Instalación a la intemperie en su recorrido por el seguidor solar.
- Instalación bajo tubo enterrado en zanja en su recorrido desde la salida del seguidor solar hasta el inversor.

Se considera en este caso el caso más desfavorable: instalación bajo tubo en zanja subterránea. A su vez, se contempla el número de conductores a instalar en el tubo. En la siguiente tabla se puede observar el coeficiente de reducción que se debe aplicar a la intensidad admisible del conductor debido a la instalación de más de un conductor por tubo: ITC-BT-19 Tabla C.52.3 UNE-HD 60364-5-52.

Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores								
	1	2	3	4	6	9	12	16	20
Empotrados o embutidos	1,0	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4

Tabla 11: factores de corrección por nº de circuitos.

Adicionalmente se debe aplicar el siguiente factor de reducción por el número de capas en la zanja: ITC-BT-19 Factor de reducción adicional por número de capas.

Nº de capas	2	3	4 o 5	6 a 8	9 o más
Factor	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

Tabla 12: factores de corrección por agrupación de cableado.

7.1.3 Otros factores de corrección

- ❖ **Temperatura del terreno:** La temperatura ambiente impacta sobre la intensidad admisible del conductor enterrado. Se ha de aplicar el siguiente factor de corrección en base al tipo de aislamiento del conductor, de la Tabla A.52-D2 – UNE 20460-5-523:

Temperatura del terreno [°C]	Aislamiento	
	PVC	XLPE / EPR
10	1,16	1,11
15	1,11	1,08
20	1,06	10,15
25	1,00	1,00
30	0,95	0,97
35	0,88	0,93
40	0,81	0,86
45	0,75	0,83
50	0,66	0,79
55	0,58	0,74
60	0,47	0,68
65	-	0,62
70	-	0,55
75	-	0,48
80	-	0,39

Tabla 13: factores de corrección por temperatura del terreno.

- ❖ **Resistividad térmica del terreno:** La resistividad térmica del terreno será revelada en el estudio geotécnico previo a la construcción de la instalación. En el caso de detectar una resistividad térmica distinta a 2,5 K·m/W se ha de incorporar un factor de reducción a aplicar sobre la intensidad admisible del conductor según la tabla B.52.16 de la UNE-HD 60364-5-52:

R térmica [K·m/W]	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
En conductores enterrados	1,28	1,20	1,18	1,10	1,05	1,00	0,96
Enterrados directamente	1,88	1,62	1,50	1,28	1,12	1,00	0,90

Tabla 14: factores de corrección por resistividad del terreno.

7.2 Método de cálculo

La sección del conductor debe ser tal que se cumplan dos condiciones:

- La intensidad admisible del conductor para esa sección, minorada con los correspondientes factores de corrección debe ser mayor que la intensidad de transporte de cálculo, mayorada en un 125%.
- La caída de tensión que se produce en la longitud del conductor desde la salida del string hasta el inversor debe ser tal que las pérdidas de Joule sean menores al 0,5% en condiciones de máxima operación, en este caso V_{MPP} .

7.2.1 Criterio de intensidad admisible

De acuerdo con lo expuesto el criterio de intensidad admisible se formula de la siguiente manera:

$$I_{ADM} \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \geq I_{MPP} \cdot 1,25$$

Siendo:

- I_{ADM} : Intensidad admisible por el conductor empleado de acuerdo con su tipología y sección.
- F1: Coeficiente de reducción por método de instalación (número de conductores).
- F2: Coeficiente de reducción por método de instalación (número de capas).
- F3 Coeficiente de reducción por temperatura del terreno.
- F4: Coeficiente de reducción por resistividad térmica del terreno.
- I_{MPP} : Intensidad en el punto de máxima potencia del módulo solar fotovoltaico.

Las intensidades admisibles dependen del tipo de conductor y su sección. Dicho valor se obtiene de la ficha de características aportada por el fabricante, y la intensidad admisible expresada en la tabla C-52-bis – UNE-HD 60364-5-52 para el método de instalación y el conductor empleado, coincidiendo ambos valores para condiciones de método de instalación, temperatura y resistividad térmica iguales. En este caso se toman los valores expresados por la ITC-BT-19, calculados para conductores enterrados con una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W, con una temperatura del terreno de 25 °C:

Sección nominal [mm ²]	Intensidad admisible [A]
6	44
10	59
16	76
25	98

Tabla 15: intensidades nominales por sección de cable.

Debido a que la norma no considera secciones de 4 mm² ya que se acoge a lo dispuesto en la ITC BT 07, para dicho caso se tomará el valor aportado por el fabricante. La ITC-BT-07 establece que no se deben instalar conductores enterrados de sección menor de 6 mm², no obstante, la instrucción técnica de aplicación la ITC-BT-19, que a diferencia de la ITC BT 07 en cuanto a intensidades y coeficientes de reducción se refiere, sigue normas UNE actualizadas.

7.2.2 Criterio de caída de tensión

La caída de tensión, que debe ser tal que las pérdidas de Joule sean menores al 0,5% en condiciones de máxima operación, se calcula conociendo la longitud del tramo, la resistividad del cobre, la sección del conductor y la intensidad transportada:

$$\Delta V = 2 \cdot \rho_{Cu} \cdot I_{MPP} \cdot L \cdot S^{-1}, \text{ por lo que } S_{mínima} = 2 \cdot \rho_{Cu} \cdot I_{MPP} \cdot L \cdot \Delta V_{máxima}^{-1}$$

Siendo:

- ΔV : Caída de tensión en V.
- ρ_{Cu} : Resistividad del cobre, 0,0171 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.
- L: Longitud del circuito en m.
- S: Sección del conductor en mm².
- IMPP: Intensidad en el punto de máxima potencia del módulo en A.
- En este caso y en base a la ITC-BT-40 no se debe mayorar la intensidad al 125% por lo que la intensidad de cálculo para la caída de tensión es la intensidad nominal del módulo, IMPP.

7.3 Resultados

Como resultado del cálculo realizado se obtiene la sección necesaria para cumplir con los requisitos de intensidad admisible y caída de tensión. En la siguiente tabla se resumen el tipo de conductor a utilizar para la corriente continua de baja tensión de la planta y su longitud total:

CONDUCTOR	Longitud [m]
2x(1x6mm ²)	140.490,89
2x(1x10mm ²)	54.236,63
2x(1x16mm ²)	3.665,92

Tabla 16: resultados cálculo de cableado en corriente continua.

Anexo a este documento se encuentra la tabla que detalla longitud y sección por cada conexionado de string con su inversor correspondiente.

8. Cálculo de cableado: Corriente Alterna – Baja Tensión

A continuación, se refleja el método de cálculo de la sección de los conductores de aluminio que transportan en corriente alterna la energía desde cada uno de los 86 inversores su centro de transformación correspondiente.

Siguiendo el Reglamento Eléctrico de Baja Tensión, REBT, a su vez se cumple con la normativa expuesta en la memoria del proyecto.

8.1 Condiciones de cálculo

8.1.1 Potencia, tensión e intensidad de transporte

Las condiciones de cálculo deben ser las condiciones de operación más desfavorables, lo que se produce en condiciones de máxima producción. Teniendo en cuenta que los inversores tienen un ratio DC/AC mayor a la unidad, en condiciones de producción máxima la potencia en corriente continua disponible es superior a la potencia en corriente alterna que es capaz de evacuar el inversor. Por eso se puede garantizar que el inversor llegará a su punto de carga máximo, produciendo la máxima intensidad en corriente alterna técnicamente posible a un nivel de tensión de 800 V.

En base a la normativa aplicable, la intensidad de cálculo o debe ser inferior en ningún caso al 125% de la intensidad máxima del generador, tomándose en este caso las condiciones de generación en condiciones estándar.

Por ello las condiciones de cálculo son:

- Potencia de cálculo: $S_{MÁX} = 352 \text{ kVA @} 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Tensión de cálculo: $V_{MÁX} = 800 \text{ V}$.
- Intensidad de cálculo: $I_{MÁX}$ mayorada al 125% para el cálculo de intensidad admisible.

8.1.2 Método de instalación y agrupamiento

El método de instalación tiene un impacto en la intensidad admisible del conductor, que en corriente alterna se debe a las pérdidas por temperatura y a la inductancia mutua. La proximidad de conductores, que en definitiva son fuentes de calor, y su falta de refrigeración debido a una instalación bajo zanja condicionan la intensidad admisible del conductor, debiendo emplear factores de corrección sobre ellas. A su vez, como resultado de la inductancia de las líneas eléctricas, la proximidad de dos circuitos transportando corriente alterna tiene un efecto perjudicial debido al campo electromagnético generado. Por ello se aplican una serie de factores o coeficientes de reducción a la intensidad admisible del conductor.

El conductor de corriente alterna y baja tensión que conecta eléctricamente cada inversor con su centro de transformación se diseña siguiendo un único método de instalación, enterrado bajo tubo.

Se contempla el número de conductores a instalar en la zanja. En las siguientes tablas se puede observar los factores de reducción que afecta a la intensidad admisible del conductor debido al método de instalación y el número de circuitos en la misma zanja.

En la siguiente tabla se puede observar el coeficiente de reducción que se debe aplicar a la intensidad admisible del conductor debido a la instalación de más de un circuito por zanja: ITC-BT-19 Tabla B.52.18 UNE-HD 60364-5-52.

Nº de cables	Distancia entre conductos				
	Tubos en contacto	Un diámetro de cable	0,125	0,250	0,500
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,80
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

Tabla 17: factores de corrección por distancias entre cables.

Adicionalmente se debe aplicar el siguiente factor de reducción por el número de capas en la zanja: ITC-BT-19 Factor de reducción adicional por número de capas.

Nº de capas	2	3	4 o 5	6 a 8	9 o más
Factor	0,80	0,73	0,70	0,68	0,66

Tabla 18: factores de corrección por agrupación de cableado.

8.1.3 Otros factores de corrección

- ❖ **Temperatura del terreno:** La temperatura ambiente impacta sobre la intensidad admisible del conductor enterrado. Se ha de aplicar el siguiente factor de corrección en base al tipo de aislamiento del conductor, de la Tabla A.52-D2 – UNE 20460-5-523:

Temperatura del terreno [°C]	Aislamiento	
	PVC	XLPE / EPR
10	1,16	1,11
15	1,11	1,08
20	1,06	10,15
25	1,00	1,00
30	0,95	0,97
35	0,88	0,93
40	0,81	0,86
45	0,75	0,83
50	0,66	0,79
55	0,58	0,74
60	0,47	0,68
65	-	0,62

Temperatura del terreno [°C]	Aislamiento	
	PVC	XLPE / EPR
70	-	0,55
75	-	0,48
80	-	0,39

Tabla 19: factores de corrección por temperatura del terreno.

- ❖ **Resistividad térmica del terreno:** La resistividad térmica del terreno será revelada en el estudio geotécnico previo a la construcción de la instalación. En el caso de detectar una resistividad térmica distinta a 2,5 K·m/W se ha de incorporar un factor de reducción a aplicar sobre la intensidad admisible del conductor según la tabla B.52.16 de la UNE-HD 60364-5-52:

R térmica [K·m/W]	0,5	0,7	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
En conductores enterrados	1,28	1,20	1,18	1,10	1,05	1,00	0,96
Enterrados directamente	1,88	1,62	1,50	1,28	1,12	1,00	0,90

Tabla 20: factores de corrección por resistividad térmica del terreno.

8.2 Método de cálculo

La sección del conductor debe ser tal que se cumplan dos condiciones:

- La intensidad admisible del conductor para esa sección, minorada con los correspondientes factores de corrección debe ser mayor que la intensidad de transporte máxima, mayorada en un 125%.
- La caída de tensión que se produce en la longitud del conductor desde la salida del string hasta el inversor debe ser tal, que las pérdidas de Joule en el conductor sean menores o iguales al 1%, en condiciones de operación, en este caso 800 Vac y 134,9 A.
- El conductor debe ser capaz de soportar sin peligro las intensidades de cortocircuito que se puedan originar.

8.2.1 Criterio de intensidad admisible

De acuerdo con lo expuesto el criterio de intensidad admisible se formula de la siguiente manera:

$$I_{ADM} \cdot F1 \cdot F2 \cdot F3 \cdot F4 \geq I_{MÁX} \cdot 1,25$$

Siendo:

- I_{ADM} : Intensidad admisible por el conductor empleado de acuerdo con su tipología y sección.
- F1: Coeficiente de reducción por método de instalación (número de circuitos en horizontal).
- F2: Coeficiente de reducción por método de instalación (número de capas).
- F3: Coeficiente de reducción por temperatura del terreno.
- F4: Coeficiente de reducción por resistividad térmica del terreno.
- $I_{MÁX}$: Intensidad máxima de salida del inversor.

Las intensidades admisibles dependen del tipo de conductor y su sección. Dicho valor se obtiene de la ficha de características aportada por el fabricante, y la intensidad admisible expresada en la tabla C-52-bis – UNE-HD 60364-5-52 para el método de instalación y el conductor empleado, coincidiendo ambos valores para condiciones de método de instalación, temperatura y resistividad térmica iguales. En este caso se toman los valores expresados por la ITC BT 19, calculados para conductores enterrados con una resistividad térmica del terreno de 2,5 K·m/W, con una temperatura del terreno de 25 °C:

Sección nominal [mm ²]	Intensidad admisible [A]
70	132
95	157
120	178
150	201
185	226
240	261
300	295
400	-

Tabla 21: intensidades nominales por sección de conductor.

Debido a que la norma no indica la capacidad de transporte para secciones de 400 mm², en ese caso se tomará el valor aportado por el fabricante.

8.2.2 Criterio de intensidad de cortocircuito

El conductor debe ser capaz de soportar sin peligro las intensidades de cortocircuito que se puedan originar.

El valor límite de la corriente de cortocircuito para un conductor aislado se obtiene según la siguiente fórmula deducible de la UNE 21192 (IEC 949):

$$I/S = K/\sqrt{t}$$

Siendo:

- I: intensidad de cortocircuito en A.
- $K = 94$ (conductor de aluminio y aislamiento de XLPE) en $A \cdot s^{1/2} / mm^2$.
- S: sección del conductor en mm^2 .
- t: duración del cortocircuito en segundos (tiempos de duración entre 0,1 y 5 s).

Mediante esta información aportada por el fabricante del conductor empleado, Prysmian Group, podemos obtener valores de la densidad de cortocircuito I/S para diferentes valores de duración del mismo, que se aplican a cada caso multiplicando el valor de tabla por la sección de conductor.

Duración del cortocircuito [s]	0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Densidad de cortocircuito [A/mm ²]	297	210	172	133	94	77	66	59	54

Tabla 22: valores densidad de cortocircuito.

8.2.3 Criterio de caída de tensión

La caída de tensión en el conductor desde la salida del string hasta el inversor debe ser tal, que las pérdidas de Joule en el conductor sean menores o iguales al 1%, en condiciones de operación, en este caso 800 Vac y 134,9 A. Ello depende de la longitud del tramo, la intensidad de transporte y la resistencia del conductor.

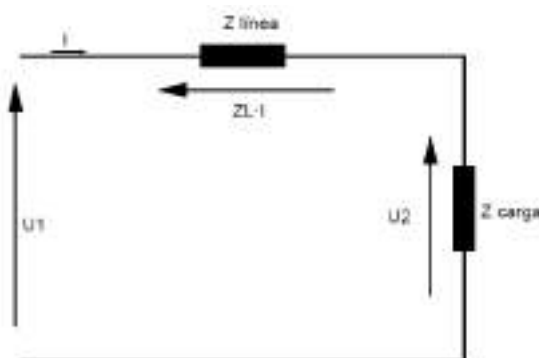


Figura 4: representación gráfica caída de tensión en cableado.:

Siguiendo el esquema genérico de una línea por la que circula una intensidad I y a cuya carga le llega una tensión U2, se puede definir la caída de tensión en la línea como $I \cdot Z_{LÍNEA}$, siendo $Z_{LÍNEA}$ la impedancia de la línea.

El diagrama fasorial de las caídas de tensión puede verse representado a continuación, en la Figura 5:

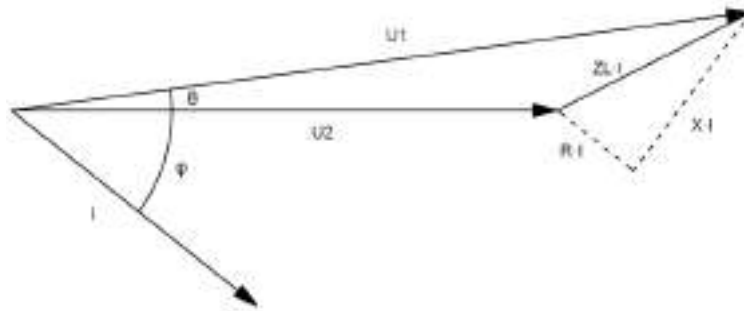


Figura 5: diagrama fasorial de las caídas de tensión en cableado.

Siendo el ángulo teta muy pequeño, al predominar la reactancia frente a la resistencia de la línea, se puede reducir la operación vectorial a su proyección horizontal, considerando $Z_{LÍNEA} \cdot I$ un vector horizontal. De esa reducción obtenemos el cálculo de la caída de tensión en una línea triásica:

$$\Delta V = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X \cdot \sin(\varphi))$$

Siendo:

- ΔV : Caída de tensión en V.
- L: Longitud del circuito en m.
- S: Sección del conductor en mm².
- I: Intensidad máxima de salida del inversor en A.
- En este caso y en base a la ITC-BT-40 no se debe mayorar la intensidad al 125% por lo que la intensidad de cálculo para la caída de tensión es la intensidad nominal del inversor, 134,9 A.
- R: Resistencia del conductor en Ω/m .
- X: Reactancia del conductor en Ω/m .
- $\cos(\varphi)$: Factor de potencia.

8.3 Resultados

Como resultado del cálculo realizado se obtiene la sección necesaria para cumplir con los requisitos de intensidad admisible y caída de tensión. En la siguiente tabla se resumen el tipo de conductor a utilizar para la corriente alterna de baja tensión de la planta y su longitud total:

CONDUCTOR	Longitud [m]
Aluminio 3x(2x185mm ²)	6.093,97
Aluminio 3x(2x300mm ²)	468,14
Aluminio 3x(2x240mm ²)	3.525,37
Aluminio 3x(3x240mm ²)	1.741,99

Anexo a este documento se encuentra la tabla que detalla longitud y sección por cada conexionado de inversor con su centro de transformación correspondiente.

9. Cálculo de cableado: Corriente alterna – Alta tensión

El objetivo de este objetivo es el dimensionamiento y cálculos de las líneas subterráneas de 30 kV que conectan eléctricamente los 4 centros de transformación con la subestación elevadora 220/30 kV, cumpliendo con la normativa expuesta en la memoria del proyecto.

9.1 Descripción de las líneas

La línea discurre por los términos municipales de Talavera de la Reina y Pepino, Toledo, provincia de la Comunidad de Castilla-La Mancha, y transcurre a través una zanja descrita posteriormente con los conductores enterrados en el terreno bajo tubo.

Las líneas tienen su origen en los centros de transformación 1 Y 3 hasta la SET 220/30 kV de la planta, donde continua el tramo exterior. En el listado siguiente se muestra el origen de cada línea de 30kV, desde su centro de transformación correspondiente, y la longitud de cada circuito:

Línea	Traza	Potencia (MVA)	Longitud cable (km)
L1	CT1 - CT2 – SET 220/30 kV	11,26	1,90
L2	CT3 - CT4 – SET 220/30 kV	19,00	1,23

Tabla 23: descripción de las líneas de evacuación en MT.

En la siguiente tabla se desglosa los circuitos en los diferentes tramos:

Línea	Tramo	Traza	Potencia (MVA)	Longitud cable (km)
L1	1	CT1 - CT2	2,112	0,503
L1	2	CT2 – SET 220/30 kV	11,264	1,404
L2	1	CT3 – CT4	9,856	0,761
L2	2	CT4 - SET 220/30 kV	19,008	0,467

Tabla 24: resumen líneas evacuación en MT.

9.2 Método de cálculo

Se dimensiona el cableado de corriente alterna de alta tensión mediante el criterio de máxima intensidad, siendo esta siempre inferior a la máxima del cableado y cumpliendo una caída de tensión menor al 5% en todos los casos. Se analiza el estudio mediante las secciones de cableado de Prysmian 18/30 kV Eprotenax H Compact cuyas características se describirán en los siguientes apartados. Para el cálculo de la máxima tensión admisible se toma la potencia mínima entre la suma de la potencia pico y la suma de los inversores por cada línea de 30 kV y el coeficiente máximo de agrupamiento en cada tramo del cableado. El cable se instalará enterrado en tubo y con una distancia entre líneas de 0,2 m.

9.3 Método de instalación y agrupamiento

Se determina el coeficiente de agrupamiento según la instalación de las líneas en la zanja y su distanciamiento, siguiendo la Tabla 10 de la Instrucción Técnica Complementaria ITC-LAT 06 denominada: Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares.

		Factor de corrección									
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos de 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	-	-	-	-	

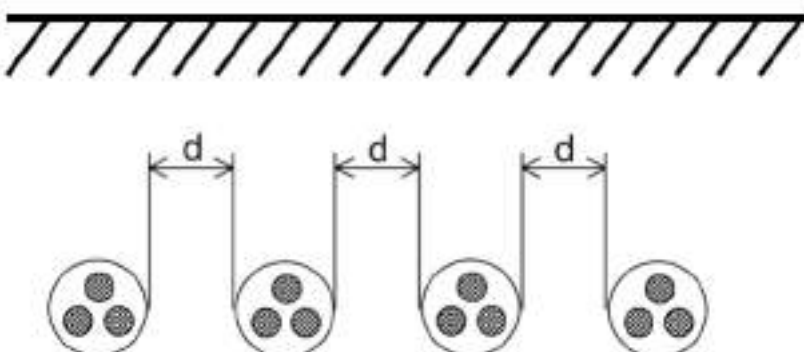


Figura 6: factores de corrección por distancia entre cableado.

9.4 Características de la línea

9.4.1 Características generales

Las líneas subterráneas objeto del presente apartado tienen como principales características las siguientes:

Sistema	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz).....	50
Tensión nominal (kV).....	30
Tensión más elevada de la red (kV)	36
Nº de circuitos.....	1
Nº de conductores por fase	1
Número de cables de fibra óptica	1
Tipo de cable de fibra óptica.....	OPSYCOM PKP

9.5 Características de los materiales

9.5.1 Cableado

Se trata de un cable de aluminio aislado con pantalla lámina de cobre, aislamiento HEPR y cubierta exterior de Poliolefina termoplástica, del fabricante Prysmian o similar.

LÍNEA 1 TRAMO 1:

Tipo.....	Cable Al Eprotenax H Compact 1x95/25
Material del Conductor.....	Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio
Aislamiento	Etileno propileno de alto gradiente (HEPR, 105°C)
Pantalla	Lámina metálica de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira
Cubierta exterior	Poliolefina termoplástica
Diámetro cable completo (mm)	34,4
Peso (daN/m)	1,33
Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	688
Radio mínimo de curvatura estático (mm)	516
Resistencia eléctrica en cc a 20°C (Ω /km).....	0,430
Inductancia eléctrica (mH/km).....	0,129
Capacidad (μ F/km)	0,204

LÍNEA 1 TRAMO 2, LÍNEA 2 TRAMO 1:

Tipo.....	Cable Al Eprotenax H Compact 1x150/25
Material del Conductor.....	Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio
Aislamiento	Etileno propileno de alto gradiente (HEPR, 105°C)
Pantalla	Lámina metálica de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira
Cubierta exterior	Poliolefina termoplástica
Diámetro cable completo (mm)	36,30

Peso (daN/m)	1,47
Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	726
Radio mínimo de curvatura estático (mm)	545
Resistencia eléctrica en cc a 20°C (Ω /km).....	0,206
Inductancia eléctrica (mH/km).....	0,611
Capacidad (μ F/km)	0,25

LÍNEA 2 TRAMO 2:

Tipo.....	Cable Al Eprotenax H Compact 1x400/25
Material del Conductor.....	Cuerda redonda compacta de hilos de aluminio
Aislamiento	Etileno propileno de alto gradiente (HEPR, 105°C)
Pantalla	Lámina metálica de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira
Cubierta exterior	Poliiolefina termoplástica
Diámetro cable completo (mm)	41,3
Peso (daN/m)	2,5
Radio mínimo de curvatura dinámico (mm)	914
Radio mínimo de curvatura estático (mm)	686
Resistencia eléctrica en cc a 20°C (Ω /km).....	0,008
Inductancia eléctrica (mH/km).....	0,102
Capacidad (μ F/km)	0,397

9.6 Caída de tensión

Para la caída de tensión se considera en las líneas el caso más desfavorable, considerado como el de máxima potencia en todos sus tramos. En cada línea se sumará la caída de tensión de cada tramo y las pérdidas para calcular el total por línea, siendo la máxima caída de tensión admisible un 5%. Se muestra las caídas de tensión y pérdidas en porcentaje para las diferentes líneas con un factor de potencia de 0,958.

A continuación se muestran los resultados de los cálculos realizados con la herramienta de software MATLAB:

LÍNEA 1

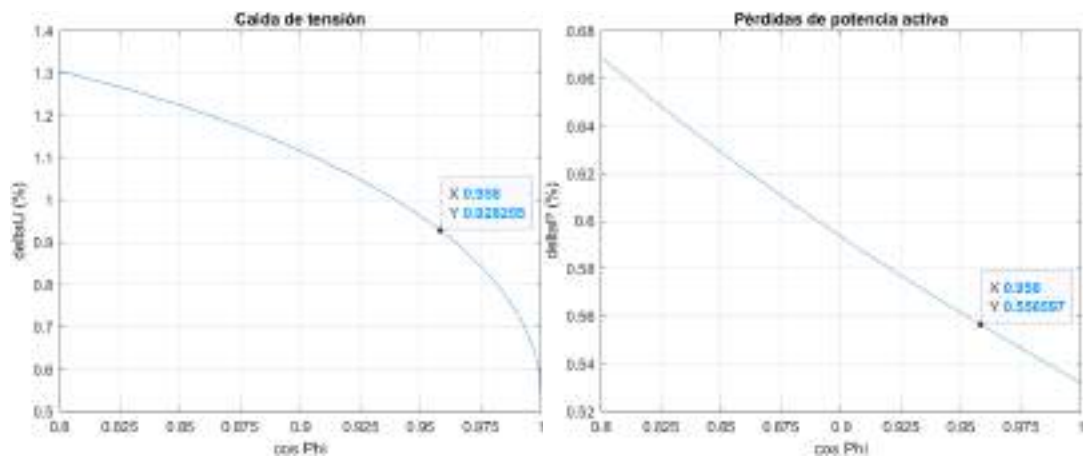
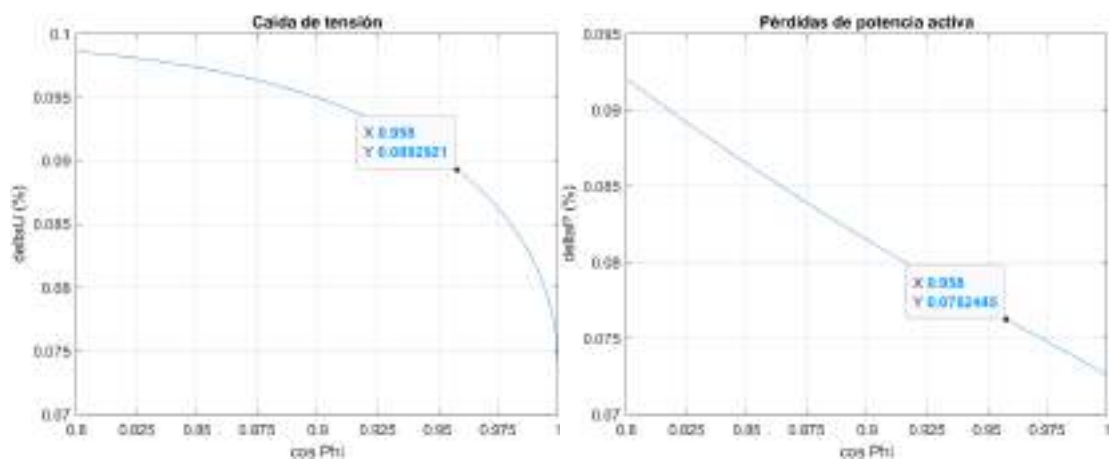


Figura 7: Resultados cálculo LMST BT Línea 1.

LÍNEA 2



Se comprueba que la caída de tensión no alcanza el 5% máximo en ninguna de las líneas.

9.7 Resultado

Siguiendo el método de cálculo definido y con las características del cableado obtenemos un determinado conductor por tramo como se muestra en la tabla resultado:

LÍNEA	TRAMO	LONGITUD [km]	POTENCIA [MVA]	CABLES POR ZANJA	COEF AGRUPAMIENTO	CONDUCTOR [mm ²]	INTENSIDAD MÁXIMA DE LA LÍNEA [A]	APROVECHAMIENTO
L1	T1	0,503	2,112	1	1	3x95	40,65	29,89%
L1	T2	1,404	11,264	1	1	3x150	216,78	85,01%
L2	T1	0,761	9,856	2	0,83	3x150	228,53	89,62%
L2	T2	0,467	19,008	2	0,83	3x400	440,73	97,94%

Tabla 25: Resultados Cálculo cableado CA AT.

Siendo la caída de tensión y pérdidas de potencia activa por cada línea:

LÍNEA	CAÍDA DE TENSIÓN	PÉRDIDAS DE POTENCIA ACTIVA
L1	0,92 %	0,55 %
L2	0,09 %	0,076 %

Tabla 26: Caída de tensión y pérdida de potencia para el cableado calculado.

10. Cálculo de cimentaciones

10.1 Método de cálculo

La cimentación de las estructuras se realizará preferiblemente mediante hincado directo al terreno sin aporte de material, pero si se hubiera de utilizar hormigón para realizar la cimentación, se debe verificar la comprobación al vuelco de la fórmula de Sulzberger con un coeficiente de seguridad mínimo de 1,5.

El momento de vuelco vendrá dado por la siguiente expresión:

$$M_v = F * \left(H_L + \frac{2}{3}h \right) = F * H - \frac{1}{3}h$$

Donde:

- M_v es el momento de vuelco (daN x m)
- F es el esfuerzo nominal de la estructura (daN)
- H_L es la altura libre de la estructura (m)
- H es la Altura de la estructura (m)
- h es la profundidad del macizo de hormigón(m)

El momento estabilizador se calcula con la siguiente expresión:

$$M_e = 139 * K * a * h^4 + P * a \left[0,5 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{P}{2 * a^3 * k * h * 10^4}} \right]$$

Debiendo cumplirse que:

$$M_e = \frac{b * h^4}{36} * C_t * tg\alpha + P * a \left[0,5 - \frac{2}{3} * \sqrt{\frac{P}{2 * a^3 * C_t * tg\alpha}} \right]$$

$$C_s = \frac{M_e}{M_v} \geq 1,5$$

Siendo:

- M_e = Momento del fallo al vuelco o momento estabilizador (daN x m)
- C_s = Coeficiente de seguridad reglamentario
- $a = b$ = Anchura del macizo (supuesto cuadrado) (m)
- h = Profundidad del macizo (m)

- k = Coeficiente de compresibilidad del terreno a la profundidad de 2 m ($\text{kg/cm}^2 \times \text{cm}$)
- P = Peso del conjunto de la cimentación (daN)

Con los siguientes coeficientes de compresibilidad del terreno.

Terreno	k ($\text{kg/cm} \times \text{cm}^2$)
Arcilla húmeda	3 a 6
Arcilla seca	7 a 8
Tierras sueltas	9 a 10
Tierras compactas	11 a 12
Grava gruesa con arena	13 a 15
Grava gruesa	16 a 18
Roca blanda	19 a 20

Tabla 27: Coeficientes compresibilidad del terreno.

11. Cálculo de puestas a tierra

El sistema de puesta a tierra garantiza la limitación de potencial de aquellos materiales consideradas masas, a la vez que garantiza el correcto funcionamiento de las protecciones eléctricas y constituyen la evacuación de la energía transmitida por los rayos. Se ha de destacar su papel en la seguridad de las personas que transiten las instalaciones, por lo que en todo lugar y momento el sistema de puesta a tierra estará diseñado para tal fin. Por lo tanto, tendrá como funciones principales:

- Forzar la derivación al terreno de las corrientes de cualquier naturaleza que se puedan originar, proporcionando un circuito de baja impedancia, que será capaz de proteger no solo a la instalación sino a aquellas personas que puedan estar transitando por las instalaciones.
- Establecer un potencial de referencia permanente evitando diferencias de potencial entre diferentes puntos por la circulación de dichas corrientes.

Los sistemas de puesta a tierra podrán y deberán ser adaptados una vez se disponga de un estudio geotécnico del terreno previo a la construcción, ya que, como puede ser observado en la siguiente tabla, la resistividad del terreno dependerá de la naturaleza del mismo:

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ohmios x metro
Terrenos pantanosos	Hasta 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 arcillosa	50 a 500
Arena silicea	200 a 3.000
Suelo pedregoso o cubierto de césped	300 a 500
Calizas	100 a 5.000
Pizarras	50 a 300
Granitos y gres alterados	1.500 a 10.000
Hormigón	2.000 a 3.000
Basalto o grava	3.000 a 5.000

Tabla 28: resistividad según la naturaleza del terreno.

Se conectarán al sistema de puesta a tierra las partes metálicas que no estén en tensión normalmente pero que puedan estarlo mediante un fallo en la planta, siendo estos elementos estructuras, módulos, inversores, centros de transformación, vallado, el edificio de control etc...

Para el cálculo de la puesta a tierra del centro de transformación se seguirá el “Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para Centros de Transformación

conectados a Redes de Tercera categoría”, editado por UNESA (Unidad Eléctrica, S.A.), el cual consiste en:

- Obtener el valor límite de la resistencia de puesta a tierra R de protección.
- Investigar las características del terreno.
- Investigar las corrientes máximas a tierra, y el tiempo máximo de eliminación del defecto.
- Definir la configuración geométrica del electrodo de puesta a tierra.
- Cálculo de la resistencia de puesta a tierra y de las tensiones de paso y contacto.
- Comprobar el cumplimiento de condiciones de los valores de tensión de paso y contacto.

11.1 Campo fotovoltaico

Los seguidores solares se conectarán entre ellos mediante latiguillos de conexión a tierra para garantizar la equipotencialidad de los mismos. A su vez, los seguidores se unen a la malla de tierra para garantizar el potencial cero. El posible aislamiento que presentan ciertas partes del seguidor podrá ser solventado mediante latiguillos con el fin de formar una malla equipotencial única. Este adicional se estudiará y evaluará en fases posteriores. Siempre que sea posible, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La sección de conductor de protección y las características propias del sistema de puesta a tierra deben ir acorde a los reglamentos locales, en su defecto, de la normativa internacional.
- Los conductores de tierra deben colocarse al punto de puesta a tierra de la instalación, el cual estará conectado al electrodo de puesta a tierra.
- El conductor de tierra debe estar conectado en algún punto a la estructura de soporte de los módulos.
- Se recomienda que el conductor de tierra no se atornille directamente al marco, sino hacerlo por medio de terminales auxiliares para que al quitar un módulo (por motivos de avería), no se interrumpa la continuidad eléctrica de la conexión a tierra del resto de módulos.

En nuestro caso, la malla de puesta a tierra de los seguidores solares estará compuesta por un conductor de cobre con una sección no inferior a 35 mm².

En la siguiente figura se puede observar un esquema básico de puesta a tierra la cual será realizada siempre que sea posible.

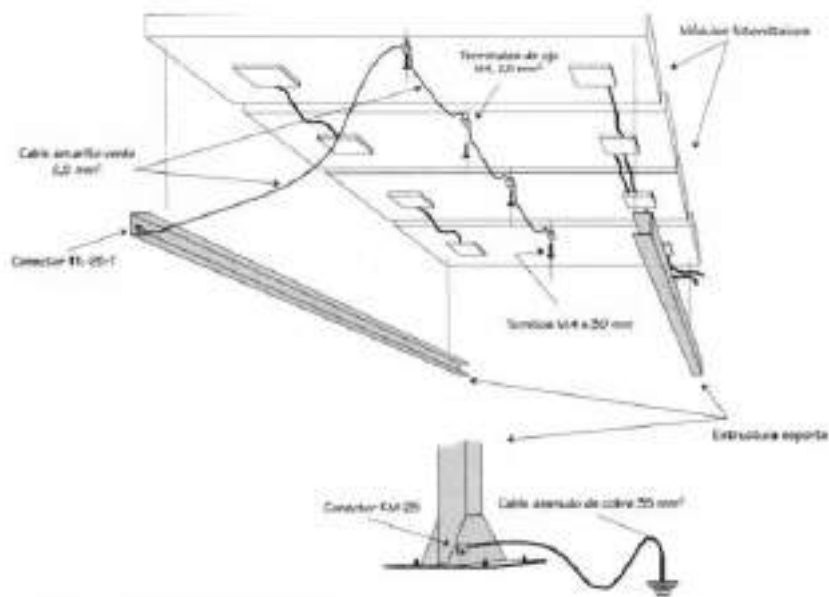


Figura 8: Representación gráfica puesta a tierra de equipos.

11.2 Inversores

Los inversores de string disponen de una conexión a un sistema de tierra compuesto por una pica hincada cuya longitud está determinada por las características eléctricas de la ubicación en la que se encuentra cada uno de los 263 inversores distribuidos por la instalación. Para la correcta realización de la puesta a tierra, se empleará, siempre que sea posible, conductores de hilo fino prensado con terminal, yendo el calibre del conductor de acuerdo con la normativa local y recomendación por la potencia del inversor en cuestión.

Dicha conexión a tierra será acorde con la indicada por el fabricante del inversor en la ficha técnica del mismo.

11.3 Centros de transformación

Cada uno de los 4 centros de transformación de los que dispone la instalación estará conectado a su sistema de puesta a tierra.

Dicho sistema de puesta a tierra está compuesto por un número entre 8 y 10 picas hincadas conectadas entre sí por el anillo de distribución.

El anillo de distribución, así como su conexión con el centro de transformación se realiza mediante conductores de cobre de sección no inferior a 50 mm².

11.4 CCTV y vallado

De forma perimetral en cada uno de los 3 recintos con vallado independiente de los que dispone la instalación se considera un conductor de puesta a tierra para la puesta a tierra del sistema CCTV.

11.5 Pararrayos y estación meteorológica

Los pararrayos se ubicarán en cada uno de los centros de transformación de la planta y en el edificio de operación y mantenimiento. Los pararrayos se conectarán con un conductor de puesta a tierra a la red de puesta a tierra.

La estación meteorológica se conectará a la red de puesta a tierra. Dicha conexión a tierra será acorde con la indicada por el fabricante la estación en la ficha técnica del mismo.

12. Pararrayos

El sistema de captación tendrá como objetivo principal interceptar la descarga eléctrica atmosférica para conducirla a tierra. La normativa de aplicación para el diseño de sistemas de protección contra el rayo es la siguiente:

- CTE DB SUA 8
- Pararrayos con dispositivo de cebado: UNE 21186. “Protección contra el rayo: Pararrayos con dispositivo de cebado”.
- Protección mediante mallas y puntas: Serie IEC 62305, UNE-EN 62305: “Protección contra el rayo”.
- Componentes de una instalación de protección contra el rayo: Serie IEC 61561, UNE-EN 62561 (antigua UNE-EN 50164): “Componentes de protección contra el rayo”.

12.1 Método de cálculo

Para el cálculo de la necesidad de instalación de un pararrayos se utilizarán las condiciones establecidas en el DB-SUA 8 del CTE, que establece que será necesaria la instalación de un pararrayos cuando la frecuencia de impactos esperada N_e sea superior a la admisible N_a y cuando la altura del edificio sea superior a 43 metros.

Determinación de la frecuencia esperada de impactos N_e :

$$N_e = N_g \times A_e \times C_1 \times 10^{-6} \text{ (nº Impactos / año)}$$

Siendo:

- N_g es la densidad de impactos (nº impactos/año, km^2) que será calculada mediante la utilización de un mapa de nivel isoceuránico o en su defecto usando datos estadísticos.
- A_e es la superficie de captura equivalente del edificio aislado en m^2 , que es la delimitada por una línea trazada a una distancia $3H$ de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado.
- C_1 es el coeficiente relacionado con el entorno, según la siguiente tabla:

Tabla 1.1 Coeficiente C_1

Situación del edificio	C_1
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

Tabla 29: determinación coeficiente C_1 .

- Determinación del riesgo admisible N_a

$$N_a = \frac{5,5 \times 10^{-3}}{C_2 \times C_3 \times C_4 \times C_5}$$

- Donde los coeficientes son obtenidos en la siguiente tabla:

Tabla 1.2 Coeficiente C_2

	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C_3

Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C_4

Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública, Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C_5

Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tabla 30: determinación resto de coeficientes.

- Determinación del nivel de protección de la instalación

Los tipos de pararrayos se definen según su nivel de protección, valor que se obtienen en función de la eficacia E que se determina según la expresión:

$$E = 1 - \frac{N_a}{N_e}$$

Eficiencia requerida	Nivel de protección
$E \geq 0,98$	1
$0,95 \leq E < 0,98$	2
$0,80 \leq E < 0,95$	3
$0 \leq E < 0,8$	4

Tabla 31: nivel de protección requerido según nivel de eficacia.

12.2 Toma de tierra del pararrayos

La toma de tierra del pararrayos estará aislada de cualquier otro elemento metálico y deberá tener una resistencia de 10 ohmios como máximo, según lo establecido por la UNE21186, para lo que en cada bajante específica se realizará una toma de tierra compuesta por un conjunto de 3 electrodos de acero cobrizado de 2 metros de longitud, los cuales una vez hincados en el terreno se unirán en sí con la pletina. Cada toma de tierra será provista de una arqueta de registro y puente de comprobación al objeto de poder realizar posteriores mediciones. Las bajantes se unirán a la toma de tierra general mediante una vía de chispas de aislamiento.

Cada uno de los 4 centros de transformación dispone de un pararrayos que deberá ser definido previo a la construcción y en base al resultado del estudio geotécnico.

13. Cálculos electromagnéticos

En el diseño de la instalación de alta tensión se tendrán en cuenta las emisiones no ionizantes generadas por la circulación de corriente alterna en los diversos equipos de la instalación. Dada la naturaleza de los cables empleados en la instalación, el apantallamiento de éstos impide las emisiones de campo eléctrico más allá de la pantalla de los mismo. Por ello se detallarán únicamente los cálculos de campos magnéticos.

13.1 Normativa

Se toman como valores de referencia los establecidos en el R.D. 1066/2001 y la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999, que fija un límite de 100 μT .

Habitualmente, también como normativa de referencia se recurre al documento emitido por el organismo europeo ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) bajo el nombre de “ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1Hz-100kHz)”, publicado en Health Physics 99(6):818-836;2010.

13.2 Límites admisibles

Se tomará por tanto un límite de 0,10 mT siguiendo el R.D. 1066/2001 y la Recomendación del Consejo de la Unión Europea de 12 de julio de 1999.

Para el caso de las recomendaciones de la ICNIRP, e considerarán los límites establecidos en la Tabla 4 sobre exposición a campos electromagnéticos variables en el tiempo en zonas de acceso público. La naturaleza de los campos magnéticos de la instalación hace que sólo sea necesario estudiar el caso de radiación a 50 Hz para el que el límite de las directivas de la ICNIRP es de un flujo magnético medio B de valor máximo 0,2 mT.

Table 4. Reference levels for general public exposure to time-varying electric and magnetic fields (unperturbed rms values).

Frequency range	E-field strength E (kV m^{-1})	Magnetic field strength H (A m^{-1})	Magnetic flux density B (T)
1 Hz–8 Hz	5	$3,2 \times 10^5/f$	$4 \times 10^{-5}f$
8 Hz–25 Hz	5	$4 \times 10^5/f$	$5 \times 10^{-5}f$
25 Hz–50 Hz	5	$1,6 \times 10^5$	2×10^{-4}
50 Hz–400 Hz	$2,5 \times 10^2/f$	$1,6 \times 10^5$	2×10^{-4}
400 Hz–3 kHz	$2,5 \times 10^2/f$	$6,4 \times 10^4/f$	$8 \times 10^{-5}f$
3 kHz–10 MHz	$8,3 \times 10^{-2}$	21	$2,7 \times 10^{-5}$

Notes:

- f in Hz.
- See separate sections below for advice on non sinusoidal and multiple frequency exposure.
- In the frequency range above 100 kHz, RF specific reference levels need to be considered additionally.

Tabla 32: niveles de referencia radiación magnética y eléctrica.

13.3 Cálculo

En este apartado se detallan las distancias a partir de las cuales se cumplen los límites de flujo magnético expuestos en el apartado anterior.

13.3.1 Consideraciones de cálculo

Se considerarán como elementos más susceptibles de generar radiación magnética aquellos elementos que trabajando en corriente alterna transporten una mayor cantidad de amperios. Para este proyecto se consideran como elementos donde el flujo magnético puede ser más desfavorable los siguientes elementos:

- Los conductores de las líneas de evacuación de la planta.
- Los arrollamientos de baja tensión de los transformadores de la planta.

En la instalación hay varias zonas donde se concentran dichos elementos y distan lo suficiente las unas de las otras para estudiarlas de forma individual.

El flujo magnético B se calculará siguiendo la expresión de Biot-Savart para el flujo provocado por una corriente rectilínea.

$$B = \frac{\mu_0 \cdot I}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

Siendo:

- B= Densidad de flujo magnético a la distancia r de cálculo en T.
- μ_0 = Permeabilidad magnética del vacío, $4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}$ H/m.
- I= Corriente eléctrica generadora de campo en A.
- r= distancia desde donde circula la corriente al punto x en m.

13.3.2 Resultados

Las distancias que hay que guardar según los diferentes límites explicados en apartados anteriores para cada elemento se detallan en las siguientes tablas:

Bornes de baja tensión del transformador de los centros de transformación 30/0,8 kV. Se realiza el cálculo para el caso de tensión secundaria ya que la intensidad, causante del campo magnético, es mayor, y para la potencia del centro de transformación. Se siguen por tanto criterios conservadores, ya que la potencia inyectada al centro de transformación nunca llegará al límite del mismo.

TRANSFORMADOR 1		
Potencia de cálculo	8960	kVA
Tensión de cálculo	800	V
Intensidad de cálculo	6466,32	A
Xcc dispoersión (Pcc)	10%	

Valor límite CEM	200	μT
Distancia límite	0,647	m

Valor límite CEM	100	μT
Distancia límite	1,293	m

Valor límite CEM	0,4	μT
Distancia límite	323,316	m

Tabla 33: Cálculos electromagnéticos transformador tipo 1.

TRANSFORMADOR 2		
Potencia de cálculo	3150	kVA
Tensión de cálculo	800	V
Intensidad de cálculo	2273,32	A
Xcc dispoersión (Pcc)	10%	

Valor límite CEM	200	μT
Distancia límite	0,227	m

Valor límite CEM	100	μT
Distancia límite	0,455	m

Valor límite CEM	0,4	μT
Distancia límite	113,666	m

Tabla 34: Cálculos electromagnéticos transformador tipo 2.

Conductores de conexión de los inversores con los centros de transformación 30/0,8 kV.

LÍNEA CAA BT		
Potencia de cálculo	8690	kVA

Tensión de cálculo	30000	V
Intensidad de cálculo	167,24	A

Valor límite CEM	200	μT
Distancia límite	0,167	m

Valor límite CEM	100	μT
Distancia límite	0,334	m

Valor límite CEM	0,4	μT
Distancia límite	83,620	m

Tabla 35: Cálculos electromagnéticos Línea CAA BT.

14. Conclusiones

Con todo lo expuesto en los cálculos justificativos y junto con los planos y documentos adjuntos al proyecto, se consideran suficientemente justificados los cálculos realizados en las instalaciones del proyecto Carrero Solar.

Dichos cálculos podrán ser utilizados para la tramitación del Procedimiento Integrado para la obtención de la Autorización Administrativa de Construcción al Ministerio de Transición Ecológica y el Reto Demográfico, Dirección General de Política Energética y Minas, una vez se ha obtenido el acceso a la red de transporte por parte de REE.

14.2 Estudio de Producción PVsyst

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: CARRERO

Variant: Nueva variante de simulación

Tracking system

System power: 31.31 MWp

Talavera de la Reina - Spain



Project: CARRERO

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.1

Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

Project summary

Geographical Site

Talavera de la Reina
Spain

Situation

Latitude 39.99 °N
Longitude -4.78 °W
Altitude 372 m
Time zone UTC+1

Project settings

Albedo 0.20

Meteo data

Talavera de la Reina
Meteonorm 7.3 (1995-2010), Sat=100% - Sintético

System summary

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, tilted axis

Avg axis tilt 0.1 °

Avg axis azim. 0.0 °

Tracking system

Tracking algorithm

Astronomic calculation

Near Shadings

Linear shadings

System information

PV Array

Nb. of modules 47802 units

Pnom total 31.31 MWp

Inverters

Nb. of units 86 units

Pnom total 27.52 MWac

Grid power limit 26.00 MWac

Grid lim. Pnom ratio 1.204

User's needs

Unlimited load (grid)

Results summary

Produced Energy	63386 MWh/year	Specific production	2024 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	78.82 %
Apparent energy	66165 MVAh				

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Horizon definition	5
Near shading definition - Iso-shadings diagram	6
Main results	7
Loss diagram	8
Special graphs	9



Project: CARRERO

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.1

Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, tilted axis

Avg axis tilt 0.1 °

Avg axis azim. 0.0 °

Models used

Transposition Perez

Diffuse Perez, Meteonorm

Circumsolar separate

Horizon

Average Height 1.2 °

Grid injection point

Grid power limitation

Active Power 26.00 MWac

Pnom ratio 1.204

Tracking system

Tracking algorithm

Astronomic calculation

Near Shadings

Linear shadings

Power factor

Cos(phi) (leading) 0.958

Trackers configuration

Nb. of trackers 962 units

Sizes

Tracker Spacing 6.00 m

Collector width 2.38 m

Ground Cov. Ratio (GCR) 39.7 %

Shading limit angles

Phi limits +/- 66.4 °

User's needs

Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer CSI Solar Co., Ltd.

Model CS7N-655MB-AG 1500V

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 655 Wp

Number of PV modules 47802 units

Nominal (STC) 31.31 MWp

Modules 1542 Strings x 31 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 28.76 MWp

U mpp 1057 V

I mpp 27220 A

Total PV power

Nominal (STC) 31310 kWp

Total 47802 modules

Module area 148490 m²

Inverter

Manufacturer Sungrow

Model SG350HX-20A-Preliminary

(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 320 kWac

Number of inverters 86 units

Total power 27520 kWac

Operating voltage 500-1500 V

Max. power (=>30°C) 352 kWac

Pnom ratio (DC:AC) 1.14

Total inverter power

Total power 27520 kWac

Nb. of inverters 86 units

Pnom ratio 1.14

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 2.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 0.64 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

Serie Diode Loss

Voltage drop 0.7 V

Loss Fraction 0.1 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.1 %



PVsyst V7.1.1

Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

Array losses

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 2.0 %
 7.3 days,
 3 periods

Auxiliaries loss

Proportionnal to Power 3.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point

Inverter voltage 800 Vac tri
Loss Fraction 0.2 % at STC

Inverter: SG350HX-20A-Preliminary

Wire section (86 Inv.) Copper 86 x 3 x 120 mm²
Average wires length 23 m



PVsyst V7.1.1

Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

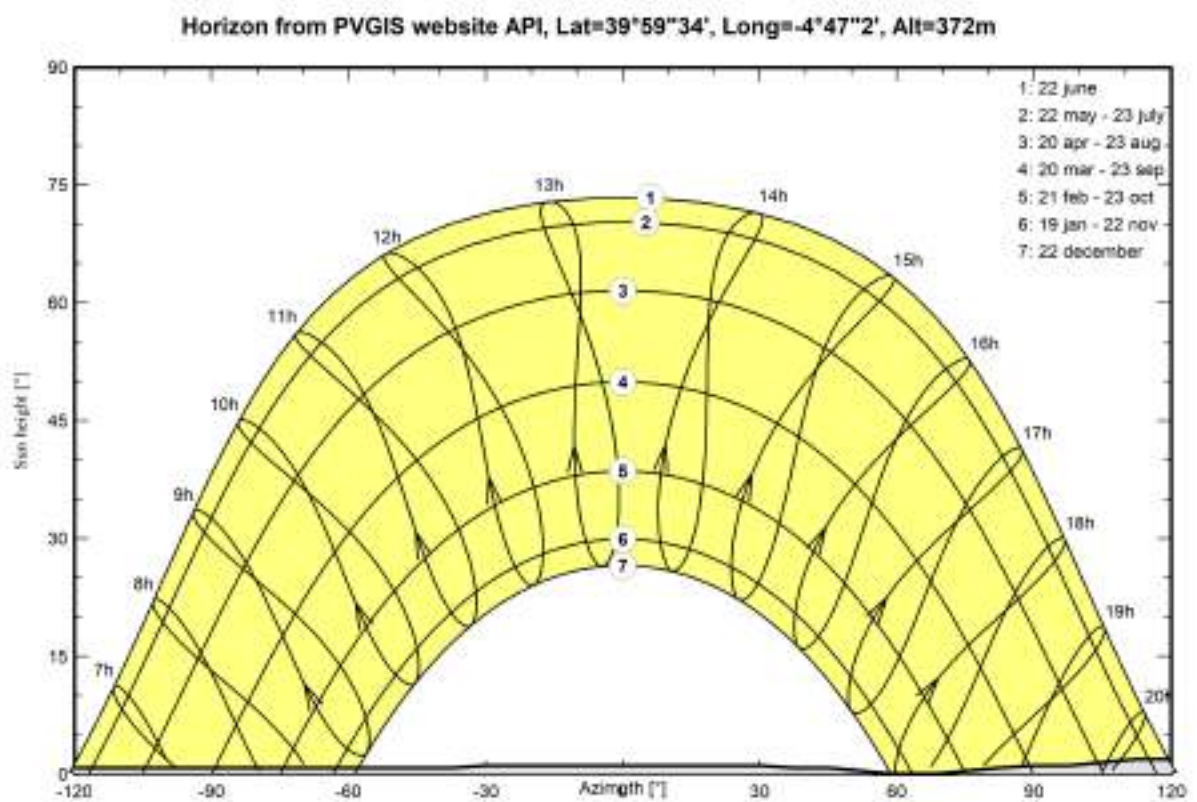
Horizon definition

Average Height	1.2 °	Albedo Factor	0.94
Diffuse Factor	0.98	Albedo Fraction	100 %

Horizon profile

Azimuth [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-38	-30	30	38	45	53
Height [°]	1.9	2.3	2.7	2.3	1.5	1.1	1.1	0.8	0.8	1.1	1.1	0.8	0.8	0.4
Azimuth [°]	60	68	75	83	90	98	105	113	143	150	158	165	173	180
Height [°]	0.0	0.0	0.4	0.8	1.1	1.1	1.5	1.9	1.9	2.3	2.3	2.7	2.3	1.9

Sun Paths (Height / Azimuth diagram)



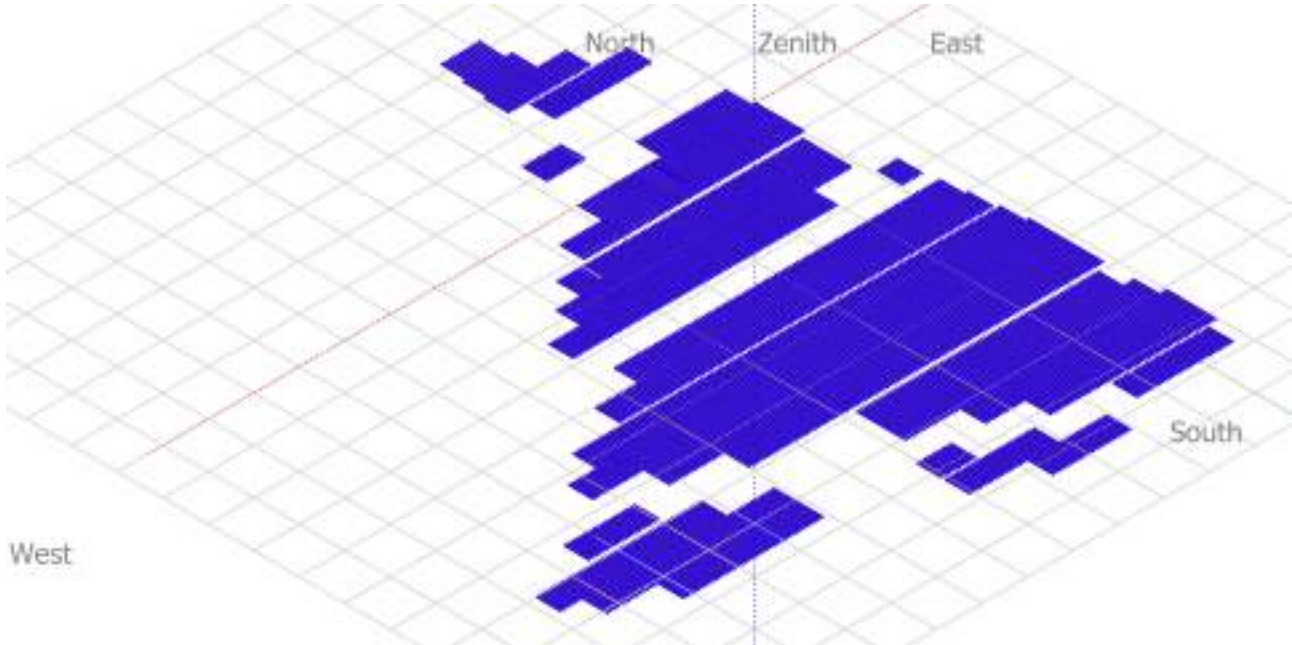


PVsyst V7.1.1

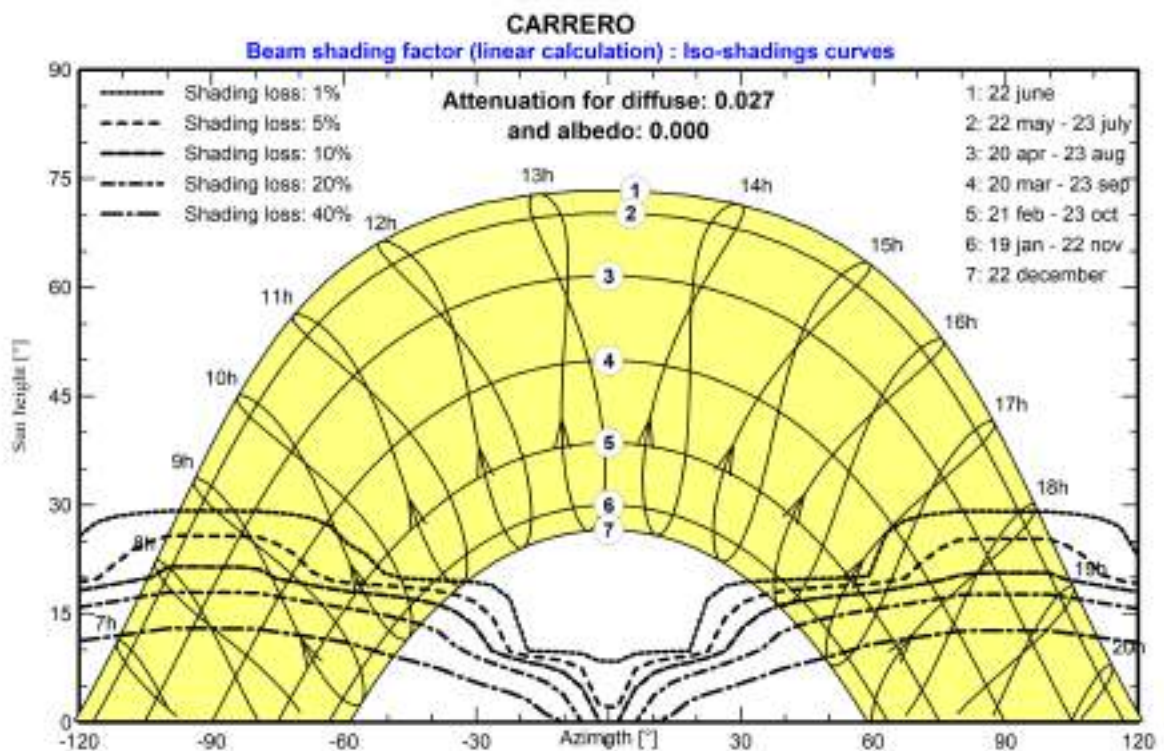
Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram





Project: CARRERO

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.1.1

Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

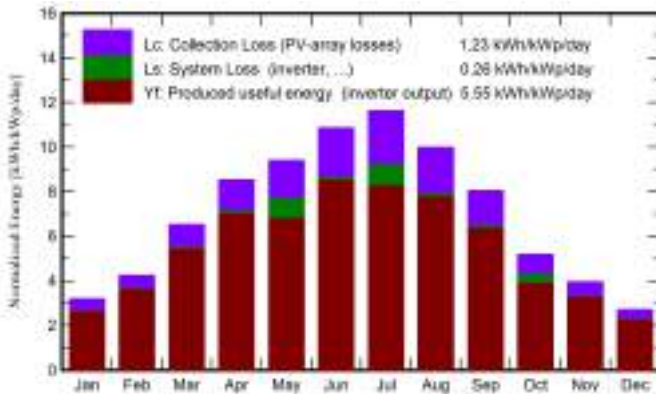
Main results

System Production

Produced Energy 63386 MWh/year
Apparent energy 66165 MVAh

Specific production 2024 kWh/kWp/year
Performance Ratio PR 78.82 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	66.2	29.83	6.25	98.8	86.1	2636	2596	0.839
February	84.7	34.86	8.22	118.9	108.5	3271	3221	0.865
March	140.8	50.99	11.89	202.4	183.3	5399	5312	0.838
April	180.9	54.62	13.88	255.9	234.9	6758	6644	0.829
May	209.7	66.66	18.74	291.9	269.6	7542	6669	0.730
June	231.8	60.38	24.70	325.8	300.1	8195	8051	0.789
July	253.7	48.63	27.24	360.5	334.9	9001	8088	0.717
August	214.4	53.51	26.74	309.3	283.1	7736	7596	0.784
September	164.2	44.20	21.84	241.5	219.0	6144	6036	0.798
October	111.8	41.33	16.52	161.0	145.6	4249	3818	0.757
November	77.7	23.50	9.94	118.6	105.4	3167	3116	0.839
December	58.8	25.24	6.56	83.7	74.5	2275	2239	0.855
Year	1794.7	533.76	16.09	2568.3	2345.0	66375	63386	0.788

Legends

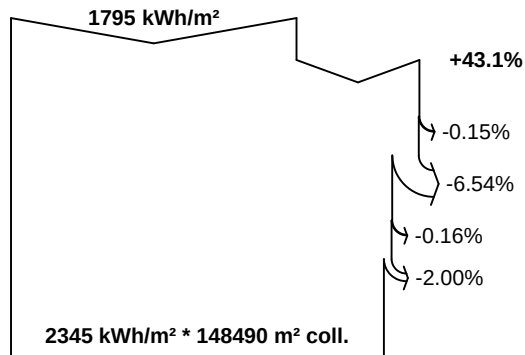
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		



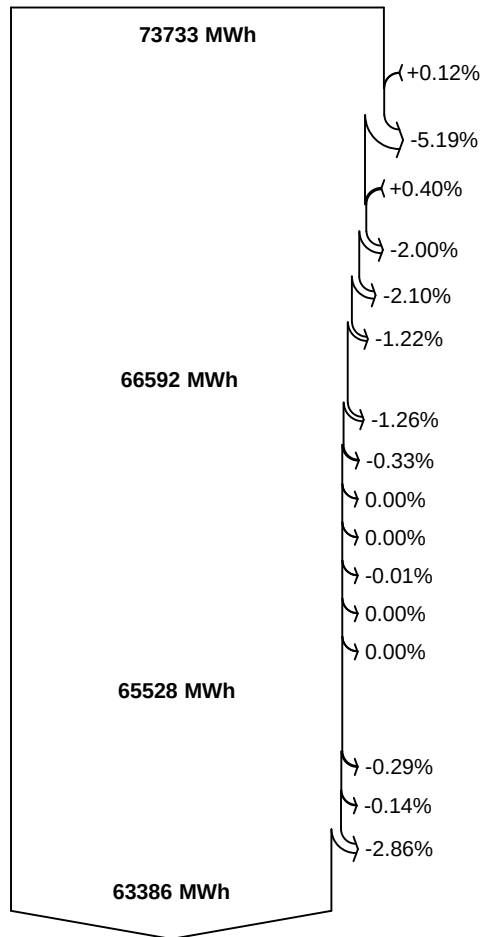
PVsyst V7.1.1

Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

Loss diagram



efficiency at STC = 21.17%



18974 MVAR
66165 MVA

Global horizontal irradiation

Global incident in coll. plane

Far Shadings / Horizon

Near Shadings: irradiance loss

IAM factor on global

Soiling loss factor

Effective irradiation on collectors

PV conversion

Array nominal energy (at STC effic.)

PV loss due to irradiance level

PV loss due to temperature

Module quality loss

LID - Light induced degradation

Mismatch loss, modules and strings

Ohmic wiring loss

Array virtual energy at MPP

Inverter Loss during operation (efficiency)

Inverter Loss over nominal inv. power

Inverter Loss due to max. input current

Inverter Loss over nominal inv. voltage

Inverter Loss due to power threshold

Inverter Loss due to voltage threshold

Night consumption

Available Energy at Inverter Output

Auxiliaries (fans, other)

AC ohmic loss

System unavailability

Active Energy injected into grid

Reactive energy to the grid: Cos(phi) = 0.958

Apparent energy to the grid

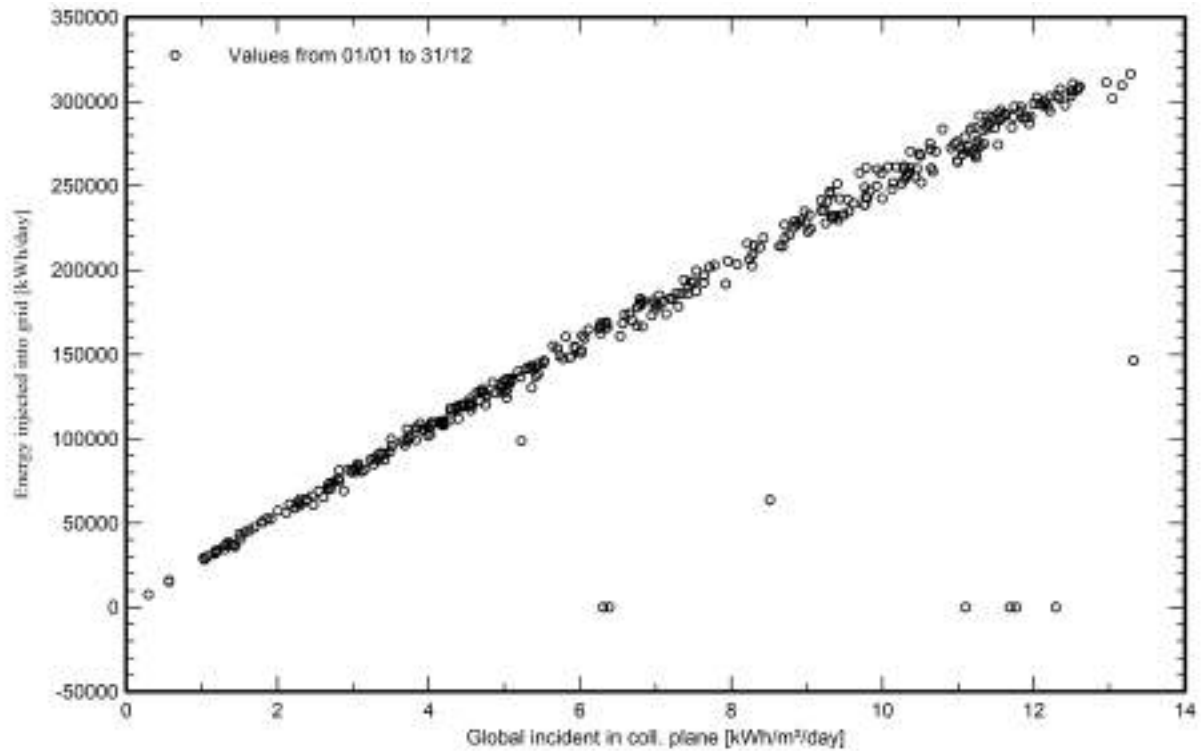


PVsyst V7.1.1

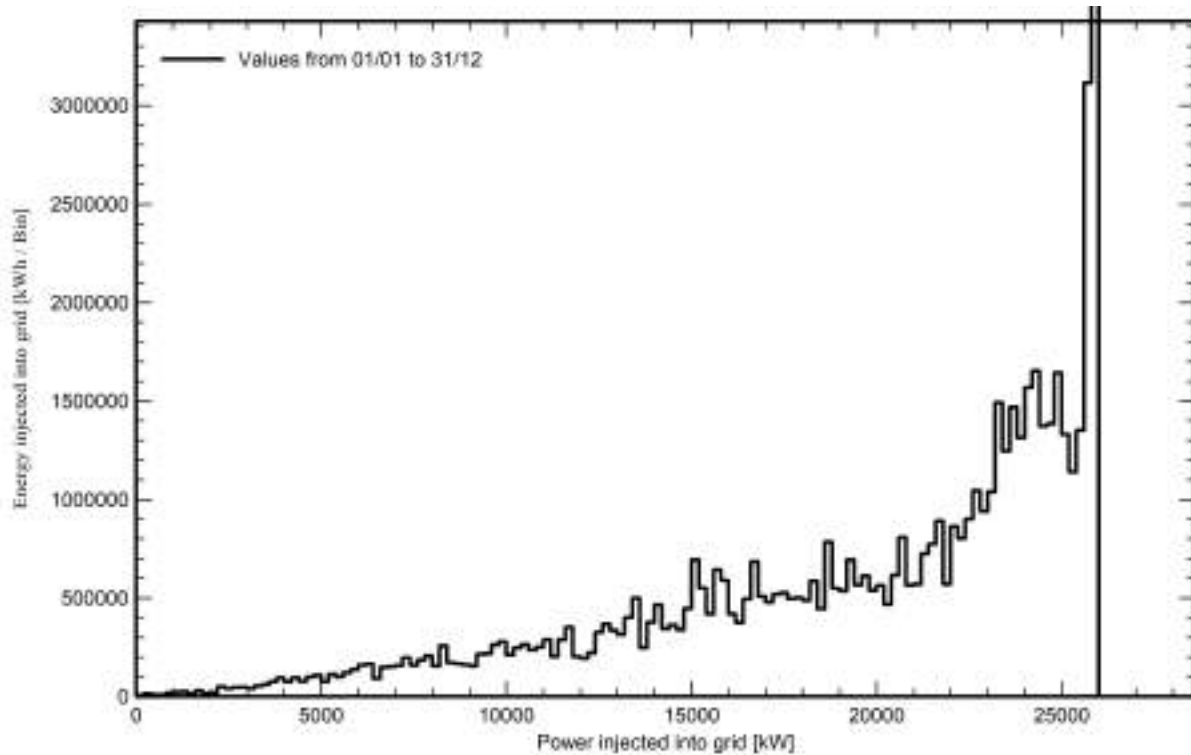
Simulation date:
05/03/22 19:36
with v7.1.1

Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



14.3 Resultado Cálculo de cableado CC Baja Tensión

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 1-1-1	20,31	1181,10	17,19	146,12	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-2	20,31	1181,10	17,19	134,21	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-3	20,31	1181,10	17,19	122,30	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-4	20,31	1181,10	17,19	110,37	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-5	20,31	1181,10	17,19	98,46	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-6	20,31	1181,10	17,19	80,62	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-7	20,31	1181,10	17,19	97,88	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-8	20,31	1181,10	17,19	109,97	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-9	20,31	1181,10	17,19	122,07	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-1-10	20,31	1181,10	17,19	134,14	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-1	20,31	1181,10	17,19	148,81	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-2	20,31	1181,10	17,19	65,17	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-3	20,31	1181,10	17,19	136,81	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-4	20,31	1181,10	17,19	53,17	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-5	20,31	1181,10	17,19	124,81	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-6	20,31	1181,10	17,19	41,16	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-7	20,31	1181,10	17,19	29,16	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-8	20,31	1181,10	17,19	17,16	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-10	20,31	1181,10	17,19	17,95	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-11	20,31	1181,10	17,19	29,95	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-12	20,31	1181,10	17,19	41,95	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-13	20,31	1181,10	17,19	53,95	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 1-2-14	20,31	1181,10	17,19	65,94	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-1	20,31	1181,10	17,19	207,84	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-2	20,31	1181,10	17,19	124,85	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-3	20,31	1181,10	17,19	41,21	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-4	20,31	1181,10	17,19	112,85	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-5	20,31	1181,10	17,19	29,20	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-6	20,31	1181,10	17,19	100,85	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-7	20,31	1181,10	17,19	17,20	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-8	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-10	20,31	1181,10	17,19	101,64	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-11	20,31	1181,10	17,19	18,00	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-12	20,31	1181,10	17,19	113,64	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-13	20,31	1181,10	17,19	29,99	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-14	20,31	1181,10	17,19	125,64	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-3-15	20,31	1181,10	17,19	41,99	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-1	20,31	1181,10	17,19	266,55	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 1-4-2	20,31	1181,10	17,19	183,86	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-3	20,31	1181,10	17,19	100,88	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-4	20,31	1181,10	17,19	17,23	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-5	20,31	1181,10	17,19	252,24	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 1-4-6	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-7	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 1-4-9	20,31	1181,10	17,19	267,34	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 1-4-10	20,31	1181,10	17,19	184,66	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-11	20,31	1181,10	17,19	101,67	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-12	20,31	1181,10	17,19	18,03	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-13	20,31	1181,10	17,19	196,66	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-14	20,31	1181,10	17,19	113,67	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-4-15	20,31	1181,10	17,19	30,03	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-1	20,31	1181,10	17,19	266,57	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 1-5-2	20,31	1181,10	17,19	183,88	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-3	20,31	1181,10	17,19	100,90	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-4	20,31	1181,10	17,19	17,25	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-5	20,31	1181,10	17,19	252,24	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 1-5-6	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-7	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-9	20,31	1181,10	17,19	267,36	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 1-5-10	20,31	1181,10	17,19	184,68	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-11	20,31	1181,10	17,19	101,69	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-12	20,31	1181,10	17,19	18,05	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-13	20,31	1181,10	17,19	279,36	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 1-5-14	20,31	1181,10	17,19	196,68	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-15	20,31	1181,10	17,19	113,69	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-5-16	20,31	1181,10	17,19	30,05	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-1	20,31	1181,10	17,19	116,54	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-2	20,31	1181,10	17,19	33,56	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-3	20,31	1181,10	17,19	187,14	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-4	20,31	1181,10	17,19	104,45	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-5	20,31	1181,10	17,19	21,46	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-6	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-7	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-9	20,31	1181,10	17,19	187,75	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-10	20,31	1181,10	17,19	105,06	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-11	20,31	1181,10	17,19	22,08	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-12	20,31	1181,10	17,19	363,18	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 1-6-13	20,31	1181,10	17,19	280,49	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 1-6-14	20,31	1181,10	17,19	197,51	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-15	20,31	1181,10	17,19	113,86	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-16	20,31	1181,10	17,19	375,18	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 1-6-17	20,31	1181,10	17,19	292,49	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 1-6-18	20,31	1181,10	17,19	209,50	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-19	20,31	1181,10	17,19	125,86	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 1-6-20	20,31	1181,10	17,19	45,65	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-1	20,31	1181,10	17,19	219,83	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-2	20,31	1181,10	17,19	137,13	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-3	20,31	1181,10	17,19	54,15	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-4	20,31	1181,10	17,19	207,84	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-1-5	20,31	1181,10	17,19	125,15	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-6	20,31	1181,10	17,19	42,16	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-7	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-8	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-10	20,31	1181,10	17,19	208,31	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-11	20,31	1181,10	17,19	125,61	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-12	20,31	1181,10	17,19	42,63	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-13	20,31	1181,10	17,19	220,32	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-14	20,31	1181,10	17,19	137,63	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-15	20,31	1181,10	17,19	54,64	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-16	20,31	1181,10	17,19	149,64	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-1-17	20,31	1181,10	17,19	66,66	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-1	20,31	1181,10	17,19	207,68	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-2	20,31	1181,10	17,19	124,98	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-3	20,31	1181,10	17,19	42,00	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-4	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-5	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-6	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-7	20,31	1181,10	17,19	208,51	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-8	20,31	1181,10	17,19	125,81	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-9	20,31	1181,10	17,19	42,82	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-10	20,31	1181,10	17,19	220,52	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-11	20,31	1181,10	17,19	137,83	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-12	20,31	1181,10	17,19	54,84	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-13	20,31	1181,10	17,19	232,53	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-14	20,31	1181,10	17,19	149,84	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-15	20,31	1181,10	17,19	66,85	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-16	20,31	1181,10	17,19	219,66	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-17	20,31	1181,10	17,19	136,97	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-2-18	20,31	1181,10	17,19	53,98	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-1	20,31	1181,10	17,19	207,51	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-2	20,31	1181,10	17,19	124,82	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-3	20,31	1181,10	17,19	41,83	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-4	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-5	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-6	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-7	20,31	1181,10	17,19	208,34	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-8	20,31	1181,10	17,19	125,64	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-9	20,31	1181,10	17,19	42,66	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-10	20,31	1181,10	17,19	220,35	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-11	20,31	1181,10	17,19	137,66	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-12	20,31	1181,10	17,19	54,67	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-13	20,31	1181,10	17,19	232,37	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-14	20,31	1181,10	17,19	149,67	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-15	20,31	1181,10	17,19	66,69	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-16	20,31	1181,10	17,19	219,50	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-3-17	20,31	1181,10	17,19	136,80	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-3-18	20,31	1181,10	17,19	53,82	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-1	20,31	1181,10	17,19	207,34	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-2	20,31	1181,10	17,19	124,65	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-3	20,31	1181,10	17,19	41,66	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-4	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-5	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-6	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-7	20,31	1181,10	17,19	208,17	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-8	20,31	1181,10	17,19	125,48	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-9	20,31	1181,10	17,19	42,49	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-10	20,31	1181,10	17,19	220,19	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-11	20,31	1181,10	17,19	137,49	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-12	20,31	1181,10	17,19	54,50	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-13	20,31	1181,10	17,19	232,20	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-14	20,31	1181,10	17,19	149,51	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-15	20,31	1181,10	17,19	66,52	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-16	20,31	1181,10	17,19	219,33	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-17	20,31	1181,10	17,19	136,63	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-4-18	20,31	1181,10	17,19	53,65	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-1	20,31	1181,10	17,19	219,16	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-2	20,31	1181,10	17,19	136,47	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-3	20,31	1181,10	17,19	53,48	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-4	20,31	1181,10	17,19	207,18	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-5	20,31	1181,10	17,19	124,48	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-6	20,31	1181,10	17,19	41,50	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-7	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-8	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-9	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-10	20,31	1181,10	17,19	208,00	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-11	20,31	1181,10	17,19	125,31	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-12	20,31	1181,10	17,19	42,32	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-13	20,31	1181,10	17,19	220,02	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-14	20,31	1181,10	17,19	137,32	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-15	20,31	1181,10	17,19	54,34	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-16	20,31	1181,10	17,19	232,03	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-17	20,31	1181,10	17,19	149,34	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-5-18	20,31	1181,10	17,19	66,35	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-1	20,31	1181,10	17,19	148,29	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-2	20,31	1181,10	17,19	65,30	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-3	20,31	1181,10	17,19	136,30	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-4	20,31	1181,10	17,19	53,31	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-5	20,31	1181,10	17,19	124,31	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-6	20,31	1181,10	17,19	41,33	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-7	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-8	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-9	20,31	1181,10	17,19	125,14	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-6-10	20,31	1181,10	17,19	42,16	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-11	20,31	1181,10	17,19	219,85	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-12	20,31	1181,10	17,19	137,16	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-13	20,31	1181,10	17,19	54,17	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-14	20,31	1181,10	17,19	231,87	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-15	20,31	1181,10	17,19	149,17	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-16	20,31	1181,10	17,19	66,18	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-17	20,31	1181,10	17,19	159,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-6-18	20,31	1181,10	17,19	76,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-1	20,31	1181,10	17,19	159,67	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-2	20,31	1181,10	17,19	76,69	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-3	20,31	1181,10	17,19	147,68	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-4	20,31	1181,10	17,19	64,70	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-5	20,31	1181,10	17,19	135,70	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-6	20,31	1181,10	17,19	52,71	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-7	20,31	1181,10	17,19	123,73	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-8	20,31	1181,10	17,19	40,74	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-9	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-11	20,31	1181,10	17,19	124,55	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-12	20,31	1181,10	17,19	41,57	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-13	20,31	1181,10	17,19	136,58	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-14	20,31	1181,10	17,19	53,59	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-15	20,31	1181,10	17,19	148,60	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-16	20,31	1181,10	17,19	65,61	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-17	20,31	1181,10	17,19	160,61	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-7-18	20,31	1181,10	17,19	77,63	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-1	20,31	1181,10	17,19	112,50	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-2	20,31	1181,10	17,19	100,51	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-3	20,31	1181,10	17,19	88,53	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-4	20,31	1181,10	17,19	76,54	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-5	20,31	1181,10	17,19	64,56	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-6	20,31	1181,10	17,19	52,57	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-7	20,31	1181,10	17,19	40,58	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-9	20,31	1181,10	17,19	41,41	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-10	20,31	1181,10	17,19	53,42	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-11	20,31	1181,10	17,19	65,44	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-12	20,31	1181,10	17,19	77,46	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-13	20,31	1181,10	17,19	172,35	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-14	20,31	1181,10	17,19	89,36	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-15	20,31	1181,10	17,19	184,36	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-16	20,31	1181,10	17,19	101,37	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-17	20,31	1181,10	17,19	196,37	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-8-18	20,31	1181,10	17,19	113,39	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-1	20,31	1181,10	17,19	41,25	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-2	20,31	1181,10	17,19	124,24	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-9-3	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-4	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-5	20,31	1181,10	17,19	40,42	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-6	20,31	1181,10	17,19	123,41	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-7	20,31	1181,10	17,19	52,52	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-8	20,31	1181,10	17,19	64,51	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-9	20,31	1181,10	17,19	76,49	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-10	20,31	1181,10	17,19	88,48	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-11	20,31	1181,10	17,19	89,31	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-12	20,31	1181,10	17,19	172,29	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-13	20,31	1181,10	17,19	77,29	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-14	20,31	1181,10	17,19	160,28	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-15	20,31	1181,10	17,19	65,28	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-16	20,31	1181,10	17,19	148,26	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-17	20,31	1181,10	17,19	53,26	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-9-18	20,31	1181,10	17,19	136,25	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-1	20,31	1181,10	17,19	65,53	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-2	20,31	1181,10	17,19	148,52	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-3	20,31	1181,10	17,19	231,21	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-4	20,31	1181,10	17,19	53,51	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-5	20,31	1181,10	17,19	136,50	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-6	20,31	1181,10	17,19	219,20	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-7	20,31	1181,10	17,19	41,50	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-8	20,31	1181,10	17,19	124,49	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-9	20,31	1181,10	17,19	207,18	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-10	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-11	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-12	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-13	20,31	1181,10	17,19	40,67	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-14	20,31	1181,10	17,19	123,66	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-15	20,31	1181,10	17,19	52,66	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-16	20,31	1181,10	17,19	135,64	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-17	20,31	1181,10	17,19	64,65	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-10-18	20,31	1181,10	17,19	147,63	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-1	20,31	1181,10	17,19	53,71	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-2	20,31	1181,10	17,19	136,70	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-3	20,31	1181,10	17,19	219,39	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-4	20,31	1181,10	17,19	41,70	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-5	20,31	1181,10	17,19	124,68	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-6	20,31	1181,10	17,19	207,38	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-7	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-8	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-9	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-10	20,31	1181,10	17,19	40,87	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-11	20,31	1181,10	17,19	123,85	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-12	20,31	1181,10	17,19	206,55	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-13	20,31	1181,10	17,19	52,85	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-11-14	20,31	1181,10	17,19	135,84	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-15	20,31	1181,10	17,19	218,53	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-16	20,31	1181,10	17,19	64,84	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-17	20,31	1181,10	17,19	147,83	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-11-18	20,31	1181,10	17,19	230,52	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-1	20,31	1181,10	17,19	53,88	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-2	20,31	1181,10	17,19	136,86	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-3	20,31	1181,10	17,19	219,56	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-4	20,31	1181,10	17,19	41,86	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-5	20,31	1181,10	17,19	124,85	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-6	20,31	1181,10	17,19	207,54	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-7	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-8	20,31	1181,10	17,19	86,27	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-9	20,31	1181,10	17,19	168,97	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-10	20,31	1181,10	17,19	41,03	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-11	20,31	1181,10	17,19	124,02	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-12	20,31	1181,10	17,19	206,72	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-13	20,31	1181,10	17,19	53,02	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-14	20,31	1181,10	17,19	136,01	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-15	20,31	1181,10	17,19	218,70	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-16	20,31	1181,10	17,19	65,01	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-17	20,31	1181,10	17,19	147,99	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-12-18	20,31	1181,10	17,19	230,69	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-1	20,31	1181,10	17,19	147,65	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-2	20,31	1181,10	17,19	230,63	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-3	20,31	1181,10	17,19	313,33	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 2-13-4	20,31	1181,10	17,19	50,69	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-5	20,31	1181,10	17,19	134,33	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-6	20,31	1181,10	17,19	38,64	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-7	20,31	1181,10	17,19	122,28	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-8	20,31	1181,10	17,19	3,29	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-9	20,31	1181,10	17,19	86,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-10	20,31	1181,10	17,19	123,34	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-11	20,31	1181,10	17,19	206,33	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-12	20,31	1181,10	17,19	289,02	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 2-13-13	20,31	1181,10	17,19	135,33	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-14	20,31	1181,10	17,19	218,31	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-15	20,31	1181,10	17,19	301,01	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 2-13-16	20,31	1181,10	17,19	147,31	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-17	20,31	1181,10	17,19	230,30	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-13-18	20,31	1181,10	17,19	312,99	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 2-14-1	20,31	1181,10	17,19	65,89	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-2	20,31	1181,10	17,19	148,87	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-3	20,31	1181,10	17,19	231,57	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-4	20,31	1181,10	17,19	53,86	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-5	20,31	1181,10	17,19	136,85	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-6	20,31	1181,10	17,19	219,54	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-14-7	20,31	1181,10	17,19	41,84	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-8	20,31	1181,10	17,19	124,82	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-9	20,31	1181,10	17,19	207,52	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-11	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-12	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-13	20,31	1181,10	17,19	41,01	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-14	20,31	1181,10	17,19	124,00	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-15	20,31	1181,10	17,19	206,69	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-16	20,31	1181,10	17,19	53,00	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-17	20,31	1181,10	17,19	135,98	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-14-18	20,31	1181,10	17,19	218,68	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-1	20,31	1181,10	17,19	66,06	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-2	20,31	1181,10	17,19	149,04	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-3	20,31	1181,10	17,19	231,74	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-4	20,31	1181,10	17,19	54,04	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-5	20,31	1181,10	17,19	137,03	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-6	20,31	1181,10	17,19	219,73	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-7	20,31	1181,10	17,19	42,03	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-8	20,31	1181,10	17,19	125,02	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-9	20,31	1181,10	17,19	207,72	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-11	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-12	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-13	20,31	1181,10	17,19	41,19	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-14	20,31	1181,10	17,19	124,18	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-15	20,31	1181,10	17,19	206,87	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-16	20,31	1181,10	17,19	53,19	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-17	20,31	1181,10	17,19	136,17	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-15-18	20,31	1181,10	17,19	218,87	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-1	20,31	1181,10	17,19	66,23	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-2	20,31	1181,10	17,19	149,21	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-3	20,31	1181,10	17,19	231,91	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-4	20,31	1181,10	17,19	54,21	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-5	20,31	1181,10	17,19	137,20	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-6	20,31	1181,10	17,19	219,90	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-7	20,31	1181,10	17,19	42,20	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-8	20,31	1181,10	17,19	125,18	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-9	20,31	1181,10	17,19	207,88	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-11	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-12	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-13	20,31	1181,10	17,19	41,37	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-14	20,31	1181,10	17,19	124,35	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-15	20,31	1181,10	17,19	207,06	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-16	20,31	1181,10	17,19	53,35	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-16-17	20,31	1181,10	17,19	136,34	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-16-18	20,31	1181,10	17,19	219,04	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-1	20,31	1181,10	17,19	66,40	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-2	20,31	1181,10	17,19	149,38	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-3	20,31	1181,10	17,19	232,08	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-4	20,31	1181,10	17,19	54,38	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-5	20,31	1181,10	17,19	137,37	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-6	20,31	1181,10	17,19	220,07	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-7	20,31	1181,10	17,19	42,36	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-8	20,31	1181,10	17,19	125,35	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-9	20,31	1181,10	17,19	208,05	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-11	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-12	20,31	1181,10	17,19	168,62	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-13	20,31	1181,10	17,19	41,54	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-14	20,31	1181,10	17,19	124,52	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-15	20,31	1181,10	17,19	207,22	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-16	20,31	1181,10	17,19	53,52	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-17	20,31	1181,10	17,19	136,51	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-17-18	20,31	1181,10	17,19	219,21	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-1	20,31	1181,10	17,19	66,56	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-2	20,31	1181,10	17,19	149,55	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-3	20,31	1181,10	17,19	232,25	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-4	20,31	1181,10	17,19	54,55	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-5	20,31	1181,10	17,19	137,54	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-6	20,31	1181,10	17,19	220,24	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-7	20,31	1181,10	17,19	42,53	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-8	20,31	1181,10	17,19	125,52	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-9	20,31	1181,10	17,19	208,22	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-11	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-12	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-13	20,31	1181,10	17,19	41,71	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-14	20,31	1181,10	17,19	124,69	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-15	20,31	1181,10	17,19	207,39	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-16	20,31	1181,10	17,19	53,69	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-17	20,31	1181,10	17,19	136,68	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-18-18	20,31	1181,10	17,19	219,38	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-1	20,31	1181,10	17,19	149,01	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-2	20,31	1181,10	17,19	232,66	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-3	20,31	1181,10	17,19	136,89	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-4	20,31	1181,10	17,19	220,54	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-5	20,31	1181,10	17,19	42,70	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-6	20,31	1181,10	17,19	125,69	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-7	20,31	1181,10	17,19	208,39	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-9	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-10	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-19-11	20,31	1181,10	17,19	41,87	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-12	20,31	1181,10	17,19	124,86	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-13	20,31	1181,10	17,19	207,56	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-14	20,31	1181,10	17,19	53,86	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-15	20,31	1181,10	17,19	136,85	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-19-16	20,31	1181,10	17,19	219,55	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-1	20,31	1181,10	17,19	92,76	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-2	20,31	1181,10	17,19	80,64	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-3	20,31	1181,10	17,19	68,52	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-4	20,31	1181,10	17,19	56,40	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-5	20,31	1181,10	17,19	44,29	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-6	20,31	1181,10	17,19	32,18	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-8	20,31	1181,10	17,19	118,17	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-9	20,31	1181,10	17,19	201,82	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-10	20,31	1181,10	17,19	130,06	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-11	20,31	1181,10	17,19	213,70	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-12	20,31	1181,10	17,19	141,95	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-13	20,31	1181,10	17,19	225,59	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-14	20,31	1181,10	17,19	153,83	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-15	20,31	1181,10	17,19	237,48	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-16	20,31	1181,10	17,19	165,72	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-17	20,31	1181,10	17,19	249,36	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 2-20-18	20,31	1181,10	17,19	177,60	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-20-19	20,31	1181,10	17,19	261,25	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 2-21-1	20,31	1181,10	17,19	44,88	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-2	20,31	1181,10	17,19	38,03	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-3	20,31	1181,10	17,19	121,02	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-4	20,31	1181,10	17,19	33,02	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-5	20,31	1181,10	17,19	25,89	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-6	20,31	1181,10	17,19	108,88	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-7	20,31	1181,10	17,19	21,16	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-8	20,31	1181,10	17,19	3,01	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-9	20,31	1181,10	17,19	85,99	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-10	20,31	1181,10	17,19	33,30	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-11	20,31	1181,10	17,19	24,81	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-12	20,31	1181,10	17,19	107,80	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-13	20,31	1181,10	17,19	45,44	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-14	20,31	1181,10	17,19	36,68	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-15	20,31	1181,10	17,19	119,66	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-16	20,31	1181,10	17,19	57,58	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-17	20,31	1181,10	17,19	130,65	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-21-18	20,31	1181,10	17,19	141,37	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-1	20,31	1181,10	17,19	52,04	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-2	20,31	1181,10	17,19	135,02	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-3	20,31	1181,10	17,19	39,90	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-4	20,31	1181,10	17,19	122,88	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-22-5	20,31	1181,10	17,19	27,75	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-6	20,31	1181,10	17,19	110,74	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-8	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-9	20,31	1181,10	17,19	26,68	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-10	20,31	1181,10	17,19	109,66	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-11	20,31	1181,10	17,19	38,54	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-12	20,31	1181,10	17,19	121,53	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-13	20,31	1181,10	17,19	50,40	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-14	20,31	1181,10	17,19	133,39	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-15	20,31	1181,10	17,19	69,64	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-16	20,31	1181,10	17,19	62,27	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-22-17	20,31	1181,10	17,19	145,25	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-1	20,31	1181,10	17,19	66,48	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-2	20,31	1181,10	17,19	149,46	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-3	20,31	1181,10	17,19	54,33	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-4	20,31	1181,10	17,19	137,31	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-5	20,31	1181,10	17,19	42,18	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-6	20,31	1181,10	17,19	125,16	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-7	20,31	1181,10	17,19	30,03	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-8	20,31	1181,10	17,19	113,01	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-11	20,31	1181,10	17,19	28,93	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-12	20,31	1181,10	17,19	111,92	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-13	20,31	1181,10	17,19	40,79	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-14	20,31	1181,10	17,19	123,77	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-15	20,31	1181,10	17,19	52,65	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-16	20,31	1181,10	17,19	135,63	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-17	20,31	1181,10	17,19	64,51	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-23-18	20,31	1181,10	17,19	147,49	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-1	20,31	1181,10	17,19	44,92	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-2	20,31	1181,10	17,19	127,88	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-3	20,31	1181,10	17,19	32,68	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-4	20,31	1181,10	17,19	115,67	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-6	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-7	20,31	1181,10	17,19	31,59	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-8	20,31	1181,10	17,19	114,57	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-9	20,31	1181,10	17,19	43,44	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-10	20,31	1181,10	17,19	126,43	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-11	20,31	1181,10	17,19	55,30	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-12	20,31	1181,10	17,19	138,28	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-13	20,31	1181,10	17,19	67,15	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-14	20,31	1181,10	17,19	150,14	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-15	20,31	1181,10	17,19	72,27	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-16	20,31	1181,10	17,19	155,86	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 2-24-17	20,31	1181,10	17,19	61,03	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-24-18	20,31	1181,10	17,19	144,33	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-1	20,31	1181,10	17,19	36,62	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-2	20,31	1181,10	17,19	120,13	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-3	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-4	20,31	1181,10	17,19	86,45	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-5	20,31	1181,10	17,19	35,65	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-6	20,31	1181,10	17,19	119,30	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-7	20,31	1181,10	17,19	47,77	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-8	20,31	1181,10	17,19	131,34	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-9	20,31	1181,10	17,19	59,89	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-10	20,31	1181,10	17,19	143,01	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-11	20,31	1181,10	17,19	71,42	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-12	20,31	1181,10	17,19	154,43	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-13	20,31	1181,10	17,19	60,40	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-14	20,31	1181,10	17,19	143,39	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-15	20,31	1181,10	17,19	48,25	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-16	20,31	1181,10	17,19	131,24	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-17	20,31	1181,10	17,19	72,55	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-25-18	20,31	1181,10	17,19	155,54	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-1	20,31	1181,10	17,19	78,44	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-2	20,31	1181,10	17,19	161,42	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-3	20,31	1181,10	17,19	67,90	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-4	20,31	1181,10	17,19	151,09	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-5	20,31	1181,10	17,19	51,65	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-6	20,31	1181,10	17,19	134,52	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-7	20,31	1181,10	17,19	39,10	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-8	20,31	1181,10	17,19	122,12	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-9	20,31	1181,10	17,19	3,70	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-10	20,31	1181,10	17,19	86,85	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-11	20,31	1181,10	17,19	38,44	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-12	20,31	1181,10	17,19	121,43	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-13	20,31	1181,10	17,19	52,24	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-14	20,31	1181,10	17,19	134,98	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-15	20,31	1181,10	17,19	63,76	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-16	20,31	1181,10	17,19	146,75	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-17	20,31	1181,10	17,19	75,58	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 2-26-18	20,31	1181,10	17,19	158,57	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-1	20,31	1181,10	17,19	31,86	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-2	20,31	1181,10	17,19	114,84	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-3	20,31	1181,10	17,19	197,53	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-4	20,31	1181,10	17,19	280,52	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-1-5	20,31	1181,10	17,19	19,86	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-6	20,31	1181,10	17,19	102,84	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-7	20,31	1181,10	17,19	185,53	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-8	20,31	1181,10	17,19	268,52	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 3-1-9	20,31	1181,10	17,19	3,49	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm ²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm ²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-1-10	20,31	1181,10	17,19	86,47	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-11	20,31	1181,10	17,19	169,16	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-12	20,31	1181,10	17,19	252,14	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-1-13	20,31	1181,10	17,19	18,50	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-14	20,31	1181,10	17,19	101,49	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-15	20,31	1181,10	17,19	184,17	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-16	20,31	1181,10	17,19	267,16	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-1-17	20,31	1181,10	17,19	30,51	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-18	20,31	1181,10	17,19	113,50	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-19	20,31	1181,10	17,19	196,18	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-1-20	20,31	1181,10	17,19	279,17	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-2-1	20,31	1181,10	17,19	31,34	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-2	20,31	1181,10	17,19	114,32	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-3	20,31	1181,10	17,19	197,01	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-4	20,31	1181,10	17,19	280,00	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-2-5	20,31	1181,10	17,19	19,34	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-6	20,31	1181,10	17,19	102,32	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-7	20,31	1181,10	17,19	185,01	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-8	20,31	1181,10	17,19	268,00	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-2-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-2-13	20,31	1181,10	17,19	18,55	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-14	20,31	1181,10	17,19	101,53	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-15	20,31	1181,10	17,19	184,22	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-16	20,31	1181,10	17,19	267,21	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-2-17	20,31	1181,10	17,19	30,56	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-18	20,31	1181,10	17,19	113,55	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-19	20,31	1181,10	17,19	196,23	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-2-20	20,31	1181,10	17,19	279,22	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-3-1	20,31	1181,10	17,19	31,40	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-2	20,31	1181,10	17,19	114,38	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-3	20,31	1181,10	17,19	197,07	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-4	20,31	1181,10	17,19	280,05	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-3-5	20,31	1181,10	17,19	19,39	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-6	20,31	1181,10	17,19	102,38	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-7	20,31	1181,10	17,19	185,07	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-8	20,31	1181,10	17,19	268,05	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-3-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-3-13	20,31	1181,10	17,19	18,61	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-14	20,31	1181,10	17,19	101,59	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-15	20,31	1181,10	17,19	184,28	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-16	20,31	1181,10	17,19	267,26	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-3-17	20,31	1181,10	17,19	30,62	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-18	20,31	1181,10	17,19	113,60	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-19	20,31	1181,10	17,19	196,29	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-3-20	20,31	1181,10	17,19	279,27	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-4-1	20,31	1181,10	17,19	19,45	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-2	20,31	1181,10	17,19	102,44	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-3	20,31	1181,10	17,19	185,12	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-4	20,31	1181,10	17,19	268,11	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-4-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-6	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-7	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-8	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 3-4-9	20,31	1181,10	17,19	18,66	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-10	20,31	1181,10	17,19	101,65	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-11	20,31	1181,10	17,19	184,33	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-12	20,31	1181,10	17,19	267,32	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 3-4-13	20,31	1181,10	17,19	30,67	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-14	20,31	1181,10	17,19	113,66	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-15	20,31	1181,10	17,19	196,35	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-16	20,31	1181,10	17,19	279,33	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-4-17	20,31	1181,10	17,19	31,45	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-18	20,31	1181,10	17,19	114,44	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-19	20,31	1181,10	17,19	197,12	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-4-20	20,31	1181,10	17,19	280,11	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-5-1	20,31	1181,10	17,19	19,51	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-2	20,31	1181,10	17,19	102,49	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-3	20,31	1181,10	17,19	185,18	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-4	20,31	1181,10	17,19	268,16	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-5-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-6	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-7	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-8	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-5-9	20,31	1181,10	17,19	18,72	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-10	20,31	1181,10	17,19	101,70	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-11	20,31	1181,10	17,19	184,39	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-12	20,31	1181,10	17,19	267,38	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 3-5-13	20,31	1181,10	17,19	30,73	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-14	20,31	1181,10	17,19	113,71	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-15	20,31	1181,10	17,19	196,40	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-16	20,31	1181,10	17,19	279,39	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-5-17	20,31	1181,10	17,19	31,51	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-18	20,31	1181,10	17,19	114,49	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-19	20,31	1181,10	17,19	197,18	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-5-20	20,31	1181,10	17,19	280,16	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 3-6-1	20,31	1181,10	17,19	31,68	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-2	20,31	1181,10	17,19	114,66	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-3	20,31	1181,10	17,19	197,35	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-6-4	20,31	1181,10	17,19	280,33	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-6-5	20,31	1181,10	17,19	19,68	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-6	20,31	1181,10	17,19	102,66	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-7	20,31	1181,10	17,19	185,35	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-8	20,31	1181,10	17,19	268,33	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-6-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-6-13	20,31	1181,10	17,19	18,89	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-14	20,31	1181,10	17,19	101,87	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-15	20,31	1181,10	17,19	184,56	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-16	20,31	1181,10	17,19	267,55	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-6-17	20,31	1181,10	17,19	30,90	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-18	20,31	1181,10	17,19	113,88	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-19	20,31	1181,10	17,19	196,57	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-6-20	20,31	1181,10	17,19	279,56	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-7-1	20,31	1181,10	17,19	145,90	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-2	20,31	1181,10	17,19	62,92	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-3	20,31	1181,10	17,19	133,89	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-4	20,31	1181,10	17,19	50,90	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-5	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-6	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-7	20,31	1181,10	17,19	135,23	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-8	20,31	1181,10	17,19	52,24	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-9	20,31	1181,10	17,19	147,23	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-10	20,31	1181,10	17,19	64,24	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-11	20,31	1181,10	17,19	159,23	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-12	20,31	1181,10	17,19	76,24	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-13	20,31	1181,10	17,19	171,23	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-14	20,31	1181,10	17,19	88,24	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-15	20,31	1181,10	17,19	169,92	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-16	20,31	1181,10	17,19	86,94	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-17	20,31	1181,10	17,19	157,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-7-18	20,31	1181,10	17,19	74,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-1	20,31	1181,10	17,19	135,42	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-2	20,31	1181,10	17,19	123,41	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-3	20,31	1181,10	17,19	111,40	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-4	20,31	1181,10	17,19	99,39	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-5	20,31	1181,10	17,19	87,38	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-6	20,31	1181,10	17,19	75,36	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-7	20,31	1181,10	17,19	63,35	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-8	20,31	1181,10	17,19	51,34	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-10	20,31	1181,10	17,19	52,13	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-11	20,31	1181,10	17,19	64,13	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-12	20,31	1181,10	17,19	76,13	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-8-13	20,31	1181,10	17,19	88,13	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-14	20,31	1181,10	17,19	100,13	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-15	20,31	1181,10	17,19	195,12	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-16	20,31	1181,10	17,19	112,13	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-17	20,31	1181,10	17,19	207,12	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-8-18	20,31	1181,10	17,19	124,13	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-1	20,31	1181,10	17,19	146,00	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-2	20,31	1181,10	17,19	63,02	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-3	20,31	1181,10	17,19	133,99	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-4	20,31	1181,10	17,19	51,01	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-5	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-6	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-7	20,31	1181,10	17,19	134,78	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-8	20,31	1181,10	17,19	51,80	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-9	20,31	1181,10	17,19	146,78	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-10	20,31	1181,10	17,19	63,80	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-11	20,31	1181,10	17,19	158,78	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-12	20,31	1181,10	17,19	75,80	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-13	20,31	1181,10	17,19	170,78	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-14	20,31	1181,10	17,19	87,80	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-15	20,31	1181,10	17,19	158,02	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-16	20,31	1181,10	17,19	75,03	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-17	20,31	1181,10	17,19	170,03	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-9-18	20,31	1181,10	17,19	87,05	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-1	20,31	1181,10	17,19	158,11	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-2	20,31	1181,10	17,19	75,13	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-3	20,31	1181,10	17,19	146,10	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-4	20,31	1181,10	17,19	63,12	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-5	20,31	1181,10	17,19	134,09	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-6	20,31	1181,10	17,19	51,10	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-7	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-9	20,31	1181,10	17,19	134,88	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-10	20,31	1181,10	17,19	51,90	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-11	20,31	1181,10	17,19	146,88	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-12	20,31	1181,10	17,19	63,90	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-13	20,31	1181,10	17,19	158,88	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-14	20,31	1181,10	17,19	75,90	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-15	20,31	1181,10	17,19	170,88	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-16	20,31	1181,10	17,19	87,90	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-17	20,31	1181,10	17,19	170,12	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-10-18	20,31	1181,10	17,19	87,14	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-1	20,31	1181,10	17,19	170,22	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-2	20,31	1181,10	17,19	87,23	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-3	20,31	1181,10	17,19	158,20	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-4	20,31	1181,10	17,19	75,22	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-5	20,31	1181,10	17,19	146,19	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-11-6	20,31	1181,10	17,19	63,21	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-7	20,31	1181,10	17,19	134,18	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-8	20,31	1181,10	17,19	51,20	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-9	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-11	20,31	1181,10	17,19	134,97	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-12	20,31	1181,10	17,19	51,99	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-13	20,31	1181,10	17,19	146,97	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-14	20,31	1181,10	17,19	63,99	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-15	20,31	1181,10	17,19	158,97	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-16	20,31	1181,10	17,19	75,99	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-17	20,31	1181,10	17,19	170,97	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-18	20,31	1181,10	17,19	87,99	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-19	20,31	1181,10	17,19	182,23	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-11-20	20,31	1181,10	17,19	99,24	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-1	20,31	1181,10	17,19	54,52	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-2	20,31	1181,10	17,19	137,50	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-3	20,31	1181,10	17,19	42,52	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-4	20,31	1181,10	17,19	125,50	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-5	20,31	1181,10	17,19	30,52	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-6	20,31	1181,10	17,19	113,50	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-7	20,31	1181,10	17,19	18,52	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-8	20,31	1181,10	17,19	101,50	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-11	20,31	1181,10	17,19	17,73	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-12	20,31	1181,10	17,19	100,71	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-13	20,31	1181,10	17,19	29,74	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-14	20,31	1181,10	17,19	112,72	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-15	20,31	1181,10	17,19	41,75	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-16	20,31	1181,10	17,19	124,74	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-17	20,31	1181,10	17,19	53,76	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-12-18	20,31	1181,10	17,19	136,75	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-1	20,31	1181,10	17,19	195,50	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-2	20,31	1181,10	17,19	42,61	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-3	20,31	1181,10	17,19	125,59	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-4	20,31	1181,10	17,19	30,61	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-5	20,31	1181,10	17,19	113,59	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-6	20,31	1181,10	17,19	18,61	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-7	20,31	1181,10	17,19	101,59	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-8	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-9	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-10	20,31	1181,10	17,19	17,82	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-11	20,31	1181,10	17,19	100,80	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-12	20,31	1181,10	17,19	29,83	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-13	20,31	1181,10	17,19	112,81	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-14	20,31	1181,10	17,19	41,84	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-13-15	20,31	1181,10	17,19	124,83	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-13-16	20,31	1181,10	17,19	207,51	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-1	20,31	1181,10	17,19	42,68	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-2	20,31	1181,10	17,19	125,67	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-3	20,31	1181,10	17,19	208,36	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-4	20,31	1181,10	17,19	30,68	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-5	20,31	1181,10	17,19	113,67	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-6	20,31	1181,10	17,19	196,36	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-7	20,31	1181,10	17,19	18,68	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-8	20,31	1181,10	17,19	101,67	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-9	20,31	1181,10	17,19	184,36	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-10	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-11	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-12	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-13	20,31	1181,10	17,19	17,90	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-14	20,31	1181,10	17,19	100,88	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-15	20,31	1181,10	17,19	183,57	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-16	20,31	1181,10	17,19	29,91	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-17	20,31	1181,10	17,19	112,89	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-14-18	20,31	1181,10	17,19	195,58	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-1	20,31	1181,10	17,19	30,74	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-2	20,31	1181,10	17,19	113,73	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-3	20,31	1181,10	17,19	196,41	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-4	20,31	1181,10	17,19	18,74	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-5	20,31	1181,10	17,19	101,73	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-6	20,31	1181,10	17,19	184,41	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-8	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-9	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-10	20,31	1181,10	17,19	17,95	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-11	20,31	1181,10	17,19	100,94	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-12	20,31	1181,10	17,19	183,62	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-13	20,31	1181,10	17,19	29,96	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-14	20,31	1181,10	17,19	112,95	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-15	20,31	1181,10	17,19	195,64	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-15-16	20,31	1181,10	17,19	278,62	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-16-1	20,31	1181,10	17,19	30,80	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-2	20,31	1181,10	17,19	113,78	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-3	20,31	1181,10	17,19	196,47	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-4	20,31	1181,10	17,19	279,46	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 3-16-5	20,31	1181,10	17,19	18,80	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-6	20,31	1181,10	17,19	101,78	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-7	20,31	1181,10	17,19	184,47	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-8	20,31	1181,10	17,19	267,45	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-16-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-16-12	20,31	1181,10	17,19	251,59	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-16-13	20,31	1181,10	17,19	18,01	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-14	20,31	1181,10	17,19	100,99	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-15	20,31	1181,10	17,19	183,68	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-16-16	20,31	1181,10	17,19	266,67	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-17-1	20,31	1181,10	17,19	30,84	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-2	20,31	1181,10	17,19	113,83	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-3	20,31	1181,10	17,19	196,51	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-4	20,31	1181,10	17,19	279,50	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-17-5	20,31	1181,10	17,19	18,84	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-6	20,31	1181,10	17,19	101,83	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-7	20,31	1181,10	17,19	184,51	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-8	20,31	1181,10	17,19	267,50	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-17-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-12	20,31	1181,10	17,19	251,59	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-17-13	20,31	1181,10	17,19	18,05	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-14	20,31	1181,10	17,19	101,04	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-15	20,31	1181,10	17,19	183,72	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-17-16	20,31	1181,10	17,19	266,71	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-18-1	20,31	1181,10	17,19	30,89	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-2	20,31	1181,10	17,19	113,87	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-3	20,31	1181,10	17,19	196,56	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-4	20,31	1181,10	17,19	279,54	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-18-5	20,31	1181,10	17,19	18,89	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-6	20,31	1181,10	17,19	101,87	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-7	20,31	1181,10	17,19	184,56	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-8	20,31	1181,10	17,19	267,54	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-18-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-12	20,31	1181,10	17,19	251,59	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-18-13	20,31	1181,10	17,19	18,10	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-14	20,31	1181,10	17,19	101,08	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-15	20,31	1181,10	17,19	183,77	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-18-16	20,31	1181,10	17,19	266,76	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-19-1	20,31	1181,10	17,19	30,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-2	20,31	1181,10	17,19	113,91	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-3	20,31	1181,10	17,19	196,60	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-4	20,31	1181,10	17,19	279,59	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-19-5	20,31	1181,10	17,19	18,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-6	20,31	1181,10	17,19	101,91	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-7	20,31	1181,10	17,19	184,60	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-8	20,31	1181,10	17,19	267,59	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-19-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-19-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-12	20,31	1181,10	17,19	251,59	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-19-13	20,31	1181,10	17,19	18,14	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-14	20,31	1181,10	17,19	101,12	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-15	20,31	1181,10	17,19	183,81	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-16	20,31	1181,10	17,19	266,80	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-19-17	20,31	1181,10	17,19	30,15	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-18	20,31	1181,10	17,19	113,14	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-19	20,31	1181,10	17,19	195,83	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-19-20	20,31	1181,10	17,19	278,81	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-20-1	20,31	1181,10	17,19	30,99	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-2	20,31	1181,10	17,19	113,97	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-3	20,31	1181,10	17,19	196,66	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-4	20,31	1181,10	17,19	279,65	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-20-5	20,31	1181,10	17,19	18,99	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-6	20,31	1181,10	17,19	101,97	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-7	20,31	1181,10	17,19	184,66	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-8	20,31	1181,10	17,19	267,65	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-20-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-12	20,31	1181,10	17,19	251,59	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-20-13	20,31	1181,10	17,19	18,20	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-14	20,31	1181,10	17,19	101,18	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-15	20,31	1181,10	17,19	183,87	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-16	20,31	1181,10	17,19	266,86	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-20-17	20,31	1181,10	17,19	30,21	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-18	20,31	1181,10	17,19	113,19	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-19	20,31	1181,10	17,19	195,88	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-20-20	20,31	1181,10	17,19	278,87	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 3-21-1	20,31	1181,10	17,19	31,04	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-2	20,31	1181,10	17,19	114,03	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-3	20,31	1181,10	17,19	196,72	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-4	20,31	1181,10	17,19	279,70	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-21-5	20,31	1181,10	17,19	19,04	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-6	20,31	1181,10	17,19	102,03	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-7	20,31	1181,10	17,19	184,72	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-8	20,31	1181,10	17,19	267,70	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-21-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-21-13	20,31	1181,10	17,19	18,26	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-14	20,31	1181,10	17,19	101,24	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-15	20,31	1181,10	17,19	183,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-16	20,31	1181,10	17,19	266,91	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-21-17	20,31	1181,10	17,19	30,27	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-21-18	20,31	1181,10	17,19	113,25	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-19	20,31	1181,10	17,19	195,94	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-21-20	20,31	1181,10	17,19	278,92	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-22-1	20,31	1181,10	17,19	31,10	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-2	20,31	1181,10	17,19	114,09	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-3	20,31	1181,10	17,19	196,77	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-4	20,31	1181,10	17,19	279,76	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-22-5	20,31	1181,10	17,19	19,10	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-6	20,31	1181,10	17,19	102,09	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-7	20,31	1181,10	17,19	184,77	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-8	20,31	1181,10	17,19	267,76	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-22-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-22-13	20,31	1181,10	17,19	18,31	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-14	20,31	1181,10	17,19	101,30	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-15	20,31	1181,10	17,19	183,98	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-16	20,31	1181,10	17,19	266,97	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-22-17	20,31	1181,10	17,19	112,35	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-18	20,31	1181,10	17,19	196,00	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-22-19	20,31	1181,10	17,19	278,98	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-23-1	20,31	1181,10	17,19	21,58	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-2	20,31	1181,10	17,19	105,22	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-3	20,31	1181,10	17,19	188,21	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-4	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-5	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-6	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-7	20,31	1181,10	17,19	20,04	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-8	20,31	1181,10	17,19	103,69	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-9	20,31	1181,10	17,19	186,67	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-10	20,31	1181,10	17,19	112,97	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-11	20,31	1181,10	17,19	195,96	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-12	20,31	1181,10	17,19	278,64	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 3-23-13	20,31	1181,10	17,19	361,63	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 3-23-14	20,31	1181,10	17,19	124,98	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-15	20,31	1181,10	17,19	207,97	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-16	20,31	1181,10	17,19	290,66	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-23-17	20,31	1181,10	17,19	373,64	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-23-18	20,31	1181,10	17,19	33,94	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-19	20,31	1181,10	17,19	117,59	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-23-20	20,31	1181,10	17,19	200,58	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-1	20,31	1181,10	17,19	31,80	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-2	20,31	1181,10	17,19	114,79	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-3	20,31	1181,10	17,19	197,48	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-4	20,31	1181,10	17,19	280,46	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 3-24-5	20,31	1181,10	17,19	19,80	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm ²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm ²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-24-6	20,31	1181,10	17,19	102,79	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-7	20,31	1181,10	17,19	185,48	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-8	20,31	1181,10	17,19	268,46	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 3-24-9	20,31	1181,10	17,19	3,49	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-10	20,31	1181,10	17,19	86,47	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-11	20,31	1181,10	17,19	169,16	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-12	20,31	1181,10	17,19	252,14	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-24-13	20,31	1181,10	17,19	19,01	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-14	20,31	1181,10	17,19	102,00	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-15	20,31	1181,10	17,19	184,69	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-16	20,31	1181,10	17,19	267,67	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-24-17	20,31	1181,10	17,19	31,03	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-18	20,31	1181,10	17,19	114,01	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-19	20,31	1181,10	17,19	196,70	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-24-20	20,31	1181,10	17,19	279,68	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-25-1	20,31	1181,10	17,19	31,56	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-2	20,31	1181,10	17,19	114,55	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-3	20,31	1181,10	17,19	197,24	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-4	20,31	1181,10	17,19	280,22	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-25-5	20,31	1181,10	17,19	19,56	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-6	20,31	1181,10	17,19	102,55	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-7	20,31	1181,10	17,19	185,24	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-8	20,31	1181,10	17,19	268,22	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-25-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-25-13	20,31	1181,10	17,19	18,78	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-14	20,31	1181,10	17,19	101,76	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-15	20,31	1181,10	17,19	184,45	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-16	20,31	1181,10	17,19	267,43	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-25-17	20,31	1181,10	17,19	30,79	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-18	20,31	1181,10	17,19	113,77	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-19	20,31	1181,10	17,19	196,46	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-25-20	20,31	1181,10	17,19	279,44	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-26-1	20,31	1181,10	17,19	31,62	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-2	20,31	1181,10	17,19	114,61	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-3	20,31	1181,10	17,19	197,29	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-4	20,31	1181,10	17,19	280,28	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-26-5	20,31	1181,10	17,19	19,62	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-6	20,31	1181,10	17,19	102,61	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-7	20,31	1181,10	17,19	185,29	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-8	20,31	1181,10	17,19	268,28	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 3-26-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-10	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-12	20,31	1181,10	17,19	251,58	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-26-13	20,31	1181,10	17,19	18,83	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-14	20,31	1181,10	17,19	101,82	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-15	20,31	1181,10	17,19	184,50	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-16	20,31	1181,10	17,19	267,49	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 3-26-17	20,31	1181,10	17,19	30,84	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-18	20,31	1181,10	17,19	113,83	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-19	20,31	1181,10	17,19	196,51	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-26-20	20,31	1181,10	17,19	279,50	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 3-27-1	20,31	1181,10	17,19	31,74	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-2	20,31	1181,10	17,19	114,73	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-3	20,31	1181,10	17,19	197,41	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-4	20,31	1181,10	17,19	280,40	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 3-27-5	20,31	1181,10	17,19	19,74	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-6	20,31	1181,10	17,19	102,73	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-7	20,31	1181,10	17,19	185,41	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-8	20,31	1181,10	17,19	268,40	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-27-9	20,31	1181,10	17,19	2,94	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-10	20,31	1181,10	17,19	85,92	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-11	20,31	1181,10	17,19	168,61	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-12	20,31	1181,10	17,19	251,59	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 3-27-13	20,31	1181,10	17,19	18,95	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-14	20,31	1181,10	17,19	101,94	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-15	20,31	1181,10	17,19	184,63	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-16	20,31	1181,10	17,19	267,61	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-27-17	20,31	1181,10	17,19	30,97	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-18	20,31	1181,10	17,19	113,95	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-19	20,31	1181,10	17,19	196,65	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-27-20	20,31	1181,10	17,19	279,63	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-28-1	20,31	1181,10	17,19	31,78	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-2	20,31	1181,10	17,19	114,77	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-3	20,31	1181,10	17,19	197,47	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-4	20,31	1181,10	17,19	280,45	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-28-5	20,31	1181,10	17,19	19,78	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-6	20,31	1181,10	17,19	102,77	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-7	20,31	1181,10	17,19	185,47	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-8	20,31	1181,10	17,19	268,45	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 3-28-9	20,31	1181,10	17,19	3,84	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-10	20,31	1181,10	17,19	86,83	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-11	20,31	1181,10	17,19	169,51	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-12	20,31	1181,10	17,19	252,48	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-28-13	20,31	1181,10	17,19	19,90	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-14	20,31	1181,10	17,19	102,89	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-15	20,31	1181,10	17,19	185,56	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-16	20,31	1181,10	17,19	268,54	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 3-28-17	20,31	1181,10	17,19	113,22	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-18	20,31	1181,10	17,19	196,85	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 3-28-19	20,31	1181,10	17,19	279,83	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 3-28-20	20,31	1181,10	17,19	208,31	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-1	20,31	1181,10	17,19	115,24	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-2	20,31	1181,10	17,19	198,88	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-3	20,31	1181,10	17,19	281,83	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-1-4	20,31	1181,10	17,19	364,55	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-1-5	20,31	1181,10	17,19	103,15	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-6	20,31	1181,10	17,19	186,79	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-7	20,31	1181,10	17,19	269,75	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-1-8	20,31	1181,10	17,19	352,46	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-1-9	20,31	1181,10	17,19	2,92	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-10	20,31	1181,10	17,19	85,86	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-11	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-12	20,31	1181,10	17,19	18,87	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-13	20,31	1181,10	17,19	101,79	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-14	20,31	1181,10	17,19	184,54	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-15	20,31	1181,10	17,19	112,54	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-16	20,31	1181,10	17,19	196,17	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-1-17	20,31	1181,10	17,19	207,80	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-1	20,31	1181,10	17,19	20,51	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-2	20,31	1181,10	17,19	104,16	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-3	20,31	1181,10	17,19	187,14	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-4	20,31	1181,10	17,19	269,83	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-2-5	20,31	1181,10	17,19	352,82	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-2-6	20,31	1181,10	17,19	2,94	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-7	20,31	1181,10	17,19	86,59	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-8	20,31	1181,10	17,19	169,57	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-9	20,31	1181,10	17,19	252,26	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-2-10	20,31	1181,10	17,19	335,25	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-2-11	20,31	1181,10	17,19	19,48	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-12	20,31	1181,10	17,19	103,17	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-13	20,31	1181,10	17,19	186,15	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-14	20,31	1181,10	17,19	268,84	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-2-15	20,31	1181,10	17,19	31,42	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-16	20,31	1181,10	17,19	115,10	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-17	20,31	1181,10	17,19	198,07	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-2-18	20,31	1181,10	17,19	280,77	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-1	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-2	20,31	1181,10	17,19	86,55	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-3	20,31	1181,10	17,19	169,54	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-4	20,31	1181,10	17,19	252,23	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-5	20,31	1181,10	17,19	335,21	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-6	20,31	1181,10	17,19	20,31	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-7	20,31	1181,10	17,19	103,93	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-8	20,31	1181,10	17,19	186,91	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-9	20,31	1181,10	17,19	269,60	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-10	20,31	1181,10	17,19	352,59	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-11	20,31	1181,10	17,19	32,20	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-3-12	20,31	1181,10	17,19	115,85	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-13	20,31	1181,10	17,19	198,83	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-14	20,31	1181,10	17,19	281,52	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-15	20,31	1181,10	17,19	364,50	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-16	20,31	1181,10	17,19	21,29	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-17	20,31	1181,10	17,19	104,91	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-18	20,31	1181,10	17,19	187,89	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-3-19	20,31	1181,10	17,19	270,58	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 4-3-20	20,31	1181,10	17,19	353,57	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-1	20,31	1181,10	17,19	22,00	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-2	20,31	1181,10	17,19	105,62	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-3	20,31	1181,10	17,19	188,61	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-4	20,31	1181,10	17,19	271,30	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-5	20,31	1181,10	17,19	354,28	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-6	20,31	1181,10	17,19	2,92	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-7	20,31	1181,10	17,19	86,53	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-8	20,31	1181,10	17,19	169,52	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-9	20,31	1181,10	17,19	252,21	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-10	20,31	1181,10	17,19	335,19	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-11	20,31	1181,10	17,19	21,03	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-12	20,31	1181,10	17,19	104,65	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-13	20,31	1181,10	17,19	187,63	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-14	20,31	1181,10	17,19	270,32	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-15	20,31	1181,10	17,19	353,30	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-16	20,31	1181,10	17,19	32,95	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-17	20,31	1181,10	17,19	116,56	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-18	20,31	1181,10	17,19	199,54	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-4-19	20,31	1181,10	17,19	282,23	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-4-20	20,31	1181,10	17,19	365,22	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-1	20,31	1181,10	17,19	22,65	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-2	20,31	1181,10	17,19	106,30	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-3	20,31	1181,10	17,19	189,28	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-4	20,31	1181,10	17,19	271,97	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-5	20,31	1181,10	17,19	354,95	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-6	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-7	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-8	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-9	20,31	1181,10	17,19	252,25	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-10	20,31	1181,10	17,19	335,23	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-11	20,31	1181,10	17,19	21,67	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-12	20,31	1181,10	17,19	105,32	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-13	20,31	1181,10	17,19	188,30	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-14	20,31	1181,10	17,19	270,99	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-15	20,31	1181,10	17,19	353,98	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-16	20,31	1181,10	17,19	33,59	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-17	20,31	1181,10	17,19	117,23	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-5-18	20,31	1181,10	17,19	200,21	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-5-19	20,31	1181,10	17,19	282,90	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-5-20	20,31	1181,10	17,19	365,89	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-1	20,31	1181,10	17,19	23,36	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-2	20,31	1181,10	17,19	107,01	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-3	20,31	1181,10	17,19	189,99	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-4	20,31	1181,10	17,19	272,68	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-5	20,31	1181,10	17,19	355,67	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-6	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-7	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-8	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-9	20,31	1181,10	17,19	252,25	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-10	20,31	1181,10	17,19	335,23	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-11	20,31	1181,10	17,19	22,38	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-12	20,31	1181,10	17,19	106,03	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-13	20,31	1181,10	17,19	189,01	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-14	20,31	1181,10	17,19	271,70	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-15	20,31	1181,10	17,19	354,69	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-16	20,31	1181,10	17,19	34,30	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-17	20,31	1181,10	17,19	117,94	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-18	20,31	1181,10	17,19	200,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-6-19	20,31	1181,10	17,19	283,62	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-6-20	20,31	1181,10	17,19	366,60	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-7-1	20,31	1181,10	17,19	24,07	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-2	20,31	1181,10	17,19	107,72	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-3	20,31	1181,10	17,19	190,71	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-4	20,31	1181,10	17,19	273,39	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-7-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-6	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-7	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-8	20,31	1181,10	17,19	252,25	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-7-9	20,31	1181,10	17,19	23,10	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-10	20,31	1181,10	17,19	106,74	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-11	20,31	1181,10	17,19	189,73	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-12	20,31	1181,10	17,19	272,41	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 4-7-13	20,31	1181,10	17,19	35,01	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-14	20,31	1181,10	17,19	118,66	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-15	20,31	1181,10	17,19	201,64	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-7-16	20,31	1181,10	17,19	284,33	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-8-1	20,31	1181,10	17,19	24,78	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-2	20,31	1181,10	17,19	108,43	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-3	20,31	1181,10	17,19	191,42	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-4	20,31	1181,10	17,19	274,10	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-8-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-6	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-7	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-8	20,31	1181,10	17,19	252,25	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-8-9	20,31	1181,10	17,19	23,81	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-8-10	20,31	1181,10	17,19	107,45	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-11	20,31	1181,10	17,19	190,44	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-12	20,31	1181,10	17,19	273,13	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-8-13	20,31	1181,10	17,19	35,72	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-14	20,31	1181,10	17,19	119,37	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-15	20,31	1181,10	17,19	202,35	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-8-16	20,31	1181,10	17,19	285,04	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-9-1	20,31	1181,10	17,19	25,50	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-2	20,31	1181,10	17,19	109,14	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-3	20,31	1181,10	17,19	192,13	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-4	20,31	1181,10	17,19	274,82	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-9-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-6	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-7	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-8	20,31	1181,10	17,19	252,25	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 4-9-9	20,31	1181,10	17,19	24,52	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-10	20,31	1181,10	17,19	108,17	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-11	20,31	1181,10	17,19	191,15	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-12	20,31	1181,10	17,19	273,84	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-9-13	20,31	1181,10	17,19	36,43	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-14	20,31	1181,10	17,19	120,08	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-15	20,31	1181,10	17,19	203,07	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-9-16	20,31	1181,10	17,19	285,75	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 4-10-1	20,31	1181,10	17,19	26,21	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-2	20,31	1181,10	17,19	109,85	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-3	20,31	1181,10	17,19	192,84	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-4	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-5	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-6	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-7	20,31	1181,10	17,19	25,23	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-8	20,31	1181,10	17,19	108,88	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-9	20,31	1181,10	17,19	191,86	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-10	20,31	1181,10	17,19	37,14	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-11	20,31	1181,10	17,19	120,79	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-12	20,31	1181,10	17,19	203,78	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-13	20,31	1181,10	17,19	286,46	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-10-14	20,31	1181,10	17,19	38,30	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-15	20,31	1181,10	17,19	121,95	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-10-16	20,31	1181,10	17,19	204,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-1	20,31	1181,10	17,19	39,37	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-2	20,31	1181,10	17,19	123,01	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-3	20,31	1181,10	17,19	206,00	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-4	20,31	1181,10	17,19	27,28	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-5	20,31	1181,10	17,19	110,92	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-6	20,31	1181,10	17,19	193,91	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-8	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-11-9	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-10	20,31	1181,10	17,19	26,30	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-11	20,31	1181,10	17,19	109,94	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-12	20,31	1181,10	17,19	192,92	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-13	20,31	1181,10	17,19	38,21	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-14	20,31	1181,10	17,19	121,86	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-15	20,31	1181,10	17,19	204,84	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-16	20,31	1181,10	17,19	50,13	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-17	20,31	1181,10	17,19	133,77	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-11-18	20,31	1181,10	17,19	216,76	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-1	20,31	1181,10	17,19	3,49	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-2	20,31	1181,10	17,19	87,13	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-3	20,31	1181,10	17,19	27,37	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-4	20,31	1181,10	17,19	111,02	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-5	20,31	1181,10	17,19	39,29	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-6	20,31	1181,10	17,19	122,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-7	20,31	1181,10	17,19	205,92	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-8	20,31	1181,10	17,19	51,20	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-9	20,31	1181,10	17,19	134,85	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-10	20,31	1181,10	17,19	217,83	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-11	20,31	1181,10	17,19	28,92	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-12	20,31	1181,10	17,19	112,56	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-13	20,31	1181,10	17,19	53,10	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-14	20,31	1181,10	17,19	41,01	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-12-15	20,31	1181,10	17,19	124,66	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-1	20,31	1181,10	17,19	42,26	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-2	20,31	1181,10	17,19	125,90	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-3	20,31	1181,10	17,19	30,17	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-4	20,31	1181,10	17,19	113,81	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-5	20,31	1181,10	17,19	3,49	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-6	20,31	1181,10	17,19	87,13	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-7	20,31	1181,10	17,19	29,19	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-8	20,31	1181,10	17,19	112,83	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-9	20,31	1181,10	17,19	41,10	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-10	20,31	1181,10	17,19	124,75	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-11	20,31	1181,10	17,19	53,02	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-12	20,31	1181,10	17,19	136,66	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-13	20,31	1181,10	17,19	148,58	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-14	20,31	1181,10	17,19	54,34	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-13-15	20,31	1181,10	17,19	137,99	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-1	20,31	1181,10	17,19	92,01	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-2	20,31	1181,10	17,19	79,92	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-3	20,31	1181,10	17,19	67,83	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-4	20,31	1181,10	17,19	55,73	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-5	20,31	1181,10	17,19	43,64	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-6	20,31	1181,10	17,19	31,55	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-14-8	20,31	1181,10	17,19	30,57	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-9	20,31	1181,10	17,19	42,48	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-10	20,31	1181,10	17,19	54,40	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-11	20,31	1181,10	17,19	66,31	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-12	20,31	1181,10	17,19	78,23	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-13	20,31	1181,10	17,19	90,14	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-14	20,31	1181,10	17,19	102,06	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-14-15	20,31	1181,10	17,19	185,70	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-1	20,31	1181,10	17,19	160,27	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-2	20,31	1181,10	17,19	243,26	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-15-3	20,31	1181,10	17,19	148,11	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-4	20,31	1181,10	17,19	231,10	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-5	20,31	1181,10	17,19	135,94	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-6	20,31	1181,10	17,19	218,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-7	20,31	1181,10	17,19	123,78	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-8	20,31	1181,10	17,19	206,76	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-9	20,31	1181,10	17,19	37,19	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-10	20,31	1181,10	17,19	24,82	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-11	20,31	1181,10	17,19	3,49	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-12	20,31	1181,10	17,19	23,28	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-13	20,31	1181,10	17,19	34,91	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-14	20,31	1181,10	17,19	46,60	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-15	20,31	1181,10	17,19	58,23	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-16	20,31	1181,10	17,19	69,31	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-15-17	20,31	1181,10	17,19	80,94	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-1	20,31	1181,10	17,19	33,12	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-2	20,31	1181,10	17,19	116,11	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-3	20,31	1181,10	17,19	20,95	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-4	20,31	1181,10	17,19	103,94	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-5	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-6	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-7	20,31	1181,10	17,19	19,82	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-8	20,31	1181,10	17,19	102,81	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-9	20,31	1181,10	17,19	31,66	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-10	20,31	1181,10	17,19	114,64	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-11	20,31	1181,10	17,19	43,49	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-12	20,31	1181,10	17,19	126,48	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-13	20,31	1181,10	17,19	55,33	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-14	20,31	1181,10	17,19	138,32	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-15	20,31	1181,10	17,19	57,46	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-16	20,31	1181,10	17,19	45,29	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-16-17	20,31	1181,10	17,19	128,27	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-1	20,31	1181,10	17,19	378,34	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-17-2	20,31	1181,10	17,19	461,98	11,811	16	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-3	20,31	1181,10	17,19	389,97	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-17-4	20,31	1181,10	17,19	473,61	11,811	16	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-5	20,31	1181,10	17,19	401,60	11,811	16	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x16mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-17-6	20,31	1181,10	17,19	485,25	11,811	16	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-7	20,31	1181,10	17,19	413,23	11,811	16	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-8	20,31	1181,10	17,19	496,88	11,811	16	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-9	20,31	1181,10	17,19	424,86	11,811	16	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-10	20,31	1181,10	17,19	508,51	11,811	16	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x16mm2)
String 4-17-11	20,31	1181,10	17,19	139,21	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-12	20,31	1181,10	17,19	222,85	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-13	20,31	1181,10	17,19	43,42	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-14	20,31	1181,10	17,19	31,05	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-15	20,31	1181,10	17,19	18,68	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-16	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-17	20,31	1181,10	17,19	151,57	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-17-18	20,31	1181,10	17,19	235,22	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-1	20,31	1181,10	17,19	36,71	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-2	20,31	1181,10	17,19	120,36	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-3	20,31	1181,10	17,19	203,35	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-4	20,31	1181,10	17,19	24,35	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-5	20,31	1181,10	17,19	107,99	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-6	20,31	1181,10	17,19	190,98	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-8	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-9	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-10	20,31	1181,10	17,19	22,81	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-11	20,31	1181,10	17,19	106,46	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-12	20,31	1181,10	17,19	189,44	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-13	20,31	1181,10	17,19	34,44	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-14	20,31	1181,10	17,19	118,09	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-15	20,31	1181,10	17,19	49,08	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-16	20,31	1181,10	17,19	132,73	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-18-17	20,31	1181,10	17,19	215,71	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-1	20,31	1181,10	17,19	28,77	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-2	20,31	1181,10	17,19	112,41	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-3	20,31	1181,10	17,19	195,40	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-4	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-5	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-6	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-7	20,31	1181,10	17,19	27,23	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-8	20,31	1181,10	17,19	110,87	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-9	20,31	1181,10	17,19	193,86	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-10	20,31	1181,10	17,19	38,86	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-11	20,31	1181,10	17,19	122,51	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-12	20,31	1181,10	17,19	205,49	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-13	20,31	1181,10	17,19	193,11	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-14	20,31	1181,10	17,19	275,80	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-19-15	20,31	1181,10	17,19	358,78	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-19-16	20,31	1181,10	17,19	110,13	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-17	20,31	1181,10	17,19	122,49	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-19-18	20,31	1181,10	17,19	205,48	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-19-19	20,31	1181,10	17,19	288,17	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-19-20	20,31	1181,10	17,19	371,15	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-20-1	20,31	1181,10	17,19	32,52	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-2	20,31	1181,10	17,19	115,50	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-3	20,31	1181,10	17,19	198,19	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-4	20,31	1181,10	17,19	20,15	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-5	20,31	1181,10	17,19	103,14	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-6	20,31	1181,10	17,19	185,82	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-8	20,31	1181,10	17,19	85,91	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-9	20,31	1181,10	17,19	168,60	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-10	20,31	1181,10	17,19	18,61	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-11	20,31	1181,10	17,19	101,60	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-12	20,31	1181,10	17,19	184,29	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-13	20,31	1181,10	17,19	30,25	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-14	20,31	1181,10	17,19	113,23	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-15	20,31	1181,10	17,19	195,92	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-16	20,31	1181,10	17,19	278,90	11,811	10	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x10mm2)
String 4-20-17	20,31	1181,10	17,19	209,34	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-20-18	20,31	1181,10	17,19	292,33	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-20-19	20,31	1181,10	17,19	375,01	11,811	10	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x10mm2)
String 4-21-1	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-2	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-3	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-4	20,31	1181,10	17,19	252,24	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-21-5	20,31	1181,10	17,19	18,79	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-6	20,31	1181,10	17,19	102,44	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-7	20,31	1181,10	17,19	185,42	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-8	20,31	1181,10	17,19	268,11	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 4-21-9	20,31	1181,10	17,19	30,62	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-10	20,31	1181,10	17,19	115,76	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-11	20,31	1181,10	17,19	198,74	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-12	20,31	1181,10	17,19	281,43	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-21-13	20,31	1181,10	17,19	19,94	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-14	20,31	1181,10	17,19	103,58	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-15	20,31	1181,10	17,19	186,57	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-21-16	20,31	1181,10	17,19	269,25	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 4-21-17	20,31	1181,10	17,19	32,11	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-1	20,31	1181,10	17,19	33,84	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-2	20,31	1181,10	17,19	117,48	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-3	20,31	1181,10	17,19	200,47	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-4	20,31	1181,10	17,19	283,16	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-22-5	20,31	1181,10	17,19	21,66	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-6	20,31	1181,10	17,19	105,31	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-7	20,31	1181,10	17,19	188,29	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-8	20,31	1181,10	17,19	270,98	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-22-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-10	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-11	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-12	20,31	1181,10	17,19	252,24	11,811	10	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x10mm2)
String 4-22-13	20,31	1181,10	17,19	20,52	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-14	20,31	1181,10	17,19	104,16	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-15	20,31	1181,10	17,19	187,15	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-16	20,31	1181,10	17,19	269,84	11,811	10	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-22-17	20,31	1181,10	17,19	32,35	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-18	20,31	1181,10	17,19	115,99	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-19	20,31	1181,10	17,19	198,98	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-22-20	20,31	1181,10	17,19	281,66	11,811	10	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-23-1	20,31	1181,10	17,19	35,56	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-2	20,31	1181,10	17,19	119,21	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-3	20,31	1181,10	17,19	202,20	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-4	20,31	1181,10	17,19	284,88	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-23-5	20,31	1181,10	17,19	23,39	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-6	20,31	1181,10	17,19	107,03	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-7	20,31	1181,10	17,19	190,02	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-8	20,31	1181,10	17,19	272,71	11,811	10	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x10mm2)
String 4-23-9	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-10	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-11	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-12	20,31	1181,10	17,19	252,24	11,811	10	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x10mm2)
String 4-23-13	20,31	1181,10	17,19	22,24	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-14	20,31	1181,10	17,19	105,89	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-15	20,31	1181,10	17,19	188,88	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-16	20,31	1181,10	17,19	271,56	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-23-17	20,31	1181,10	17,19	34,07	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-18	20,31	1181,10	17,19	117,72	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-19	20,31	1181,10	17,19	200,70	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-23-20	20,31	1181,10	17,19	283,39	11,811	10	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x10mm2)
String 4-24-1	20,31	1181,10	17,19	25,11	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-2	20,31	1181,10	17,19	108,76	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-3	20,31	1181,10	17,19	191,75	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-4	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-5	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-6	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-7	20,31	1181,10	17,19	252,25	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)
String 4-24-8	20,31	1181,10	17,19	23,97	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-9	20,31	1181,10	17,19	107,62	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-10	20,31	1181,10	17,19	190,60	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-11	20,31	1181,10	17,19	273,29	11,811	10	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x10mm2)
String 4-24-12	20,31	1181,10	17,19	35,80	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-13	20,31	1181,10	17,19	119,44	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-14	20,31	1181,10	17,19	202,43	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-15	20,31	1181,10	17,19	285,12	11,811	10	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x10mm2)

DATOS DEL TRAMO					CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kW]	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	SECCIÓN [mm²]	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
String 4-24-16	20,31	1181,10	17,19	37,29	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-17	20,31	1181,10	17,19	120,93	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-24-18	20,31	1181,10	17,19	203,92	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-1	20,31	1181,10	17,19	39,01	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-2	20,31	1181,10	17,19	122,66	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-3	20,31	1181,10	17,19	205,65	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-4	20,31	1181,10	17,19	26,84	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-5	20,31	1181,10	17,19	110,49	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-6	20,31	1181,10	17,19	193,47	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-8	20,31	1181,10	17,19	86,57	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-9	20,31	1181,10	17,19	169,56	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-10	20,31	1181,10	17,19	25,70	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-11	20,31	1181,10	17,19	109,34	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-12	20,31	1181,10	17,19	192,33	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-13	20,31	1181,10	17,19	37,52	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-14	20,31	1181,10	17,19	121,17	11,811	6	21,49	0,55	1,00	1,28	30,52	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-15	20,31	1181,10	17,19	204,16	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-16	20,31	1181,10	17,19	134,90	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-25-17	20,31	1181,10	17,19	217,88	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-1	20,31	1181,10	17,19	85,18	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-2	20,31	1181,10	17,19	72,81	11,811	6	21,49	0,45	1,00	1,28	37,31	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-3	20,31	1181,10	17,19	60,44	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-4	20,31	1181,10	17,19	48,07	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-5	20,31	1181,10	17,19	35,71	11,811	6	21,49	0,48	1,00	1,28	34,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-6	20,31	1181,10	17,19	23,34	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-7	20,31	1181,10	17,19	2,93	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-8	20,31	1181,10	17,19	21,80	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-9	20,31	1181,10	17,19	33,43	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-10	20,31	1181,10	17,19	116,42	11,811	6	21,49	0,70	1,00	1,28	23,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-11	20,31	1181,10	17,19	45,06	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-12	20,31	1181,10	17,19	128,05	11,811	6	21,49	0,54	1,00	1,28	31,09	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-13	20,31	1181,10	17,19	56,70	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-14	20,31	1181,10	17,19	139,68	11,811	6	21,49	0,65	1,00	1,28	25,83	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-15	20,31	1181,10	17,19	68,33	11,811	6	21,49	0,47	1,00	1,28	35,72	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-16	20,31	1181,10	17,19	151,31	11,811	6	21,49	0,50	1,00	1,28	33,58	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-17	20,31	1181,10	17,19	79,96	11,811	6	21,49	0,60	1,00	1,28	27,98	6	2x(1x6mm2)
String 4-26-18	20,31	1181,10	17,19	162,95	11,811	6	21,49	0,52	1,00	1,28	32,29	6	2x(1x6mm2)

14.4 Resultado Cálculo de cableado CA Baja Tensión

DATOS DEL TRAMO						CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kVA]	COS(φ)	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	CONDUCTOR	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm²]	CONDUCTOR ELEGIDO
Inverter INV 1-1	352,00	0,90	800,00	254,03	74,59	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 1-2	352,00	0,90	800,00	254,03	233,17	16,00	1x(3x300mm2)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 1-3	352,00	0,90	800,00	254,03	179,18	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 1-4	352,00	0,90	800,00	254,03	143,19	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 1-5	352,00	0,90	800,00	254,03	119,19	16,00	1x(3x120mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 1-6	352,00	0,90	800,00	254,03	109,25	16,00	1x(3x120mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-1	352,00	0,90	800,00	254,03	198,13	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-2	352,00	0,90	800,00	254,03	162,09	16,00	1x(3x185mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-3	352,00	0,90	800,00	254,03	126,04	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-4	352,00	0,90	800,00	254,03	90,00	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-5	352,00	0,90	800,00	254,03	53,96	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-6	352,00	0,90	800,00	254,03	19,11	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-7	352,00	0,90	800,00	254,03	72,89	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-8	352,00	0,90	800,00	254,03	144,86	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-9	352,00	0,90	800,00	254,03	191,89	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-10	352,00	0,90	800,00	254,03	137,95	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-11	352,00	0,90	800,00	254,03	96,00	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-12	352,00	0,90	800,00	254,03	60,04	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-13	352,00	0,90	800,00	254,03	71,07	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-14	352,00	0,90	800,00	254,03	48,74	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-15	352,00	0,90	800,00	254,03	84,81	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-16	352,00	0,90	800,00	254,03	120,85	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-17	352,00	0,90	800,00	254,03	156,90	16,00	1x(3x185mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-18	352,00	0,90	800,00	254,03	192,94	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 2-19	352,00	0,90	800,00	254,03	228,99	16,00	1x(3x300mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-20	352,00	0,90	800,00	254,03	372,39	16,00	2x(3x240mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-21	352,00	0,90	800,00	254,03	421,84	16,00	2x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-22	352,00	0,90	800,00	254,03	419,66	16,00	2x(3x240mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 2-23	352,00	0,90	800,00	254,03	468,14	16,00	2x(3x300mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x300mm2)	3x(2x300mm2)
Inverter INV 2-24	352,00	0,90	800,00	254,03	522,69	16,00	3x(3x240mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(3x240mm2)	3x(3x240mm2)
Inverter INV 2-25	352,00	0,90	800,00	254,03	583,48	16,00	3x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(3x240mm2)	3x(3x240mm2)
Inverter INV 2-26	352,00	0,90	800,00	254,03	635,82	16,00	3x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(3x240mm2)	3x(3x240mm2)
Inverter INV 3-1	352,00	0,90	800,00	254,03	96,64	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-2	352,00	0,90	800,00	254,03	126,39	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 3-3	352,00	0,90	800,00	254,03	156,42	16,00	1x(3x185mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-4	352,00	0,90	800,00	254,03	186,45	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-5	352,00	0,90	800,00	254,03	216,47	16,00	1x(3x300mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-6	352,00	0,90	800,00	254,03	306,56	16,00	2x(3x185mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 3-7	352,00	0,90	800,00	254,03	44,23	16,00	1x(3x70mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-8	352,00	0,90	800,00	254,03	261,59	16,00	2x(3x150mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-9	352,00	0,90	800,00	254,03	75,42	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-10	352,00	0,90	800,00	254,03	129,47	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-11	352,00	0,90	800,00	254,03	183,51	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-12	352,00	0,90	800,00	254,03	361,04	16,00	2x(3x240mm2)	317,54	0,50	1,00	1,50	0,75	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 3-13	352,00	0,90	800,00	254,03	313,04	16,00	2x(3x185mm2)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-14	352,00	0,90	800,00	254,03	271,04	16,00	2x(3x150mm2)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-15	352,00	0,90	800,00	254,03	241,03	16,00	1x(3x300mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 3-16	352,00	0,90	800,00	254,03	211,03	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-17	352,00	0,90	800,00	254,03	187,03	16,00	1x(3x240mm2)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-18	352,00	0,90	800,00	254,03	163,03	16,00	1x(3x185mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 3-19	352,00	0,90	800,00	254,03	139,03	16,00	1x(3x150mm2)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm2)	3x(2x240mm2)
Inverter INV 3-20	352,00	0,90	800,00	254,03	109,03	16,00	1x(3x120mm2)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)
Inverter INV 3-21	352,00	0,90	800,00	254,03	79,03	16,00	1x(3x95mm2)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm2)	3x(2x185mm2)

DATOS DEL TRAMO						CAÍDA DE TENSIÓN		INTENSIDAD ADMISIBLE						RESULTADO
TRAMO	POTENCIA [kVA]	COS(ϕ)	TENSIÓN [V]	INTENSIDAD [A]	LONGITUD [m]	ΔU MÁX [V]	CONDUCTOR	I MAYORADA [A]	F1 AGRUPAMIENTO	F2 TEMPERATURA	F3 RESISTIVIDAD	I MÍNIMA [A]	SECCIÓN [mm ²]	CONDUCTOR ELEGIDO
Inverter INV 3-22	352,00	0,90	800,00	254,03	49,03	16,00	1x(3x70mm ²)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm ²)	3x(2x240mm ²)
Inverter INV 3-23	352,00	0,90	800,00	254,03	90,28	16,00	1x(3x95mm ²)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm ²)	3x(2x185mm ²)
Inverter INV 3-24	352,00	0,90	800,00	254,03	66,62	16,00	1x(3x70mm ²)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x185mm ²)	3x(2x185mm ²)
Inverter INV 3-25	352,00	0,90	800,00	254,03	246,50	16,00	1x(3x300mm ²)	317,54	0,52	1,00	1,50	0,78	3x(2x185mm ²)	3x(2x185mm ²)
Inverter INV 3-26	352,00	0,90	800,00	254,03	276,53	16,00	2x(3x150mm ²)	317,54	0,47	1,00	1,50	0,71	3x(2x185mm ²)	3x(2x185mm ²)
Inverter INV 3-27	352,00	0,90	800,00	254,03	336,59	16,00	2x(3x185mm ²)	317,54	0,45	1,00	1,50	0,68	3x(2x240mm ²)	3x(2x240mm ²)
Inverter INV 3-28	352,00	0,90	800,00	254,03	366,61	16,00	2x(3x240mm ²)	317,54	0,48	1,00	1,50	0,72	3x(2x240mm ²)	3x(2x240mm ²)

14.5 Pliego de Condiciones

ÍNDICE

1.	Objeto y Campo de aplicación	2
2.	Pliego de Condiciones Generales	3
2.1.	Códigos y normas	3
3.	Pliego de Condiciones Técnicas.....	8
3.1.	Generalidades	8
3.2.	Diseño	10
3.3.	Módulos PV	11
3.4.	Estructura	11
3.5.	Inversores	13
3.6.	Transformadores.....	14
3.7.	Cabinas del transformador	14
3.8.	Estación de conmutación MV	15
3.9.	Alimentación de servicios auxiliares	15
3.10.	Cables de potencia (BT/MT).....	16
3.11.	Equipo de medición	21
3.12.	Protecciones	22
3.13.	Tableros eléctricos.....	23
3.14.	Preparación del terreno y obra civil.....	23
3.15.	Caminos	25
3.16.	Zanjas.....	26
3.17.	Vallado.....	26
3.18.	Estaciones meteorológicas	27
3.19.	Monitorización y control del sistema.....	28
3.20.	Interfaz Scada local	33
3.21.	Comunicaciones internas y externas del sistema.....	34
3.22.	Seguridad del sistema	34
3.23.	Edificio del sitio	35
3.24.	Puesta en marcha	37
3.25.	Manuales y procedimientos (incluyendo las recomendaciones del fabricante).....	38
3.26.	Piezas de repuesto.....	38
3.27.	Manual de operaciones y mantenimiento.....	38

1. Objeto y Campo de aplicación

El objeto del presente documento es definir los requisitos y características técnicas para la realización del montaje y puesta en servicio de las infraestructuras eléctricas correspondientes a la Planta Fotovoltaica Carrero Solar.

2. Pliego de Condiciones Generales

2.1. CÓDIGOS Y NORMAS

Además de la normativa legal vigente de obligado cumplimiento, serán de aplicación los códigos y normas en vigor, en su última edición, que se citan:

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifican distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 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-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera en el sistema eléctrico.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 560/2010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio.

- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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.
- Pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red establecidas por el IDAE en su apartado destinado a Instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica (PCT-C.-Julio 2011).
- Orden ETU/360/2018, de 6 de abril, por la que se establecen los valores de la retribución a la operación correspondientes al primer semestre natural del año 2018 y por la que se aprueba una instalación tipo y se establecen sus correspondientes parámetros retributivos, aplicables a determinadas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Orden ETU/130/2017, de 17 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 semiperiodo regulatorio que tiene su inicio el 1 de enero de 2017.
- Orden IET/1045/2014, de 16 de junio, por la que se aprueban 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.
- Norma UNE 157701:2006, especialmente su Anexo A, sobre estructura de un proyecto de instalación eléctrica de Baja Tensión.
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Normas Autonómicas y Provinciales para este tipo de instalaciones.
- Normas Municipales para este tipo de instalaciones.

2.1.1. TRAZADO DE CAMINOS Y OBRA CIVIL

- Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

- Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden FOM/185/2017, de 10 de febrero, por la que modifican la Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2-IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras y la Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la norma 8.1-IC señalización vertical de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la norma 5.2 - IC drenaje superficial de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.1-IC "Secciones de firme", de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3459/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la norma 6.3-IC: "Rehabilitación de firmes", de la Instrucción de carreteras.
- Orden de 31 de agosto de 1987 sobre señalización, balizamiento, defensa, limpieza y terminación de obras fijas en vías fuera de poblado (Instrucción 8.3-IC Señalización de obra).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carreteras y puentes (PG-3/75), según Orden del Ministerio de Obras Públicas, de 2 de julio de 1976.
- Recomendaciones para el diseño de intersecciones.

2.1.2. SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 35/2014, de 26 de diciembre, por la que se modifica el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social en relación con el régimen jurídico de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto-ley 8/2019, de 8 de marzo, de medidas urgentes de protección social y de lucha contra la precariedad laboral en la jornada de trabajo.

- Real Decreto Legislativo 8/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 899/2015, de 9 de octubre, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 598/2015, de 3 de julio, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los servicios de prevención.
- Real Decreto 494/2012, de 9 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas, para incluir los riesgos de aplicación de plaguicidas.
- Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados a la exposición al ruido Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud de las obras de construcción, y sus posteriores modificaciones.

- 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 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el 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 486/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto. 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual y sus modificaciones posteriores.
- Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción vigente.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Demás disposiciones oficiales relativas a la prevención de riesgos laborales que pueda afectar a los trabajadores que realicen la obra.
- Normas de Administración Local.
- Disposiciones posteriores que modifiquen, anulen o complementen a las citadas.

Además, se tendrá en cuenta todo lo especificado en el Anexo N°5 de este proyecto “Estudio de Seguridad y Salud” a la hora de llevar a cabo las actividades necesarias.

3. Pliego de Condiciones Técnicas

3.1. GENERALIDADES

Este documento resume los requisitos mínimos del propietario para la Planta Solar Carrero Solar; la intención y el propósito es proporcionar al Contratista las directrices básicas mínimas para la ejecución de la ingeniería, adquisición, construcción, puesta en marcha, interconexión y pruebas de la Planta Solar.

- a. Los trabajos incluyen toda la mano de obra y el material necesarios para llevar a cabo la ingeniería, la adquisición, la construcción, las pruebas, la puesta en marcha, el funcionamiento y el mantenimiento de la Planta en régimen de llave en mano, incluyendo:
 1. Ingeniería preliminar y detallada emitida para la construcción de la planta.
 2. Adquisición, entrega e instalación de equipos y materiales.
 3. Trabajos en el lugar y preparación del terreno.
 4. Suministro e instalación de todo el equipo necesario para un planta solar en pleno funcionamiento.
 5. El resto de los trabajos de la planta, como zanjas, nivelación (si es necesario).
 6. Suministro e instalación de todo el cableado eléctrico de baja tensión de CC y CA de la Planta Solar, zanjas asociadas, puesta a tierra y conexiones a la planta de inversores.
 7. Suministro e instalación de todos los servicios auxiliares de la Planta Solar, cableado eléctrico de telefonía e Internet, antenas asociadas, zanjas y puesta a tierra.
 8. Instalación de los cables de MT desde las estaciones de conmutación hasta la Subestación Eléctrica Principal.
 9. Puesta en marcha y pruebas de funcionamiento en vacío y con carga.
 10. Coordinación con la empresa de servicios públicos y la autoridad legislativa según sea necesario para la construcción de la planta.
 11. Asistencia razonable para obtener todas las licencias en la medida necesaria.
 12. Todos los permisos del Contratista necesarios para la construcción de la planta (por ejemplo, permisos de construcción, si son necesarios).
 13. Cumplimiento de todas las leyes aplicables, incluso en lo que respecta a la salud y la seguridad y la responsabilidad de la seguridad del sitio y la salud y la seguridad de todos y cada uno de los subcontratistas, visitantes, etc.

14. Cumplimiento de las medidas a adoptar para la prevención y corrección de cualquier impacto ambiental definido en los permisos ambientales, durante y después de la construcción de la Planta Solar.
 15. Toda la seguridad en la obra desde el inicio de la construcción en la obra hasta la aceptación provisional.
 16. Entrega al propietario de la documentación final del proyecto (es decir, como planos de construcción, certificados de equipo, listas de suministros, informes de ejecución de pruebas, documentación de registro de la planta, etc.).
 17. Construcción de caminos de acceso asociados a las zonas de acceso y de ensayo de los contratistas.
 18. Condiciones generales.
 19. Manuales de O&M y entrenamiento.
 20. Piezas de repuesto en la medida en que el propietario lo autorice.
 21. Proporcionar actualizaciones semanales de los progresos e informes mensuales de la construcción.
- b. El diseño y la construcción de las obras para cumplir con todas las condiciones y reglamentos de los permisos aplicables.
 - c. El contratista es responsable de obtener todos los permisos, licencias y autorizaciones necesarias para la construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento de la planta, salvo los permisos designados específicamente como responsabilidad del propietario.
 - d. El contratista es responsable de la seguridad en la zona de las obras durante el período de construcción. El contratista no comenzará las actividades en la zona de las instalaciones antes del período de construcción sin la aprobación del propietario.
 - e. El propietario podrá emitir una o más notificaciones limitadas para proceder o notificaciones para proceder. Cada notificación de proceder para especificar el alcance de los trabajos que el contratista está autorizado a realizar y cualquier requisito especial aplicable a los mismos.
 - f. El contratista deberá presentar informes mensuales en los que se describa el progreso del proyecto y participar en reuniones mensuales de examen del proyecto y en conferencias telefónicas semanales de examen del proyecto.

- g. Todos los documentos relacionados con el proyecto estarán en inglés, excepto los documentos presentados a las autoridades locales, que se presentarán en el idioma local y se proporcionarán copias al propietario en inglés.
- h. Se instaló una amplia vía de comunicación de datos virtual con la documentación determinada y necesaria para el proyecto. Para facilitar la consulta, los documentos contenidos en la sala virtual de datos y a los que se hace referencia aquí se identificarán de la siguiente manera: “Carpeta de la sala de datos o nombre del documento” y en algunos casos contendrán enlaces directos a su ubicación en la sala virtual de datos (cargados antes de la fecha de entrada en vigor). El Contratista ha confirmado que ha examinado y descargado una copia de todos esos documentos de referencia.

3.2. DISEÑO

- a. El contratista diseñará la central para lograr un nivel de potencia máxima de 19,34 MW_{ac} en el punto de conexión, una potencia pico de 23,15 MW_{dc} y alcanzar las garantías de funcionamiento y el nivel de disponibilidad.
- b. La central se diseñará de manera que se reduzcan al mínimo las sombras y las pérdidas de energía.
- c. Las obras incluyen todo el alcance hasta el sistema de distribución eléctrica de MT, llevando los cables hasta las celdas de MT en la subestación eléctrica elevadora de 220/30 kV.
- d. La planta debe ser diseñada para un mínimo de 25 años de funcionamiento continuo en condiciones normales de operación sin necesidad de reemplazo o rehabilitación significativa.
- e. Todos los materiales y equipos empleados en la planta deben ajustarse a los requisitos del propietario, a las especificaciones del fabricante y a todas las leyes, códigos, reglamentos y otros requisitos aplicables.
- f. El funcionamiento normal de la planta no creará riesgos para las operaciones o el personal de mantenimiento. La planta debe incorporar todos los elementos de seguridad exigidos por los reglamentos nacionales y de servicios públicos aplicables.

3.3. MÓDULOS PV

- a. El módulo fotovoltaico es de 655 Wp según las hojas de especificaciones de los modelos de paneles.
- b. El contratista incluirá una contingencia para el porcentaje previsto de paneles que se prevé que se rompan o dañen durante el proceso de instalación, y/o durante el suministro o el transporte.
- c. El Contratista instalará los Paneles de conformidad con los requisitos aplicables del Proveedor de Paneles y dispondrá adecuadamente los paneles a fin de reducir al mínimo las pérdidas por desajuste.
- d. En caso de que el contratista descubra defectos o daños visibles en los paneles al abrir las cajas, el contratista fotografiará y documentará dichos paneles dañados, incluyendo el número de caja, el número de serie del panel, la fecha en que se descubrió la rotura y cualquier otra información pertinente. El contratista apartará esa caja y notificará al propietario y al proveedor de los paneles de esos daños de conformidad con el presente acuerdo.
- e. Los paneles deben tener datos de prueba de destello, resultados de pruebas de aislamiento y pruebas electroluminiscentes de la fábrica.
- f. Los paneles deben ser diseñados para soportar los patrones climáticos históricos.
- g. El contratista debe instalar módulos con degradación lineal garantizada/garantizada de acuerdo con los requisitos aplicables del fabricante de los módulos y disponerlos adecuadamente para minimizar las pérdidas por desajuste (teniendo en cuenta la capacidad de destello de cada módulo).
- h. El contratista deberá proporcionar una lista de la capacidad de destello.
- i. El contratista proporcionará una disposición en Excel con la posición de instalación de cada módulo y deberá clasificarse por potencia.

3.4. ESTRUCTURA

- a. Sistema con estructura en el suelo para ser usado para montar módulos fotovoltaicos, compatible con las condiciones geotécnicas del emplazamiento.
- b. El panel inferior del sistema de bastidor estará a 50 cm $\pm$ 5 cm del nivel del suelo en su máxima posición de giro.
- c. La diferencia máxima de altura (nivel de los módulos) entre 2 mesas de bastidor adyacentes será de 50 mm y no más de la mitad de la distancia entre las mesas.

- d. La estructura será de acero con la protección corrosiva adecuada para evitar la corrosión durante la vida útil de la planta. El diseño debe minimizar la corrosión galvánica, el par galvánico y/o la corrosión de cualquier tipo, incluyendo los postes de la estructura.
- e. Se inspeccionarán sistemáticamente todas y cada una de las partes de acero galvanizado o inoxidable del sistema de estructura en busca de mellas, y esas zonas expuestas se pintarán después de la instalación para reducir al mínimo la corrosión.
- f. La estructura de los módulos y el método de fijación permitirán la expansión térmica sin transmitir cargas excesivas a los paneles.
- g. La estructura y el método de fijación deberán ser aprobados para su uso por el proveedor de los paneles.
- h. No se permite perforar los paneles, salvo confirmación del fabricante.
- i. No habrá acero o hierro expuesto que no sea resistente a la corrosión.
- j. La estructura se adaptará a la forma del terreno lo más estrechamente posible para reducir el movimiento de tierra requerido.
- k. Estructura que asegure la estabilidad dadas las condiciones reales del suelo y el agua en el emplazamiento y que soporte las cargas de viento especificadas por las normas nacionales de construcción aplicables.
- l. La estructura y el método de fijación deberán ser aprobados por el fabricante del módulo. La configuración final, la inclinación, la altura y el espaciamiento están sujetos a la aprobación del propietario.
- m. Sistema de montaje que permita la facilidad de montaje y desmontaje de los módulos, así como su mantenimiento y limpieza.
- n. Los valores de par de todas las conexiones de tornillos se comprobarán in situ para verificar los valores establecidos en el cálculo estructural para el sistema de bastidor.
- o. La estructura y la instalación tendrán una garantía de al menos 10 años en cuanto a la estructura, una garantía de diseño de 25 años y una garantía de componentes electromecánicos de 5 años.
- p. El contratista obtendrá del propietario la aprobación del sistema de estructuras antes de cualquier orden de compra del sistema de estructuras. La aprobación se basará en la revisión interna del propietario (cálculo de la estructura según las

normas locales, así como para los procedimientos de selección de materiales y montaje).

- q. Después de las obras civiles y antes de la instalación de los cimientos del sistema de estructuras, el contratista realizará una prueba de extracción para verificar el cálculo teórico de los cimientos.
- r. Antes de la instalación del sistema de estructuras, el contratista presentará al propietario, para su revisión y aprobación, un plan de control de calidad.

3.5. INVERSORES

- a. Los inversores serán de última generación y se incorporarán:
 - 1. Encapsulados en contenedores apropiados, con control de temperatura y humedad y filtración de polvo.
 - 2. Funciones automatizadas para controlar las operaciones, el arranque y la parada y para simplificar la instalación.
 - 3. Sistemas avanzados para controlar la potencia y proporcionar altos niveles de eficiencia y rendimiento.
 - 4. Funcionalidad MPPT para optimizar la salida del campo fotovoltaico.
 - 5. Monitorización remota, control remoto y conexiones a PC para la adquisición y análisis de datos.
 - 6. Pantallas integradas para señales de alerta e información de medición;
 - 7. Interruptores LV.
 - 8. Fabricado específicamente para funcionar en las condiciones climáticas históricas del lugar del proyecto.
 - 9. Sistema de detección de aislamiento entre la tierra y el conductor en el lado de CA y CC (por ejemplo, a través de los relés Bender).
 - 10. Configuración: multi máster / 1 máster - resto esclavos / multi máster-esclavo, dependiendo del tipo de estructura utilizada y están sujetos a la aprobación del propietario.
- b. Si se trata de inversores exteriores, es necesario protegerlos adecuadamente de los elementos.
- c. Los inversores serán compatibles con la configuración del campo fotovoltaico y estarán sujetos a la aprobación del propietario.
- d. Los inversores deberán estar correctamente espaciados con el sistema de refrigeración por encima de las normas (especificación del fabricante).

- e. Los inversores tendrán una duración mínima de garantía de 5 años.

3.6. TRANSFORMADORES

- a. Los transformadores serán del tipo ONAN (se prefiere aceite vegetal o un fluido menos inflamable). Transformadores de pérdida reducida, se instalarán y dimensionarán correctamente para los inversores seleccionados y se fabricarán con una baja tasa de fallos y un alto rendimiento durante su vida útil.
- b. Pueden utilizarse transformadores con doble bobinado secundario.
- c. El contratista decidirá la tensión de MT del transformador, la clase de aislamiento, el tipo de regulación y la aparamenta de MT, de acuerdo con la tensión nominal del parque.
- d. La eficiencia del transformador deberá ser ultra alta según la norma IEC y deberá tener la capacidad de regular $\pm 7,5$ % en un mínimo de 2,5 % de pasos.
- e. Para la interconexión del sistema de tierra, el contratista proporcionará transformadores elevadores de formación en estrella y delta en cada plataforma de inversión.
- f. Diseñados para la operación en escalones.
- g. Fluido FR3 o refrigerante ecológico equivalente aprobado.
- h. Herrajes y bujes resistentes a la corrosión.
- i. Interruptor de carga de cuatro posiciones para aislar el transformador.
- j. Los pararrayos del MOV.
- k. Fusibles limitadores de corriente.
- l. Tensión baja igual a la del voltaje de CA del inversor.
- m. Especificación del voltaje del lado alto por la línea de distribución de la empresa de servicios públicos.
- n. Los transformadores deberán tener incorporado un relé o relés que permitan el control de los valores críticos y las alarmas.

3.7. CABINAS DEL TRANSFORMADOR

- a. El transformador se instalará en estructuras prefabricadas, monolíticas y autosuficientes construidas y totalmente equipadas (incluidos suficientes sistemas de refrigeración, sobre la base de un estudio de flujo de cabeza) en la instalación de producción del proveedor.

- b. Los transformadores pueden alojarse en el interior o en el exterior de las cabinas prefabricadas.
- c. Las cabinas prefabricadas serán de metal o de hormigón.
- d. Losa de hormigón (30 cm sobre el nivel del suelo) para todas las cabinas, si está permitido y/o de acuerdo con la legislación aplicable, con posibilidad de instalación mediante micropilotes.
- e. Protección contra la temperatura/el sol con una cortina/carpa encima de las cabinas suficiente para existir en las condiciones imperantes.

3.8. ESTACIÓN DE CONMUTACIÓN MV

- a. El equipo de MT estará contenido en una carcasa que incluya los cables de MT, las conexiones, el equipo de conmutación y el transformador de MT/BT para el sistema auxiliar y el equipo asociado.
- b. Las unidades tendrán todos los sistemas de puesta a tierra y enclavamientos necesarios para evitar una conmutación errónea que pueda comprometer la fiabilidad del equipo y la eficiencia o la seguridad del personal.

3.9. ALIMENTACIÓN DE SERVICIOS AUXILIARES

- a. El contratista suministrará e instalará un suministro de servicios eléctricos auxiliares (autoconsumo de la electricidad producida) que se generará en la central a través de un transformador reductor centralizado o varios transformadores reductores distribuidos en cada estación o edificio de inversores. En el caso de que en la planta disponga de una línea de suministro eléctrico externa dedicada a suministrar el suministro de servicios eléctricos auxiliares, el propietario decidirá qué opción utilizar.
- b. El contratista proporcionará un cálculo del consumo total de energía y el consumo no cubierto por la autoproducción (consumo nocturno).
- c. La línea de servicios auxiliares (con un sistema de baterías (SAI) y Panel FV para cargas esenciales debidamente dimensionadas, con una duración mínima de 24 horas) para garantizar el suministro eléctrico continuado a todos los auxiliares y también suministrar energía para el consumo interno de la planta solar, incluyendo:

1. El consumo de electricidad en el edificio de control y almacenamiento (incluyendo el sistema eléctrico y de iluminación (interno/externo/emergencia)).
 2. Sistema de control y comunicaciones.
 3. Sistema de seguridad y alerta.
 4. UPS con suficiente capacidad para alimentar todos los componentes del sistema de monitoreo y seguridad por un período no menor de 3 horas. El SAI alimentará todos los componentes de vigilancia, incluyendo, pero no limitándose a registradores, ordenadores industriales, módems/enrutadores, interruptores, convertidores, dispositivos de medición para asegurar que no se pierda ninguna señal vigilada.
- d. La línea de energía auxiliar se colocará bajo tierra, pudiendo el Contratista optar por utilizar la misma zanja que el bucle de transformadores, colocando el conductor de la línea sobre la parte superior del bucle de MT, o bien puede colocarse en otra zanja, paralela a la zanja de MT, a lo largo del perímetro de la planta solar o según sea necesario para llevarla a los equipos del sistema de seguridad.
- e. La línea auxiliar también necesitará suministrar energía a los edificios de control y almacenamiento.
- f. Este es el concepto de base actualmente incluido en el precio del contrato. Cualquier reducción del alcance (a discreción del Propietario) será reembolsada al propietario.

3.10. CABLES DE POTENCIA (BT/MT)

- a. Que todos los cables tengan el tamaño correcto para lo siguiente:
1. Corriente máxima en servicio continuo. En cualquier caso, los cables deben estar diseñados para una corriente mínima de más del 125 % de la corriente máxima del generador fotovoltaico.
 2. Caída de tensión máxima admisible.
 3. Corriente de cortocircuito durante el período transitorio de actuación de las protecciones.
 4. Las pérdidas de energía se calcularán para verificar las pérdidas de energía estimadas del PVSyst.

- b. Todos los cables deberán tener el nivel de aislamiento requerido de acuerdo con el nivel de tensión de la red local y el sistema de puesta a tierra seleccionado y estar garantizados para la vida útil de diseño de la planta. La resistencia del aislamiento de todos los cables se comprobará después de la instalación.
- c. Los módulos, pertenecientes a la misma cadena, que se interconecten con los cables solares, deben estar en una sola estructura y fila (no se permiten varias estructuras y niveles de fila).
- d. Cables de BT para limitar la pérdida de potencia de la salida del módulo fotovoltaico a la entrada del transformador a no más del 1,2 % de pérdida de corriente y no más del 1,5 % de caída de tensión.
- e. El polo positivo y el negativo de cada serie deben estar debidamente protegidos y conectados por separado a una caja de conexiones situada cerca de la estructura.
- f. Todos los cables de BT enterrados estarán en tubos de plástico (la parte sobre tierra de los tubos de plástico se sellará con espuma resistente a los roedores).
- g. Todos los cables de energía irán enterrados bajo tubo, tanto para el caso de los conductores de corriente alterna como para los de corriente continua.
- h. Los cables de fibra óptica y auxiliares irán enterrados directamente, no obstante, podrá disponerse bajo tubo en fases posteriores si así lo acuerdan el propietario y el contratista.
- i. Todos los cables expuestos directamente al sol deben tener una capa de protección UV.
- j. Todos los cables deben ser certificados, de acuerdo con las leyes nacionales y/o normas internacionales.
- k. Cableado del sistema de CC:
 - 1. Todos los conductores deberán tener un tamaño acorde con los requisitos del código nacional (o según corresponda según las normas locales), incluyendo la clasificación de la temperatura y la caída de voltaje.
 - 2. La caída de tensión máxima en cualquier tramo del panel al inversor no excederá un máximo previsible del 0,75 % en condiciones de prueba estándar (STC).
 - 3. Todos los conductores instalados por debajo de la elevación del equipo deben estar listados para su uso en lugares húmedos, y ser de un diseño resistente a la corrosión.

4. Todos los cables expuestos deberán ser resistentes a los rayos UV y estar clasificados para uso en exteriores.
5. El tamaño mínimo del conductor de bajo voltaje ($\leq 1500V$) debe ser de 4 mm^2 o mayor.
6. La instalación de todos los materiales de cableado debe ser de una manera ordenada, como un trabajo manual.
7. Todos los alambres y cables deberán tener etiquetas de identificación impresas en máquina de vinilo envolvente u otro método de etiquetado aprobado que indique la designación y la polaridad.
8. Los conductores tendrán una cinta de color integral o de color en todas las terminaciones para indicar los conductores y equipos de puesta a tierra según los requisitos locales y las normas de la industria.
9. Las conexiones en serie entre los módulos se harán mediante conectores de conexión rápida suministrados de fábrica con los módulos.
10. El cableado de las cadenas será de 1,5 kV a 90°C (húmedo o seco), resistente a los rayos UV, con cable de cobre, según lo establecido en los códigos y normas aplicables.
11. El cableado de las agrupaciones expuestas deberá estar debidamente apoyado en un sistema de estructuras.
12. El cableado de las agrupaciones entrará en las cajas de conexión a través de conductos, agarraderas de cables u otro método aprobado que selle adecuadamente la penetración y mantenga la clasificación de resistencia a la intemperie de la caja de combinación.
13. Los circuitos de salida de la caja de conexión serán de 1 kV mínimo, de aluminio o cobre.
14. Todas las terminaciones de los conductores de energía serán irreversibles, de doble engarce, de barril largo, de dos pernos de compresión con una capacidad nominal de 90°C cuando sea aprobado por el fabricante del equipo. Cuando no sea posible, se podrán utilizar tacos de compresión de un solo perno. Las terminaciones de tornillos de fijación mecánica están aprobadas sólo para las terminaciones de cajas de combinación. Se utilizarán orejetas bimetálicas cuando se utilicen materiales diferentes para las barras colectoras y los cables (por ejemplo, aluminio/cobre).

15. Todos los conductores de control e instrumentación se terminarán siguiendo una práctica industrial prudente.
 16. Todas las orejetas y conectores se enumerarán y designarán para su uso con el material conductor aplicable que se esté conectando a ellos.
 17. No se permitirán los empalmes a menos que el propietario los apruebe específicamente.
- l. Cableado del sistema de CA:
1. Todos los conductores, terminales y accesorios de los cables deben cumplir con las normas nacionales.
 2. Todos los conductores instalados por debajo de la elevación del equipo deben estar listados para su uso en lugares húmedos, y ser de un diseño resistente a la corrosión.
 3. Todos los conductores deberán tener un tamaño de acuerdo con los estándares nacionales y/o requerimientos internacionales, para la caída de voltaje, la reducción de la temperatura, la reducción de la capacidad de llenado de los conductos, etc.
 4. La caída máxima de voltaje en cualquier tramo desde el lado alto del transformador elevador hasta el punto de conexión de la interconexión no deberá exceder un máximo previsible de 5 %.
 5. Las pérdidas de energía se calcularán para confirmar los valores utilizados en el cálculo del PVsyst.
 6. La instalación de todos los materiales de cableado se realizará de forma limpia y profesional.
 7. Todos los alambres y cables deberán tener etiquetas de identificación impresas en vinilo laminado envolvente u otro método de etiquetado aprobado que indique la designación, la fase y el voltaje.
 8. Los conductores deberán tener color integral o cinta eléctrica de color en todas las terminaciones para indicar conductores conectados a tierra, conductores de conexión a tierra del equipo y conductores de fase de CA. La codificación de color será según las reglas locales y/o estándares internacionales.
 9. Todos los enchufes y conectores serán listados y designados para su uso con el material conductor aplicable que está siendo conectado a ellos.
 10. Todas las terminaciones de los conductores de energía serán irreversibles, de doble engarce, de barril largo, con dos pernos de compresión de tipo orejetas

con capacidad de 90°C aprobados por el fabricante del equipo. Cuando no sea posible, se podrán utilizar orejetas de compresión de un solo perno. Las terminaciones de tornillos de fijación mecánica no están aprobadas.

11. Proporcione un máximo de dos orejetas de compresión apilables cuando sea necesario terminar más de una oreja de compresión en un solo conjunto de agujeros de barra colectora.
 12. Cuando se terminen conductores de aluminio, recúbralos con un prohibidor de óxido. El contratista también debe aplicar cualquier requisito de utilidad para el uso de los conductores de aluminio.
 13. No se permitirán empalmes a menos que el propietario los apruebe específicamente.
- m. Protección de los conductores:
1. Todos los cables de CC de la superficie de los circuitos de salida de la estructura a los inversores deberán estar protegidos en un conducto o fijados adecuadamente al sistema de bastidores y protegidos contra los daños mecánicos y la luz ultravioleta.
 2. Se colocará una cinta marcadora detectable a 300 mm bajo el nivel del suelo de forma continua sobre los conductores o conductos.
 3. Se dispondrá de cajas de tracción y de empalme cuando sea necesario para facilitar la instalación del cableado.
 4. Las curvaturas de los conductos entre las cajas de tracción no deberán exceder el límite establecido por el fabricante.
 5. Los conductos que requieran un corte en el terreno se cortarán a escuadra y se desenterrarán.
 6. Se proporcionarán campanas o casquillos en los extremos de los conductos para evitar que se dañen los cables.
 7. Los codos de los conductos no deberán dañar los conductos o cambiar significativamente el diámetro interno de los conductos (sin dobleces).
 8. El cableado de las comunicaciones se realizará en conductos separados del cableado del circuito de energía.
 9. El Contratista cumplirá con los reglamentos locales que rigen los requisitos para el diseño de conductos si se requiere que el conductor cruce un terreno designado para una vía pública.

- n. Cableado del sistema de CA de inversores fotovoltaicos a la red de servicios públicos:
1. El contratista proporcionará todo el cableado de CA de los inversores fotovoltaicos hasta el punto de interconexión con la empresa de servicios públicos.
 2. Todos los conductores instalados por debajo de la elevación del equipo deben estar listados para su uso en ubicaciones húmedas, y ser de un diseño resistente a la corrosión.
 3. El contratista proporcionará todos los conductos subterráneos, almohadillas para equipos y estructuras relacionadas que requiera la empresa de servicios públicos para la interconexión de acuerdo con las especificaciones y diseños proporcionados por la empresa de servicios públicos.

3.11. EQUIPO DE MEDICIÓN

- a. El Contratista suministrará e instalará un medidor fiscal bidireccional (a menos que lo suministre la empresa de servicios públicos) y todos los respectivos transformadores de corriente y accesorios en el punto de interconexión.
- b. Un segundo medidor fiscal bidireccional deberá colocarse muy cerca del anterior y será proporcionado por el propietario y pondrá los datos a disposición del contratista.
- c. Los contadores se colocarán en lugares de fácil acceso para su lectura sin necesidad de entrar en el interior de la valla de la planta solar o en el lugar designado por la empresa y deberán ser legibles a distancia a través del sistema de vigilancia y control de la planta solar. En todo momento, los contadores del propietario estarán provistos de los transformadores de potencial, transformadores de corriente, células e interruptores necesarios.
- d. Todos los medidores instalados por el contratista tendrán una salida Modbus, estarán conectados directamente al sistema SCADA de monitorización (no a la conexión de impulsos), proporcionarán perfiles de carga y un protocolo para acceder a ellos (como DLMS o similar) y almacenarán datos históricos durante al menos 3 meses.
- e. Todos los medidores instalados por el contratista tendrán la posibilidad de descargar los datos directamente de la memoria de los medidores.

- f. Todos los medidores instalados por el contratista tendrán una incertidumbre máxima de +/- 0,5 %.

3.12. PROTECCIONES

- a. Que el contratista incorpore todos los sistemas de protección necesarios para la planta a fin de evitar daños a los equipos y lesiones al personal, incluidos, entre otros, el sistema de protección de MT y BT, fusibles, interruptores, relés, descargadores y protectores contra sobretensiones. La protección debe ser adecuada para cumplir con el código de la red local y suficiente para proteger a la planta de las fallas de la red.
- b. El contratista deberá implementar el acceso de Internet al sistema de protección para tener la posibilidad de encender/apagar la planta a distancia.
- c. Todos los elementos de la cabina y del edificio deben tener un sistema de puesta a tierra que cumpla con las regulaciones locales y las normas del otro propietario.
- d. Todas las tomas de tierra deben cumplir con las regulaciones locales. El contratista tiene que demostrar que los valores de potencial de paso y contacto están por debajo de los valores requeridos por la IEC/IEEE o las normas locales en todas las partes de la planta. El contratista tiene que proponer un método de prueba adecuado (por ejemplo, prueba de inyección de alta corriente).
- e. Además, el sistema de puesta a tierra se diseñará de acuerdo con los siguientes puntos:
 - 1. Se garantizará la igualdad de potencial de los elementos enterrados del cercado y de la estructura de soporte, si es necesario, para evitar los riesgos de tensión de paso y de contacto entre el cercado y la estructura de soporte.
 - 2. Los paneles, si están enmarcados, se conectarán a tierra de acuerdo con las normas del fabricante de paneles, y el sistema elegido dependerá de las características y el tipo de marco. Deberán especificarse detalladamente los dibujos del sistema de conexión y las conexiones utilizadas para dicho sistema. Aunque los paneles en sí no necesitan ser conectados a tierra, debe haber un bypass a través de las cajas de conexiones instaladas.
 - 3. Se deben unir piezas metálicas separadas para asegurar la conductividad. Cada estructura de rack separada debe tener una varilla de tierra instalada según los requisitos de los ingenieros eléctricos.

4. El equipo del lado de la CC de cada inversor se conectará a tierra siguiendo las instrucciones del proveedor del inversor y del proveedor del panel. Ningún elemento utilizará el conductor neutro de la compañía eléctrica.
5. El sistema garantizará la separación absoluta de los elementos de conexión a tierra de CC y CA.
6. El contratista cumplirá y seguirá las características del sistema de pararrayos exigidas por la normativa local. El transformador final en cada formación radial o de lazo debe tener pararrayos.
7. Todos los combinadores deben tener una conexión a tierra continua a su respectivo inversor.

3.13. TABLEROS ELÉCTRICOS

- a. El contratista deberá suministrar los tableros de distribución necesarios para la centralización de los medidores, interruptores de protección y control.
- b. Los tableros de distribución protegerán contra la penetración de sólidos y líquidos con los siguientes grados de protección:
 1. Interior: Al menos IP43.
 2. Al aire libre: IP65.
- c. Las cajas de conexiones deben estar preparadas para funcionar en las condiciones climáticas previstas en la ubicación de la instalación, y tener un grado de protección internacional mínimo de IP65.
- d. Las cajas de conexiones deberán ir acompañadas de una protección contra sobreintensidades del tipo y las dimensiones adecuadas para las condiciones de funcionamiento previstas, así como de un descargador automático de sobretensiones en el sistema de puesta a tierra.

3.14. PREPARACIÓN DEL TERRENO Y OBRA CIVIL

- a. El contratista debe realizar todas las obras civiles requeridas, el despeje del sitio, el desbroce y la nivelación en la planta, incluyendo, pero no limitado a:
 1. Limpieza superficial. El contratista no debe despejar las áreas identificadas como área de no construcción.
 2. Remoción de todas las estructuras, cimientos e instalaciones subterráneas existentes cuando sea necesario para la construcción de la planta de energía fotovoltaica.

3. El contratista deberá transportar toda la demás madera y toda la broza, los tocones, las raíces y otros desechos de las actividades de desbroce y arranque al centro de eliminación de desechos del distrito local.
 4. Nivelación cuando sea necesario y esté permitido; y eliminación de la vegetación o los materiales despejados.
 5. Todas las obras necesarias para drenar y proporcionar protección contra las inundaciones a las partes pertinentes del emplazamiento donde se realizarán las obras, de modo que, durante las obras, el emplazamiento se mantenga en condiciones de funcionamiento.
 6. Todas las obras deberán ejecutarse de conformidad con la reglamentación nacional o local y la documentación de diseño.
- b. Como mínimo, el contratista deberá realizar las siguientes actividades de movimiento de tierras en el emplazamiento de la obra:
1. Demolición de estructuras subterráneas (incluidos los pilotes y cámaras existentes) a una profundidad de, al menos, 1 m bajo el nivel del suelo o del nivel de formación (el que sea más bajo).
 2. Construcción de terraplenes y rellenos mediante el suministro, la colocación, la compactación y la conformación de material adecuado y a las líneas, niveles, grados, dimensiones y secciones transversales que se especifican en la documentación de diseño y sólo si se requiere para la construcción de la instalación y se encuentra dentro de la zona prevista para la misma.
 3. El material inadecuado obtenido de las excavaciones no debe ser eliminado permanentemente en el emplazamiento y debe ser transportado al centro de eliminación del distrito local.
 4. Las áreas de relleno deben formarse con material adecuado excavado de los desmontes adyacentes o de las fosas de préstamo designadas.
- c. Drenaje:
1. La subrasante deberá nivelarse y clasificarse para asegurar que toda el agua de lluvia que caiga dentro de la zona de construcción fluya naturalmente hacia el estanque de retención o fuera del sitio, según el drenaje existente.
 2. El contratista debe proporcionar un sistema de drenaje de conformidad con los reglamentos locales que, como mínimo, debe ser capaz de conducir: la escorrentía de la zona de construcción, así como el drenaje del techo, lejos de

la instalación y la escorrentía equivalente a la calculada según las normas nacionales o locales.

3. El contratista se asegurará de que el movimiento de tierras, los asentamientos, el drenaje o el agua no afecten la estabilidad o la alineación de las estructuras de soporte de los módulos fotovoltaicos durante la vida útil de diseño de la planta solar.
- d. No habrá ninguna zona de la planta solar que quede sin estabilizar después de la fecha de aceptación provisional.

3.15. CAMINOS

- a. El contratista tendrá la discreción de construir caminos internos dentro de la valla de la planta solar para dar servicio a las estructuras en la obra, el edificio de la obra (sala de control), y cada cabina del inversor y vivienda del transformador. La construcción de estos caminos se ajustará a los códigos locales.
- b. La construcción de la carretera incluirá el desbroce de la tierra vegetal a una profundidad adecuada, la nivelación y preparación de los cimientos de la calzada, su sustitución por grava y su correcta compactación.
- c. Todas las carreteras tendrán características adecuadas de drenaje y control de la erosión y serán resistentes a la lluvia con materiales de control del polvo y estabilización de la carretera, para reducir al mínimo la deposición de polvo en la parte superior de los paneles, debido a los vientos y al tráfico rodado.
- d. Vías internas: vías de acceso. Ancho mínimo de 4 m. Hecho con 20 más 12 cm de material de cantera de piedra seleccionada cuyo CBR > 20 compactado al 98 % proctor modificado.
- e. Acceso de vehículos para ser construido y mantenido de acuerdo con la documentación técnica.
- f. En la zona de entrada a la planta debe crearse un aparcamiento, para un mínimo de 5 plazas de coche. El radio de las curvas será como mínimo de 15 m al eje. Tanto el aparcamiento como la entrada deben tener las características de la entrada.
- g. Todos los caminos internos deben permitir la circulación y el libre acceso a todos los inversores y transformadores alrededor de la planta, con un camión articulado. Ancho mínimo de 4 m y 15 m de radio de curvatura. Además, deben tener incorporados materiales de control de polvo no corrosivos y de estabilización de

carreteras, para minimizar la deposición de polvo en la parte superior de los paneles, debido a los vientos y al tráfico rodado.

3.16. ZANJAS

- a. Zanjas necesarias para la instalación del cableado y el sistema de puesta a tierra que se instalarán de acuerdo con el diseño final y los reglamentos aplicables. Las zanjas no interferirán con las estructuras de soporte de los módulos o la construcción del sitio. Todas las zanjas deberán estar adecuadamente protegidas por seguridad cuando se abran, y luego se rellenarán y compactarán para evitar el asentamiento cuando se completen.
- b. Los reglamentos nacionales/locales y las normas del propietario deben cumplirse en todo momento.
- c. La cinta plástica que indica la presencia de cable eléctrico enterrado se colocará a lo largo de toda la longitud de la zanja, así como la cinta de protección cuando sea necesaria.
- d. En el segmento de la zanja que atraviesa el interior se hará una capa de hormigón adicional o una placa de protección encima de los cables para la protección mecánica de los mismos.
- e. Las zanjas para cables se marcarán con un marcador de ruta de cables, al menos cada 100 m y cada cambio de dirección y cruce de caminos. El marcador de cables debe ser adecuado para la vida útil de la planta. Las coordenadas de las rutas de los cables se marcarán en los planos de construcción.
- f. En las planillas que atraviesan zonas en las que es necesaria una protección adicional, el cableado puede pasar por una tubería corrugada sobre un lecho de hormigón, en el que se colocará suelo natural compactado y cinta indicadora.
- g. El contratista instalará las bocas de acceso eléctrico necesarias para el buen funcionamiento y mantenimiento de la planta solar.

3.17. VALLADO

- a. Contratista para construir una cerca de alambre soldado de acero galvanizado sostenida por postes de acero galvanizado sobre cimientos de cemento. La valla rodeará todo el perímetro de la zona de la planta fotovoltaica (incluidos los estanques de retención y las pendientes)

- b. Cercar para cumplir con todas las regulaciones locales de construcción y ambientales aplicables.
- c. Puertas de entrada de 6 m, de acero galvanizado y dimensionadas para permitir el paso de maquinaria pesada durante la construcción y el mantenimiento. La valla y la puerta deben ser compatibles con el sistema de seguridad.
- d. Todos los estanques de retención y la subestación estarán provistos de al menos una puerta de acceso.
- e. Los detalles constructivos de la valla y la puerta de acceso se mostrarán en los planos de la propuesta.
- f. Se mantendrá un espacio mínimo de 4 metros entre la valla y el sistema de estructura.

3.18. ESTACIONES METEOROLÓGICAS

- a. El Contratista instalará estaciones meteorológicas para vigilar la radiación incidente y las condiciones meteorológicas en la planta solar, que incluirán como mínimo
 - 1. Piranómetro secundario estándar K&Z SMP 11 o SMP10 colocado a nivel de la llanura horizontal con salida Modbus digital.
 - 2. Piranómetro secundario estándar K&Z SMP 11 o SMP10 colocado a nivel y en la llanura del conjunto con salida Modbus digital. Cualquier desviación será discutida y acordada con el propietario.
 - 3. Célula cristalina calibrada de referencia.
 - 4. Sensores de temperatura conectados a los paneles de la planta.
 - 5. Anemómetro.
 - 6. Sensor de dirección del viento.
 - 7. Higrómetro.
 - 8. Sensor de temperatura ambiente.
 - 9. Barómetro.
 - 10. Sensor de lluvia.
 - 11. Registrador de datos para la adquisición de datos y su transmisión al sistema de vigilancia.
 - 12. Célula PV con batería adecuada para garantizar continuamente la alimentación (suministro eléctrico) de los sensores de irradiación/piranómetros.

- b. El Contratista instalará estaciones meteorológicas adicionales para vigilar la radiación incidente y la temperatura de los paneles en la planta solar, que incluirán como mínimo:
1. Sensores de temperatura del panel
 2. Secundario estándar K&Z SMP 11 o piranómetro SMP10 colocado a nivel y en la llanura del conjunto con salida Modbus digital. Cualquier desviación será discutida y acordada con el propietario.
 3. Registrador de datos para la adquisición y transmisión de datos al sistema de monitorización.
 4. Célula PV con batería adecuada para garantizar continuamente la alimentación (suministro eléctrico) de los sensores de irradiación/piranómetros.

3.19. MONITORIZACIÓN Y CONTROL DEL SISTEMA

- a. El contratista instalará un sistema de red de telemetría para vigilar y, de ser necesario, controlar la planta en el emplazamiento y a distancia. El sistema de vigilancia y control será suministrado por uno de los proveedores de la lista blanca que se detallan a continuación y se acordará con el propietario antes de la instalación:
- Green Power Monitor (preferido/sugerido).
 - Isotrol.
 - Inacceso.
 - Skytron.
 - MeteoControl.
- b. El contratista configurará el sistema de vigilancia y control instalado para asegurar que todos los datos vigilados se envíen en la resolución temporal especificada a la plataforma central de vigilancia del propietario.
- c. El sistema de monitoreo instalado deberá ser capaz de interactuar con la plataforma central de monitorización del propietario y transferir datos directamente desde el hardware de monitorización del sitio (registradores de datos, PLC, PC industrial), por medio de FTP push, API u otro método aprobado por el propietario tanto a la plataforma central de monitorización del propietario como a cualquier otra plataforma central de monitorización que vaya a ser

utilizada por los contratistas del propietario, en tiempo real a intervalos no mayores de 15 minutos.

- d. El equipo de vigilancia se instalará en cajas especiales en cada cabina de inversor/transformador con protección IPX (dependiendo del diseño de la planta).
- e. El controlador de la planta de energía (si procede) se diseñará, configurará y supervisará en función de los requisitos específicos de la red, si los hubiera. El sistema de supervisión y control será compatible con las características de un DCS/DSM (sistema de control dinámico, también conocido como monitor de sistema dinámico) y se acordará con el propietario un sistema SCADA aprobado. En caso de aplicaciones de control críticas, los sistemas redundantes se discutirán y acordarán con el propietario.
- f. Los protocolos de comunicación deben ser no propietarios. El protocolo de comunicación estándar de todos los dispositivos monitoreados con el sistema de monitoreo y control será MODBUS TCP o RTU y la interfaz estándar será vía ethernet o fibra óptica. Cualquier cambio a lo anterior debe ser aprobado por el propietario con antelación.
- g. El sistema de vigilancia y control incluirá, como mínimo, las siguientes funciones primarias:
 1. Vigilancia del nivel de los strings.
 2. Vigilancia y control del rastreador (si procede).
 3. Adquirir, registrar y almacenar todos los datos de, como mínimo, la:
 - Estación meteorológica.
 - Inversores.
 - Metros.
 - Sistemas de rastreo (si están disponibles).
 - Se dispondrá de interruptores, contactos secos para registrar los estados de apertura y cierre.
 - Se dispondrá de transformadores y contactos secos para registrar los estados de apertura y cierre.
 - Sistema de protección, se dispondrá de contactos secos para registrar los estados de abierto/cerrado.
 - Sistema de protección y UPS.
 4. Capacidad de recuperar datos históricos de los dispositivos de medición para evitar cualquier pérdida de datos de producción. El sistema deberá ser capaz

de almacenar los perfiles de carga de los medidores accediendo a ellos con el DLMS u otro protocolo similar.

5. Adquisición, registro y almacenamiento de datos a intervalos acordados con el propietario, con una frecuencia de muestreo de un máximo de 10 segundos para cualquier señal de irradiación, temperatura, viento y salida eléctrica y de un máximo de 1 minuto para cualquier otra señal. Cualquier promedio se basará en un número dinámico de muestras.
6. Permitir el funcionamiento de la planta a nivel local y a distancia.
7. Garantizar la protección contra las averías eléctricas (por ejemplo, mediante la instalación de un estabilizador de tensión de red).
8. Almacenamiento de reserva en la tarjeta de memoria local o en el disco duro y en un sistema de SAI dedicado (con estabilizador de tensión de red integrado).
9. Sistema de vigilancia y control para poder interactuar con sistemas SCADA externos: Capacidad de proporcionar el reenvío de datos (por ejemplo, ftp-empuje, ftp-tire) a la plataforma central de vigilancia de los propietarios.
10. Todos los datos suministrados a la plataforma central de vigilancia de los propietarios estarán en UTC (Tiempo Universal Coordinado). A menos que se acuerde otra cosa con el propietario.
11. Todos los datos se almacenarán localmente durante al menos 3 meses.
12. Todos los datos suministrados no contendrán lagunas y, en caso de que se interrumpa la comunicación, el sistema de vigilancia instalado podrá reabastecer automáticamente los datos a cualquier plataforma central de vigilancia con la que esté en contacto, una vez restablecida la comunicación.
13. Todos los PLC, registradores de datos y equipos de supervisión se sincronizarán utilizando la sincronización de reloj del Protocolo de Tiempo de la Red (NTP).
14. Los niveles mínimos de las señales que se suministrarán a la plataforma central de vigilancia de los propietarios se detallan en el cuadro 3 del anexo A:

Monitorización Inversor	
Descripción de la Señal	Unidades
Serial Number	
Current DC Input	A
Current AC Output	A
Current AC Output Phase 1	A
Current AC Output Phase 2	A
Current AC Output Phase 3	A
Voltage DC Input	V
Voltage AC Output	V
Voltage AC Output Phase 12	V
Voltage AC Output Phase 23	V
Voltage AC Output Phase 31	V
Power DC Input	kW
Power AC Output	kW
Power AC Output Phase 1	kW
Power AC Output Phase 2	kW
Power AC Output Phase 3	kW
Cumulative Daily Energy	kWh
Cumulative Total Energy	kWh
Insulation resistance -RISO	Ohm
Inverter Temperature	°C
Frequency	Hz
Power Factor	
Inverter Error Codes	
Inverter Status Codes	
Reactive Power	kVar

Tabla 1: Monitorización del inversor.

Monitorización Sensores	
Descripción de la Señal	Unidades
Irradiance	W/m ²
Total Irradiation daily**	kWh/m ²
Horizontal Irradiance	W/m ²
Ambient Temperature	°C
Module Temperature	°C
Wind Speed	m/s
Wind Direction	°
Humidity	%
Atm. Pressure**	Bar

Tabla 2: Monitorización sensores.

Monitorización UPS	
Descripción de la Señal	Unidades
Percentage of battery level remaining/ available	%
Remaining hours of battery	h
Battery Status	
Battery fault	

Tabla 3: Monitorización UPS.

Monitorización String	
Descripción de la Señal	Unidades
String serial number	
Total Voltage DC	V
Total Power DC**	P
Current DC	A
Voltage DC	V
Power DC **	W
Temperature**	°C
Status Code**	
Alarm Code**	

Tabla 4: Monitorización string.

Monitorización Contador	
Signal Description	Unidades
Serial Number**	
Current AC Output	A
Current AC Output Phase 1	A
Current AC Output Phase 2	A
Current AC Output Phase 3	A
Voltage AC Output	V
Voltage AC Output Phase 12	V
Voltage AC Output Phase 23	V
Voltage AC Output Phase 31	V
Power AC Output	kW
Power AC Output Phase 1	kW
Power AC Output Phase 2	kW
Power AC Output Phase 3	kW
Cumulative Daily Energy Exported	kWh
Cumulative Daily Energy Imported	kWh
Cumulative Total Energy Exported	kWh
Cumulative Total Energy Imported	kWh
Frequency	Hz
Power Factor	
Reactive Power	kVar

Tabla 5: Monitorización contador.

Monitorización Transformador

Signal Description	Unidades
Internal Temperature	°C
Temperature Alarm	
Pressure Alarm	
Oil Level Alarm	
High Temperature Warning	

Tabla 6: Monitorización transformador.

* En el caso de los inversores con múltiples módulos o unidades de potencia, las señales deben proporcionarse por módulo/unidad de potencia y también deben proporcionarse los totales del inversor.

** Si está disponible.

Señales en caso de Controlador y/o Rastreadores de la Central Eléctrica y/u otros DIs de monitoreo a ser especificados y acordados en base al proyecto.

3.20. INTERFAZ SCADA LOCAL

La interfaz local SCADA, si así lo requiere el propietario, que se acordará en función del proyecto, incluirá como mínimo las siguientes funciones primarias:

- Adquirir, registrar y almacenar datos durante al menos 3 meses para el funcionamiento de la planta, la optimización del rendimiento, el mantenimiento y el análisis.
- Registrar y generar todas las alarmas del sistema.
- Comunicación con las empresas distribuidoras y otros terceros para la lectura de los contadores y la facturación, si procede.
- Herramienta de visualización y evaluación gráfica que permite al usuario principal crear nuevos datos ("Datos Personalizados") en el Software/Aplicación del Cliente, como fórmulas de los datos de medición en bruto. Por ejemplo, posibilidad de que el propietario implemente una fórmula para calcular el índice de rendimiento.
- Visualización en tiempo real de los datos de medición y los datos personalizados con una resolución temporal de hasta un segundo.
- Vistas definidas, personalizadas y configurables con posibilidad de añadir datos de medición y datos personalizados:
 - Exportación de datos a aplicaciones de MS Office en formatos HTML y CSV.
 - Función de impresión en todas las vistas.
 - Vistas de diagrama/tabla.
- Posibilidad de crear nuevos usuarios/cuentas.

3.21. COMUNICACIONES INTERNAS Y EXTERNAS DEL SISTEMA

- a. Los datos del sistema de vigilancia y control, los sistemas de seguridad, el sistema de protección o cualquier otro sistema o componente que requiera conexión a Internet, se comunicarán dentro de la planta a través de una red de fibra óptica multimodal de anillo cerrado que se conectará a todas las cabinas donde se instale el equipo de vigilancia.
- b. Transferencia de datos hacia y desde la planta para ser comunicados por transmisión satelital o UMTS/4g o línea hdsl/adsl o WiMax (hdsl/adsl wifi) u otro sistema confiable con un mínimo garantizado de banda ancha dedicada a Internet de 4 Mbps para la transferencia de la carga, incluyendo una conexión de respaldo a Internet (UMTS, GSM, satélite u otra) para asegurar la comunicación en todo momento. La conexión de reserva a Internet debería activarse automáticamente en caso de pérdida de la comunicación primaria de la planta.
- c. El contratista contratará el servicio de banda ancha de internet que satisfaga las necesidades del sistema de monitorización y seguridad.
- d. El enrutador deberá conectarse al menos a: sistema de seguridad de alarma/acceso centralizado, sistema de monitorización, dvr/codificadores, sistema de protección, y medidores. El contratista debe proporcionar también un cortafuegos para proteger los sistemas de control de la planta.
- e. Todos los dispositivos estarán protegidos por un cortafuegos y el acceso directo desde Internet debe ser restringido. Se realizarán análisis de seguridad cibernética y se tomarán medidas para reducir al mínimo la exposición a los riesgos de seguridad cibernética.

3.22. SEGURIDAD DEL SISTEMA

- a. Videovigilancia:
Planta a equipar: un sistema de videovigilancia de reconocimiento de objetos para todo el perímetro:
 - 1. 1 cámara (con lámpara de infrarrojos) por poste de cara a la siguiente.
 - 2. La distancia entre los polos debe ser inferior al 85 % de la recomendación del fabricante.
 - 3. DVR/codificador con disco duro local y remoto para almacenamiento.

4. Las cámaras de cúpula con infrarrojos estarán estratégicamente ubicadas en la puerta de acceso y en la carretera principal interna para fines de mantenimiento.
 5. Los postes estables incluso en condiciones de viento fuerte.
 6. Para fines de mantenimiento, las cámaras PTZ se ubicarán estratégicamente de acuerdo con el propietario.
- b. Alarmas generadas por todos los sistemas siguientes:
1. Sensores volumétricos y contactos de apertura de puertas en el interior de todas las cabinas.
 2. Sistema anti-corte para todos los cables entre la cabina (cabina del inversor) y las cajas de empalme/combinación.
 3. Sistema de software de video de alarma con sensor de movimiento (cámaras) + secuencia de imágenes/fotografías enviadas a la compañía de vigilancia diseñada.
- c. Acceso al sitio y activación/desactivación del sistema de seguridad:
1. Lector de Teclado Electrónico/Digital (para la activación y desactivación de las áreas parciales del Sistema de Seguridad) para estar presente en la puerta de entrada.
 2. Teclado para cada usuario (nombre y apellido) para monitorear y rastrear el acceso al sitio.
- d. Seguridad centralizada:
1. Accesible remotamente a través de Internet para comprobar los registros de alarmas y el acceso al sitio. Se requiere un buen nivel de memoria (al menos 1000 eventos).
 2. Capaz de reconocer/recibir la fuente de cada tipo de alarma: desde el sensor volumétrico, desde el sistema anti-corte, etc.
 3. Con posibilidad de interfaz con otra línea central (por ejemplo, la de la Compañía de vigilancia).

3.23. EDIFICIO DEL SITIO

- a. La planta debe incluir un edificio del emplazamiento suficiente para las oficinas del personal y el espacio de almacenamiento y mantenimiento. El diseño del edificio debe estar de acuerdo con los propietarios y los reglamentos nacionales y

- locales aplicables, incluidos los permisos necesarios (por ejemplo, permiso de construcción, permiso de ocupación, etc., según proceda).
- b. Las dimensiones del edificio y el número, tamaño y configuración de las salas, servicios y accesorios que sean suficientes para el uso previsto del edificio y el número de personal asignado a la fábrica.
 - c. Para todos los edificios, las paredes exteriores y el techo deben ser completamente impermeables y estar calculados para una carga uniformemente distribuida. La lluvia se transmitirá del tejado al suelo por medio de chorros de agua de dimensiones adecuadas.
 - d. El edificio de control del emplazamiento y los edificios de los servicios de seguridad estarán equipados con cada uno de los siguientes elementos, según se indique individualmente:
 - 1. Sistemas de vigilancia, control y seguridad.
 - 2. Sistemas telefónicos y de telefonía.
 - 3. Fontanería, alcantarillado e instalaciones sanitarias.
 - 4. Sistema de agua independiente, incluida la instalación de un tanque de agua de reserva y un tanque de aguas residuales de acuerdo con las normas de saneamiento pertinentes.
 - 5. Sistema de suministro de agua caliente sanitaria y calefacción interna.
 - 6. Sistema de aire acondicionado suficiente para garantizar un entorno de trabajo saludable.
 - 7. Sistema eléctrico y de iluminación (interno/externo/emergencia).
 - 8. Instalación eléctrica de baja tensión para alimentar todas las necesidades de la oficina, el mantenimiento y las instalaciones de almacenamiento.
 - 9. Sistemas de puesta a tierra.
 - 10. Equipo contra incendios.
 - 11. Señales de salud y seguridad.
 - 12. Muebles de oficina.
 - 13. Una cocina y un baño amueblados.
 - e. Las instalaciones sanitarias (repartidas por toda la Planta Solar) deben ser conformes a las normas sanitarias aplicables, suficientes para el número de empleados asignados a la planta y accesibles a los minusválidos. La iluminación interior de los edificios deberá asegurar al menos 250 lux en las salas de control y de reuniones y 150 lux en las demás. Los edificios estarán equipados, además del

sistema de aire acondicionado, con un sistema de ventilación adecuado y un alumbrado de emergencia. No se requiere iluminación exterior.

- f. Todas las salas de los edificios deberán estar:
 - 1. Completamente aisladas y selladas de las influencias atmosféricas y provistas de un aislamiento térmico y acústico adecuado.
 - 2. Tendrán un número adecuado de ventanas para permitir un intercambio de aire suficiente.
 - 3. Tener pisos, paredes y techos lavables para asegurar condiciones de higiene adecuadas.
- g. La energía de bajo voltaje se suministrará al edificio a través de la línea auxiliar y el edificio tendrá su propio panel eléctrico.
- h. El edificio estará provisto de una cámara de aire entre los cimientos y el suelo como barrera de aislamiento térmico y evitar la humedad.

3.24. PUESTA EN MARCHA

- a. El contratista será responsable de proporcionar todo el equipo y el personal necesario para poner en marcha la planta, realizar las pruebas requeridas y aprobar las garantías de funcionamiento.
- b. El contratista invitará al propietario, con 15 días de antelación, a la puesta en servicio que realizarán en la obra los fabricantes de los componentes principales.
- c. En un plazo de 15 días a partir de la terminación mecánica, el contratista proporcionará al propietario la documentación as-built que satisfaga los siguientes requisitos.
 - 1. 3 copias en papel (1 para ser guardada en la obra) y 1 copia digital en disco duro.
 - 2. Todos los archivos de la copia digital se almacenarán en la siguiente estructura de carpetas:
 - i) Proyecto (diseños e informes técnicos).
 - ii) Garantías/garantías de los componentes.
 - iii) Hojas de datos de los componentes.
 - iv) Certificaciones (certificados, pruebas, puesta en servicio).

3.25. MANUALES Y PROCEDIMIENTOS (INCLUYENDO LAS RECOMENDACIONES DEL FABRICANTE).

- a. El contratista realizará, documentará y proporcionará al propietario las siguientes pruebas:
 1. Prueba funcional verificando comandos, señalización, alarmas, enclavamientos.
 2. Pruebas de aislamiento por Megger para todos los cables de energía.
 3. Mediciones de voltaje de circuito abierto, corriente de cortocircuito y resistividad a nivel de la cadena.
 4. Verificación de la polaridad de todos los cables de corriente continua.
 5. Imágenes de termografía para cajas eléctricas o equipos de energía eléctrica como cajas de cadenas, inversores, transformadores, etc.
 6. Imágenes de termografía de todos los paneles.
 7. Medición de la curva I-V para todas las cuerdas.
 8. Pruebas de medición de continuidad y resistencia de la red de puesta a tierra.
 9. Verificación de los valores potenciales de paso y de contacto.

3.26. PIEZAS DE REPUESTO

- a. El contratista deberá proporcionar todos los suministros de funcionamiento y puesta en marcha, incluidos los repuestos que figuran en el Anexo P (Repuestos suministrados por el Contratista), que sean razonablemente necesarios para el funcionamiento de la planta solar. Los repuestos serán propiedad del propietario.

3.27. MANUAL DE OPERACIONES Y MANTENIMIENTO

- a. El Contratista proporcionará al propietario manuales completos de operaciones y mantenimiento (O&M) de la planta, incluida toda la información necesaria para el funcionamiento seguro y eficiente de la planta, en inglés y en el idioma oficial. Incluyendo, pero sin limitarse a ello:
 1. Información específica del emplazamiento.
 2. Seguridad del emplazamiento, incluidas las instrucciones generales de seguridad, los compromisos y la responsabilidad del personal y los visitantes de observar las instrucciones y directrices y normas de seguridad.
 3. Componentes clave del complejo y descripción.
 4. Modalidades de funcionamiento del servicio.

5. Procedimientos de mantenimiento de rutina y mantenimiento de emergencia.
6. Documentación, descripciones técnicas, planos y diagramas de construcción que expliquen el funcionamiento del equipo; y, cuando proceda, se deben proporcionar manuales de usuario para los diversos componentes de la Instalación.

14.6 Estudio Seguridad y Salud

ÍNDICE

1.	Justificación del estudio de seguridad y salud	3
2.	Objeto del estudio de seguridad y salud	4
3.	Metodología	5
4.	Descripción de la instalación	6
4.1.	Ubicación de la instalación	6
4.2.	Características generales de la instalación	6
5.	Identificación de tareas de riesgo	8
5.1.	Línea subterránea de media tensión.....	8
5.2.	Centros de transformación	12
5.3.	Planta solar fotovoltaica.....	14
5.4.	Identificación de los riesgos en herramientas.....	18
5.5.	Identificación de los riesgos en maquinaria	20
6.	Señalización y servicios.....	24
6.1.	Señalización	24
6.2.	Servicios sanitarios	24
6.3.	Servicios higiénicos	25
7.	Condiciones de Seguridad y Salud	26
7.1.	Preinscripciones de utilización y mantenimiento de los equipos	26
7.2.	Empleo y conservación del material de seguridad.....	26
7.3.	Consulta y participación de los trabajadores	27
7.4.	Control de los trabajos	27
7.5.	Plan de seguridad y salud en el trabajo	28
7.6.	Obligaciones de contratista y subcontratista	29
7.7.	Obligaciones de los trabajadores autónomos	30
7.8.	Libro de incidencias.....	31
7.9.	Paralización de los trabajos	31
7.10.	Derechos de los trabajadores	31
8.	Presupuesto	32
8.1.	Protecciones colectivas	32
8.2.	Protecciones personales	32
8.3.	Formación y medicina preventiva	32
8.4.	Control de la seguridad	33
8.5.	Total.....	33

9.	Conclusiones	34

1. Justificación del estudio de seguridad y salud

El Real Decreto 1627/97 “Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción” en su artículo 4 establece la obligatoriedad de redactar un Estudio de Seguridad y Salud en los proyectos en los que se den alguno de los supuestos siguientes:

- Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.000 euros.
- Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.
- Que el volumen de mano de obra estimada, entendiéndose como tal la suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra, sea superior a 500.
- Las obras de túneles, galerías, conducciones subterráneas y presas.

En todos aquellos proyectos de obras no incluidos en ninguno de los supuestos anteriores, será obligatorio la elaboración de un estudio básico de seguridad y salud.

2. Objeto del estudio de seguridad y salud

El presente Estudio Básico de Seguridad tiene por objeto, de acuerdo con el Real Decreto 337/2010 de 19 de marzo, precisar las normas de seguridad y salud aplicables a las obras contempladas en el presente proyecto.

Este estudio servirá de base para que el Técnico designado por la empresa adjudicataria de la obra pueda realizar el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y completarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, así como la propuesta de medidas alternativas de prevención, con la correspondiente justificación técnica y sin que ello implique disminución de los niveles de protección previstos y ajustándose en todo caso a lo indicado al respecto en el R.D. 337/2010 sobre disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

3. Metodología

A tal efecto se llevará a cabo una exhaustiva identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello. Del mismo modo se hará una relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos. Tales riesgos irán agrupados por “Factores de Riesgo” asociados a las distancias operaciones a realizar durante la ejecución de la obra.

4. Descripción de la instalación

4.1. UBICACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las parcelas sobre las que se desarrollará el proyecto se ubican en los términos municipales de Pepino y Talavera de la Reina, Toledo, comunidad de Castilla La-Mancha. La elección de este emplazamiento se justifica por la alta radiación solar existente, el posible reaprovechamiento de los terrenos y sus características geomorfológicas, así como la proximidad de la infraestructura eléctrica prevista para la evacuación.

La instalación cuenta con acceso desde la carretera de Talavera a Cardiel, llegando a las parcelas en cuestión a través de caminos ya existentes debido a la actividad agrícola desarrollada en las inmediaciones.

DATOS DE LA UBICACIÓN		
UTM HUSO 30	GPS	ALTUTUD
X: 347.534,5251	LONGITUD: 39.98949°	Z: 373,96 m
Y: 4.428.118,7279	LATITUD: -4.78583°	

Tabla 1: Ubicación de la instalación.

4.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INSTALACIÓN

Carrero Solar es una instalación de 31,31 MWp y de 26 MW en POI destinada a la producción de energía eléctrica a partir de radiación solar mediante módulos solares fotovoltaicos para su inyección en la red de transporte.

A continuación, se resumen las principales características de la instalación.

DATOS GENERALES		
Provincia		Toledo
Municipios		Talavera y Pepino
Superficie parcelas totales	[ha]	76,52
Superficie vallada	[ha]	61,44
Potencia pico	[MWp]	31,31
Potencia de inversores	[MWn]	31,68
Potencia nominal en POI	[MWn]	26,00
Producción	[kWh]	66.704,39

MÓDULO SOLAR		
Número de módulos		47.802
Potencia unitaria	[W]	655
Fabricante		Canadian Solar
Modelo		BiHiKu7 CS7N-655B-AG
Nº módulos/string		31
Nº strings		1.542

DATOS GENERALES		

INVERSOR		
Número de inversores		86
Potencia unitaria	[kVA]	352@ 30 °C
Fabricante		Sungrow
Modelo		SG350HX

ESTRUCTURA		
Tecnología		Seguidor a un eje N-S
Fabricante		Trina Solar
Modelo		Agile 1P
Nº strings/mesa		1 o 2
Distancia entre estructuras (pitch distance)	[m]	6

TRANSFORMADORES DE POTENCIA		
Nº transformadores		4

CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 1		
Potencia @ 30 °C	[kVA]	9.856
Potencia @ 40 °C	[kVA]	8.960
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[kV]	30

CENTRO TRANSFORMACIÓN TIPO 2		
Potencia @ 30 °C	[kVA]	3.150
Potencia @ 40 °C	[kVA]	3.500
Tensión primaria	[V]	800
Tensión secundaria	[kV]	30

Tabla 2: Características generales de la instalación.

5. Identificación de tareas de riesgo

Las diferentes tareas que realizar durante la ejecución de una obra llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. En una obra relativa a un proyecto de instalaciones fotovoltaicas, se puede dividir su ejecución en los siguientes apartados, línea enterrada de Media Tensión, Centros de Transformación y Medida, protección en edificios prefabricados y planta solar fotovoltaica propiamente dicha, cada uno de los apartados lleva consigo una serie de factores de riesgo:

Línea subterránea Media Tensión:

- Transporte de materiales
- Apertura de zanjas
- Cercanía a instalaciones de Media Tensión
- Canalización de la línea
- Trabajos en tensión
- Puesta en servicio en frío
- Puesta en servicio en tensión

Centro de Transformación y Medida:

- Manipulación y transporte de materiales
- Operaciones y trabajos en altura
- Trabajos en el interior de los centros
- Puesta en servicio en frío

Planta solar fotovoltaica:

- Organización de la parcela
- Movimiento de tierras
- Saneamiento y abastecimiento
- Cimentación
- Albañilería
- Carpintería metálica
- Pintura
- Trabajos con y sin tensión

5.1. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

5.1.1. TRANSPORTE DE MATERIALES

Es el riesgo derivado del transporte de los materiales en el lugar de ejecución de la obra.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caída de personas al mismo nivel	Inspección del estado del terreno
Cortes	Utilizar los pasos y vías existentes
Caídas de objetos	Limitar la velocidad de los vehículos
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Delimitación de puntos peligrosos (zanjas, pozos, etc)
Atrapamientos	Respetar zonas señalizadas y delimitadas
Vuelco de vehículos	Exigir y mantener orden
Sobreesfuerzos	Precaución en transporte de materiales

Protecciones individuales a utilizar: guantes de protección, casco de seguridad y botas de seguridad.

Protecciones colectivas a emplear: señalización y vallado.

5.1.2. APERTURA DE ZANJAS

Es el riesgo derivado de la apertura de zanjas para líneas de MT tanto para las personas que están llevando a cabo la operación, como para las que se encuentran en las proximidades.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caída de personas al mismo nivel	Conocimiento de las instalaciones mediante planos
Caída de personas a distinto nivel	
Caída de objetos	Notificación a todo el personal de la obra de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de aguas, gas y líquidos inflamables
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	
Choques y golpes	Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja
Proyecciones	
Electrocución	Delimitar y señalizar la zona de trabajo
Cortes	Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad, comprobando el estado del terreno y entibado después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo
Sobrecarga física	
Confinamiento y atrapamiento	

Protecciones colectivas a utilizar: materiales de señalización, materiales de delimitación y las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

Protecciones individuales a utilizar: casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad, gafas contra impactos.

5.1.3. CERCANÍA A INSTALACIONES DE MEDIA TENSIÓN

Es el riesgo derivado de las líneas de media tensión para las personas cuando se encuentran en proximidad de las instalaciones.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Contactos eléctricos Arco eléctrico Explosiones Incendios	En la proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad: - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento - Zona de evolución de la maquinaria delimitada y señalizada - Estimación de distancias por exceso - Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas Cumplimiento de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos, etc) Puestas a tierra en buen estado: - Apoyos con interruptores, seccionadores conexión y partes metálicas de los mismos - Tratamiento químico del terreno si hay que reducir la resistencia de la toma de tierra Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten Solicitar el permiso de trabajos con riesgos especiales

Protecciones colectivas a utilizar: circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos), señalización y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar: guantes de seguridad, casco de seguridad y botas de seguridad.

5.1.4. CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA

Es el riesgo derivado de la canalización de una línea de MT tanto para las personas que la llevan a cabo como para aquellas otras que se encuentran en las proximidades.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caída de personas al mismo nivel Caída de personas a distinto nivel Caída de objetos Desprendimientos, desplomes y derrumbes Choques y golpes Cortes	Delimitar y señalizar la zona de trabajo, con especial precaución en las vías públicas donde existan vehículos de tracción mecánica, sus accesos y proximidades Precaución en el manejo de bobinas y los conductores Prevención de explosiones y efecto látigo: - Cumplimiento de las disposiciones reglamentarias - Fijación de los cables mediante abrazaderas En el caso de entubado y hormigonado, señalizar y delimitar la zona de trabajo a fin de evitar posibles accidentes

Protecciones colectivas a utilizar: material de señalización, material de delimitación y las propias de los trabajos a realizar y de las herramientas a emplear.

Protecciones individuales a utilizar: casco de seguridad, botas de seguridad, guantes de seguridad y gafas contra impactos.

5.1.5. TRABAJOS EN TENSIÓN

Es el riesgo derivado de aquellos trabajos que se realizan en tensión.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Contactos eléctricos Arco eléctrico Electrocución	En proximidad de líneas aéreas, no superar las distancias de seguridad: - Colocación de barreras y dispositivos de balizamiento - Estimación de distancias por exceso - Distancias específicas para personal no facultado a trabajar en instalaciones eléctricas Cumplimientos de las disposiciones legales existentes (distancias, cruzamientos, paralelismos...) Protección frente a sobretensiones: pararrayos y autoválvulas Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten En la fecha de inicio de los trabajos: - Supresión de los reenganches automáticos y prohibición de la puesta en servicio de la instalación, sin la previa conformidad del jefe de trabajo - Establecimiento de una comunicación con el lugar de trabajo o sitio próximo a él (radio, teléfono, etc) que permita cualquier maniobra de urgencia que sea necesaria Antes de comenzar a reanudar los trabajos: - Exposición, por parte del jefe de trabajo, a los operarios del procedimiento de ejecución, cerciorándose de la perfecta comprensión de este - Se comprobará que todos los equipos y herramientas que sean necesarias existen y se encuentran en perfecto estado y se verificará visualmente el estado de la instalación Durante la realización del trabajo: - El jefe de trabajo dirigirá y controlará los trabajos, siendo responsable de las medidas de cualquier orden que afecten a la seguridad de los mismo - Si la naturaleza o amplitud de los trabajos no le permiten asegurar personalmente su vigilancia, debe asignar, para secundarle, a uno o más operarios habilitados Al finalizar los trabajos: - El jefe de trabajo se asegurará de su buena ejecución y comunicará al jefe de explotación el fin de estos - El jefe de explotación tomará las medidas necesarias para dejar la instalación en las condiciones normales de explotación

Protecciones colectivas a utilizar: material de señalización, material de delimitación y las propias de los trabajos a realizar. Bolsa portaherramientas y cuerda de servicio.

Protecciones individuales a utilizar: cinturón de seguridad, guantes de protección frente a riesgos mecánicos, botas de seguridad o de trabajo, casco de barbuquejo, banqueta o alfombra aislante, pértiga y guantes aislantes.

5.2. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

5.2.1. MANIPULACIÓN Y TRANSPORTE DE MATERIALES

Análogo a lo recogido en la línea de M.T.

5.2.2. OPERACIONES Y TRABAJOS EN ALTURA

Es el riesgo derivado de la ejecución de trabajos de obra civil para la construcción de Centros de Transformación en edificio no prefabricado.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caída de personas a distinto nivel	Inspección del estado del terreno: - Ascenso y descenso con medios y métodos seguros (escaleras adecuadas y sujetas por su parte superior) - Evitar posturas inestables con calzado y medios de trabajo adecuados - Cuerdas y poleas (si fuera necesario) para subir y bajar materiales - Evitar zona de posible caída de objetos Usar casco de seguridad
Caída de objetos	
Desplomes	
Cortes	
Sobrecarga física	

Protecciones colectivas a utilizar: material de señalización, material de delimitación, bolsa portaherramientas, cuerda de servicio y las propias de los trabajos a realizar.

Protecciones individuales a utilizar: cinturón de seguridad, guantes de protección, botas de seguridad y casco de barbuquejo.

5.2.3. TRABAJOS EN CENTROS INVERSORES Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Es el riesgo derivado de los centros de transformación para las personas cuando se encuentran en proximidad o en el interior de los mismo, ya sea por motivos de su actividad laboral o no.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caída de personas al mismo nivel	Respetar la señalización y delimitación
Caída de objetos	Mantener las distancias de seguridad
Choques y golpes	Apantallar todas las partes con tensión cuando se deba acceder a distancias inferiores a las de seguridad
Proyecciones	No almacenar objetos en el interior
Contactos eléctricos	Manipular y transportar los objetos alargados entre dos personas
Arco eléctrico	Cumplimiento de las disposiciones legales existentes:
Explosiones	Mantenimiento de distancias en las instalaciones: entre elementos en tensión, estructuras metálicas, etc.
Incendios	Puesta a tierra en buen estado

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Ventilación	Existencia de protección ante incendios: fosos de recogida de aceites, muros cortafuegos, paredes, tabiques, etc. Prevención del riesgo de caídas Evitar derrames, suelos húmedos o resbaladizos (canalizaciones, desagües o pozos de evacuación) Mantener el centro ordenado y limpio Utilizar calzado antideslizante en caso de suelos resbaladizos Tapas de canaletas en buen estado y colocación Señalización y delimitación de trampillas abiertas Iluminación apropiada: - Alumbrado artificial obligatorio de incandescencia - Focos luminosos correctamente colocados - Interruptores próximos a las puertas de acceso Ventilación adecuada: - Entradas de aire por la parte inferior y salidas en la superior - Huecos de ventilación protegidos - Salidas de ventilación que no molesten a los usuarios Señalización: - Puertas con rótulos indicativos - Máquinas, celdas, paneles de cuadros y circuitos diferenciados y señalizados - Carteles de advertencia de peligro en caso necesario - Indicadores de gálidos y cargas máximas en zonas de transporte - Esquemas unifilares actualizados e instrucciones generales de servicio - Carteles normalizados (Normas de Trabajos AT, distancias de seguridad y primeros auxilios) Notificación de anomalías en las instalaciones siempre que se detecten

Protecciones colectivas a utilizar: circuito de puesta a tierra, protección contra sobreintensidades (cortacircuitos, fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (pararrayos y autoválvulas), protección frente a incendios (extintores, instalaciones fijas, paredes incombustibles, fosos y muros cortafuegos), protección frente a contactos eléctricos (pantallas macizas, enrejados y barreras), sistemas de ventilación (natural o forzada), señalización y delimitación.

Protecciones individuales a utilizar: colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.), utilizar casco, guantes aislantes para B.T. y herramientas aisladas, gafas de protección cuando exista riesgo particular de accidente ocular, utilizar ropas secas, llevar ropa de lluvia en caso de lluvia (la ropa no debe tener partes conductoras y cubrirán totalmente los brazos y las piernas).

5.3. PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

5.3.1. ORGANIZACIÓN DE LA PARCELA

Es el riesgo derivado de los trabajos relativos a la preparación de la parcela como zona de trabajo.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Choques y atropellos causados por maquinaria (retroexcavación)	Nombramiento del encargado y de la cuadrilla de seguridad de la obra
Golpes y heridas con herramientas	Revisar el archivo documental de la obra
Inhalación de polvo	Utilización de la maquinaria y vehículos por personal competente y autorizado
Caídas al mismo nivel	El coordinador de seguridad o, en su ausencia, el encargado de seguridad de la obra vigilará que los trabajadores adoptan las medidas preventivas concretadas
Sobreesfuerzos	
Contactos eléctricos con herramientas mal aisladas o cables a ras de suelo	Al descubrir tipo de conducción subterránea, se paralizarán los trabajos avisando a la dirección de obra para que dicte las acciones de seguridad a seguir

Equipos de protección colectiva: vallado del solar, instalación eléctrica de obra con protección diferencial de media sensibilidad (300 mA) y toma de tierra.

Equipos de protección individual: casco de seguridad, guantes de loneta para la manutención de herramientas y útiles, botas antideslizantes homologadas con puntera metálica, cinturón lumbar contra sobreesfuerzos y ropa de trabajo (mono o pantalón y chaquetilla).

5.3.2. MOVIMIENTO DE TIERRAS

Es el riesgo derivado de los trabajos relativos a la realización de zanjas y vaciado del terreno.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caídas desde el mismo nivel (resbalones)	Conocimiento de las instalaciones mediante planos
Inhalación de polvo	Notificación a todo el personal de la obra, de los cruzamientos y paralelismos con otras líneas eléctricas de alta, media y baja tensión, así como canalizaciones de agua, gas y líquidos inflamables
Ruidos	Hacer uso correcto de las herramientas necesarias para la apertura de la zanja, tanto si son:
Golpes, atrapamientos	- Manuales (picos, patas, etc.)
Caídas de personas a distinto nivel	- Mecánicas (perforador neumático)
Caídas de maquinaria a distinto nivel	- Motorizadas (vehículos)
Exposición a rigor climático	Delimitar y señalizar la zona de trabajo
Sobreesfuerzos	Se debe entibar la zanja siempre que el terreno sea blando o se trabaje a más de 1,5 m de profundidad comprobando el estado del terreno y entibando después de fuertes lluvias y cada vez que se reinicia el trabajo
Pisadas sobre objetos punzantes	

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caída de objetos	Utilizar los equipos de protección individual preceptivos de esta fase
Desprendimientos, desplomes y derrumbes	Los acopios estarán a más de 2 m del borde de las zanjas
Proyecciones	Utilización de la maquinaria de excavación y del camión basculante por personal válido y autorizado
Explosiones	Señalización de las zanjas mediante cinta plástica (roja y blanca)
Electrocución	La coronación de taludes permanentes a las que deban acceder personas se protegerá mediante una barandilla de 90 cm de altura con listón intermedio y rodapié y situada al menos a 2 m del borde del talud

Equipos de protección individual: casco de seguridad, calzado antideslizante homologado, guantes para el trabajo con hormigón, guantes de cuero para manipulación de ferralla, mono de trabajo y mascarilla filtrante contra el polvo (filtro mecánico).

5.3.3. TRANSPORTE DE MATERIALES

Análogo a lo recogido en la línea de MT

5.3.4. CANALIZACIÓN DE LA LÍNEA DE BT

Análogo a lo recogido en la línea de MT

5.3.5. CIMENTACIÓN

Es el riesgo derivado de los trabajos de cimentación que se deben llevar a cabo en la obra. La descripción de estos trabajos es:

- El hormigón se verterá con tolva desde grúa o canaleta o con camión bomba.
- Las paredes laterales de los muros se construirán con encofrado a dos caras soportado por codales metálicos. El encofrado se colocará desde borriquetas y las piezas serán manejadas por autogrúa.
- Para la recuperación de material deben respetarse los plazos anteriormente indicados.
- Los trabajos de izado y colocación se realizarán con camión-grúa. Los trabajos de soldadura se realizarán a pie de obra con soldadura manual con electrodo revestido y equipo transformador autónomo.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caídas a distinto nivel	No circular bajo cargas izadas
Caídas al mismo nivel por falta de orden y limpieza	Utilizar los equipos de protección individual preceptivos
Proyección violenta de partículas (sierras disco)	No realizar o suspender trabajos en altura con vientos superiores a 50 km/h o racheados, lluvia, nieve o cualquier otra situación climatología adversa
Sobreesfuerzos por posturas obligadas	No circular (camiones, grúas o plataformas) sobre cables eléctricos
Pisadas sobre objetos punzantes	Se entregará a los maquinistas las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente
Atrapamiento en el manejo de puntales	El maquinista será persona autorizada y capacitada para el desarrollo de las tareas que se le encomiendan
Caída de objetos sobre las personas	Se prohíbe desplazar el camión durante las operaciones o movimientos de su brazo, con o sin carga
	Antes de realizar cualquier operación, se extenderán los 4 apoyos de los que ha de estar dotado para asegurar su estabilidad
	Se revisará el estado de sus elementos fundamentales: movimientos y funcionamiento de su brazo, estado de conservación de los ganchos de fijación, observancia de éstos respecto a la normativa vigente
	Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil del camión
	Se seguirán estrictamente las prescripciones de utilización, en especial, sobre cargas máximas que el fabricante del camión haya dispuesto
	Se prohíbe estacionar a una distancia inferior a 3 metros del borde de las zanjias
	Se prohíbe acceder a la máquina utilizando vestimenta sin ceñir y/o joyas, que puedan engancharse en los salientes y controles
	Las plataformas de trabajo que ofrezcan peligro de caída desde más de dos metros estarán protegidas en todo su contorno por barandillas y plintos

Equipos de protección individual: casco de seguridad, guantes de cuero para manejo y transporte de tableros, vigas, trácteles, ferralla, etc., guantes de goma para manejo de hormigón, botas de seguridad homologadas con suela antideslizante y puntera metálica, ropa de trabajo (mono) y cinturón de seguridad con dispositivo anticaídas.

5.3.6. PINTURA

Es el riesgo derivado de los trabajos de pintura. La descripción de estos trabajos es:

- Preparación, lijado y pintado con una mano de minio de plomo electrolítico y dos manos de esmalte graso en perfiliería metálica.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Quemaduras	Ventilación adecuada de los lugares donde se realicen trabajos
Salpicaduras a la cara	

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caídas al mismo o distinto nivel por mal uso de medios auxiliares	Los recipientes estarán alejados del calor y cerrados
Golpes por desprendimiento de materiales caídos desde andamios	Prohibido fumar en las zonas de trabajo
Irritación ocular por hipersensibilidad	Orden y limpieza de la zona de trabajo
Eccemas y eritemas en la piel por contacto con pinturas y/o alergia a algún componente	Disponer en la zona de trabajo del material mínimo necesario para realizar los trabajos
	Procurar disponer de suficiente luz

Equipos de protección individual: guantes de goma, calzado antideslizante, mono de trabajo, mascarilla protectora contra emanaciones de gases.

5.3.7. LÍNEAS DE BAJA TENSIÓN

Es el riesgo derivado de los trabajos con líneas de baja tensión. La descripción de estos trabajos es:

- Acometida e instalación del cuadro general de distribución (se incluyen interruptores magnetotérmicos, interruptor general y demás aparataje).
- Cuadros de distribución secundarios.
- Tendido de las líneas principales y de las líneas interiores.
- Ejecución de conexiones.
- Tendido de cables.
- Empalmes y derivaciones.
- Bases de enchufes.
- Colocación de luminarias.
- Puesta a tierra.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Contactos directos por aproximación a instalaciones en tensión, produciendo cebado de arco eléctrico	Utilización de máquinas-herramientas con doble aislamiento
Sobreesfuerzos en manipulación de cargas	Se colocará la señalización oportuna previo al comienzo de los trabajos
Atropello por maquinaria de la obra	Orden y limpieza en cada uno de los tajos, manteniendo libres de obstáculos las superficies de tránsito
Caída de personas al mismo nivel	Una línea eléctrica no podrá ser considerada sin tensión si no ha sido señalada como tal y se ha verificado
Caída de objetos	Totalmente prohibido manipular puntos en tensión sin utilizar guantes y herramientas aisladas
Contactos eléctricos	Se suspenderán los trabajos cuando haya tormentas próximas
	Para efectuar trabajos en altura se utilizará tanto el casco protector con barboquejo, como amarres y cinturones de seguridad, si es preciso

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Arco eléctrico Electrocución	Se evitará el uso innecesario de objetos metálicos y se llevarán las herramientas en canana Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión Comprobación y medición de la resistencia de la puesta a tierra En proximidad de líneas subterráneas: - Solicitar el descargo de la línea en trabajos con herramientas y útiles manuales (distancia inferior a 0,5 m) o en operaciones con útiles mecánicos (distancia inferior a 1 m) - Si no es posible el descargo, eliminar los reenganches - Manipulaciones de cables: con descargo solicitado y usando elementos aislantes adecuados al nivel de tensión - Usar medios de protección adecuados (alfombras y guantes aislantes) - Medidas preventivas a adoptar por el Jefe de Trabajos: conocimiento de las instalaciones mediante planos, notificación de la proximidad de conductores en tensión, señalización de los cables, designación de vigilante de los trabajos y aislamiento selectivo de cables Utilizar casco, guantes aislantes para BT y herramientas aisladoras A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombras, banqueta, madera seca, etc.) Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc. Comprobación y medición de la resistencia de la puesta a tierra No se restablecerá el servicio hasta finalizar completamente los trabajos y nunca hasta comprobar que no existe peligro alguno

Equipos de protección colectiva: protección frente a contactos eléctricos (aislamientos, puestas a tierra, dispositivos de corte por intensidad o tensión de defecto), protección contra sobrecorrientes (fusibles e interruptores automáticos), protección contra sobretensiones (descargadores a tierra), señalización y delimitación, taburetes y alfombrillas aislantes, capuchones, vainas y pantallas de seguridad.

Equipos de protección individual: ropa de trabajo en materiales no sintéticos, lana, algodón, gafas y/o pantallas faciales según MT-16, casco de seguridad, casco de seguridad dieléctrico clase E-AT para trabajos en alta tensión, cinturones de seguridad para trabajos en altura, calzado de seguridad aislante, guantes para trabajos eléctricos (aislantes), según MT-4.

5.4. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN HERRAMIENTAS

Las diferentes herramientas a utilizar durante la ejecución de una obra llevan asociados una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas.

5.4.1. SIERRA RADIAL

Los riesgos derivados de la sierra radial son los que se describen en la siguiente tabla.

Riesgos asociados	Medidas preventivas

Cortes y amputaciones en extremidades.	Comprobación de las operaciones de utilización por personal autorizado y cualificado
Contactos eléctricos	Doble aislamiento eléctrico y toma de tierra incluida en el mismo cable de alimentación
Sobreesfuerzos	Disco protegido mediante carcasa antiproyecciones
Proyección de partículas	Controlar los dientes del disco para evitar que se produzca una fuerza de atracción hacia el disco
Inhalación de polvo	Deberá existir un interruptor cerca de la zona de mando
Rotura del disco	Prohibido realizar reparaciones con la máquina en marcha
Incendio	Prohibido dejar la máquina-herramienta en el suelo
Ruido	La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y virutas para evitar incendios
Contacto térmico	En caso de utilizarse para cortar madera, esta estará desprovista de clavos
Abrasiones	Trabajar con el disco abrasivo, preferentemente húmedo o con instalación de extracción de polvo. Utilizar, si es preciso, prendas de protección individual (adaptador facial y filtro mecánico)

Equipos de protección individual: casco de seguridad, mono de trabajo (suficientemente ceñido para evitar atrapamientos), gafas de seguridad, mascarilla, protectores auditivos, botas de seguridad homologadas con suela antideslizante, plantilla anticlavos y puntera metálica.

5.4.2. TALADRO

Los riesgos derivados del taladro son los que se describen en la siguiente tabla.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Proyección de partículas	Comprobación de las operaciones de utilización por personal autorizado y cualificado Doble aislamiento eléctrico Motor protegido por carcasa
Heridas y atrapamientos por utilización incorrecta	Prohibido realizar reparaciones con la máquina en marcha
Inhalación de polvo	Revisar periódicamente su estado de conservación, así como el de la boca
Contacto térmico	Revisar el cableado para evitar electrocución
Contacto eléctrico	Desconectar el taladro para realizar el cambio de broca
Rotura de la broca	Apretar suficientemente la broca Uso de la broca adecuada Enfriar la broca a intervalos regulares si su uso es prolongado Oscilatorios para aumentar el orificio

Riesgos asociados	Medidas preventivas
	No utilizar vestimentas holgadas, para evitar atrapamientos

Equipos de protección individual: casco de seguridad, mono de trabajo (suficientemente ceñido para evitar atrapamientos), gafas de seguridad, mascarilla, protectores auditivos, botas de seguridad homologadas con suela antideslizante, plantilla anticlavos y puntera metálica.

5.4.3. HERRAMIENTAS MANUALES PROPIAS DE OBRAS

Es el riesgo derivado de las operaciones con herramientas manuales propias de las obras, en este apartado se incluyen el resto de las herramientas propias de las obras de construcción: martillo, llana, alicates, llave inglesa, cincel, paleta, azada, pistola clavadora, etc.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Inhalación de polvo	Utilizar los equipos de protección individual necesarios para cada operación
Golpes, cortes y atrapamientos	Utilizar la herramienta propia para cada actividad
	Mantener el lugar de trabajo limpio y ordenado, evitando dejar la herramienta en lugares de tránsito, especialmente plataformas de andamios, cubierta, retejado, etc

Equipos de protección individual: casco de seguridad, mono de trabajo (suficientemente ceñido para evitar atrapamientos), botas de seguridad homologadas con suela antideslizante, plantilla anticlavos y puntera metálica.

5.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS EN MAQUINARIA

La diferente maquinaria involucrada en las diferentes tareas de la obra lleva asociada una serie de riesgos ante los cuales deberán adoptarse unas medidas preventivas. En una obra relativa a un proyecto de instalaciones fotovoltaicas, la maquinaria para llevar a cabo las tareas asignadas en este tipo de obra conlleva los factores de riesgos que se describen a continuación.

5.5.1. CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES

Es el riesgo derivado de las operaciones con camiones. Descripción de los trabajos:

- Transporte de materiales hasta pie de obra (zona de acopio).
- Transporte de materiales desde obra.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Choques al entrar y salir de la obra por maniobras en retroceso, falta de visibilidad, ausencia de señalista, ausencia de señalización	Revisión periódica de frenos y neumáticos
	Previo a comenzar sus tareas, se revisará el estado de sus elementos fundamentales

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Vuelco del camión por superar obstáculos, fuertes pendientes, medias laderas, desplazamiento de la carga	Respetará todas las normas del Código de la Circulación. Las maniobras serán dirigidas por un señalista
Caídas desde la caja al suelo por caminar sobre la carga, subir y bajar por lugares no previstos para ello	Será manejado por personal autorizado y competente
Proyección de partículas por viento o movimiento de la carga	El personal de obra se encontrará fuera del radio de acción de la máquina
Atrapamiento entre objetos por permanecer entre la carga en los desplazamientos del camión	Se entregará a los maquinistas las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente
Atrapamientos en las labores de mantenimiento	Se prohíbe acceder a la máquina utilizando vestimenta sin ceñir y/o joyas que puedan engancharse en los salientes y controles

5.5.2. MOTONIVELADORA

Es el riesgo derivado de las operaciones motoniveladora. Descripción de los trabajos:

- Nivelación y explanación del terreno (añadir zahorra) a la cota deseada para su posterior compactación con rodillo autopropulsado

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Vuelco de la máquina, resaltos en el terreno, sobrepasar obstáculos, pendientes superiores a las admisibles, velocidad inadecuada	Será manejado por personal autorizado y competente
Choque entre máquinas.	El personal de obra se encontrará fuera del radio de acción de la máquina
Atoramiento en barrizales.	Se entregará a los maquinistas las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente
Incendio por almacenar combustibles sobre la máquina.	Previo a comenzar sus tareas, se revisará el estado de sus elementos fundamentales
Quemaduras en trabajos de mantenimiento por impericia.	Se prohíbe acceder a la máquina utilizando vestimenta sin ceñir y/o joyas que puedan engancharse en los salientes y controles
Caídas de personas desde la máquina.	
Proyección violenta de objetos (fragmentos de roca o tierra).	
Ruido propio o ambiental.	
Vibraciones (puesto de mando sin aislar)	

5.5.3. RETROEXCAVADORA Y PALA EXCAVADORA

Es el riesgo derivado de las operaciones con retroexcavadora y pala excavadora. Descripción de los trabajos:

- Excavación de zanjas de cimentación y apertura de las zanjas correspondientes a las distintas redes.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Contactos eléctricos	Utilización por personal capacitado y autorizado
Atropellos	Al circular lo hará con la cuchara plegada
Caída y vuelco en zanjas	El personal de obra se encontrará fuera del radio de acción de la máquina
	No circular a velocidad excesiva ni realizar maniobras bruscas

5.5.4. CAMIÓN O GRÚA

Es el riesgo derivado de las operaciones con camión pluma o pluma grúa. Descripción de los trabajos:

- Izado de cargas (pilares y vigas de estructura metálica, placas para cubierta, armaduras, zapata, etc.).

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Caídas al subir o bajar a la zona de mandos por lugares imprevistos	Antes de comenzar cualquier operación se entregará a los maquinistas las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente.
Vuelco del vehículo (exceso de carga, falta de sustentación, caída en huecos horizontales)	El maquinista será persona autorizada y capacitada para el desarrollo de las tareas que se le encomiendan.
Niveles sonoros altos (ruido motor en izado de cargas)	Se prohíbe desplazar el camión durante las operaciones o movimientos de su brazo, con o sin carga.
Golpeo de la carga o de los elementos de la grúa con el andamiaje o con las construcciones adyacentes	Antes de realizar cualquier operación se extenderán los 4 apoyos de los que ha de estar dotado para asegurar su estabilidad.
Desprendimiento de la carga por eslingado peligroso	No izar cargas a granel.
Golpes de la carga a paramentos verticales u horizontales durante las maniobras de servicio	Se revisará diariamente el estado de sus elementos fundamentales: movimiento y funcionamiento de su brazo, estado de conservación de los ganchos de fijación y cables, eslingas y observancia de éstos respecto a la normativa vigente.
Contactos eléctricos con líneas de alta tensión o cableado	Se prohíbe realizar esfuerzos por encima del límite de carga útil del camión.
Aplastamiento por caída de carga	Se seguirán estrictamente las prescripciones de utilización y cargas máximas que el fabricante del camión haya dispuesto.
Atropello	Se prohíbe estacionar a distancias inferiores a 2 metros del borde de las zanjas.
	Se prohíbe terminantemente su utilización en condiciones de vientos superiores a 50 km/h o racheados.
	Se prohíbe la estancia del personal bajo las cargas.
	Se prohíbe sobrepasar los límites de carga durante su ejecución.

Protecciones individuales: casco de seguridad, ropa de trabajo (mono o pantalón y chaquetilla), botas de seguridad homologadas con suela antideslizante y puntera metálica.

5.5.5. CAMIÓN HORMIGONERA

Es el riesgo derivado de las operaciones con el camión hormigonera. Descripción de los trabajos:

- En todas las operaciones que requieran hormigonado: forjado, relleno de zanjas, solados, etc.

Riesgos asociados	Medidas preventivas
Contactos eléctricos directos Dermatitis por contacto con el hormigón Caída a distinto nivel por superficie de tránsito peligrosa, empuje de la canaleta por movimientos fuera de control de camión hormigonera en movimiento Atrapamiento de miembros en el montaje y desmontaje de la canaleta	Antes de comenzar cualquier operación se entregará a los maquinistas las normas y exigencias de seguridad que les afecten específicamente El maquinista será persona autorizada y capacitada para el desarrollo de las tareas que se le encomiendan Se revisará diariamente el estado de sus elementos fundamentales: movimientos y funcionamiento de su brazo, estado de conservación de los ganchos de fijación y cables, observancia de estos respecto a la normativa vigente

6. Señalización y servicios

6.1. SEÑALIZACIÓN

De acuerdo al Real Decreto 485/07 sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo, la señalización en materia de seguridad, que se colocará en sitio visible, será:

- Señales de advertencia (triangular con dibujo negro sobre fondo amarillo).
 - o Caída a distinto nivel: riesgo que se manifiesta al trabajar en altura.
 - o Materias inflamables: riesgo en los equipos de soldadura oxiacetilénica.
 - o Materias suspendidas: riesgo en los materiales izados por el camión-grúa.
- Señales de prohibición (redonda con dibujo en fondo blanco; borde y banda rojos).
 - o Prohibido el paso: a personas ajenas a la obra.
 - o Prohibido estacionar: en la puerta de acceso de vehículos.
 - o Prohibido fumar: en las proximidades de los lugares de utilización de equipos de soldadura.
- Señales de obligación (redonda con dibujo blanco sobre fondo azul).
 - o Protección obligatoria de la cabeza.
 - o Protección obligatoria de los pies.
 - o Protección obligatoria de las manos (trabajo con hormigón, redondos de acero, elementos punzantes, manutención de perfile).
- Señales relativas a los equipos contra incendios (rectangular, dibujo blanco sobre fondo azul).
 - o Extintor.
 - o Dirección localización del equipo de extinción.
- Señales relativas a los equipos de primeros auxilios (rectangular con dibujo blanco sobre fondo verde).
 - o Localización del botiquín.
 - o Dirección localización del botiquín.

6.2. SERVICIOS SANITARIOS

De acuerdo a lo expuesto en el R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se dispondrá como mínimo de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, venda, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material será revisado periódicamente y se repondrá tan pronto como caduque o sea utilizado.

Se dispondrá en lugar visible del Centro de Trabajo una lista con el teléfonos y dirección del centro médico más cercano.

6.3. SERVICIOS HIGIÉNICOS

El conjunto de las instalaciones se adecuará a lo expuesto en el R.D. 486/1997, de 14 de abril sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y como mínimo deberán contar con los elementos siguientes:

6.3.1. COMEDOR

Deberá disponer de calientacomidas, mesas y asientos con respaldo, pila de agua caliente y fría, calefacción y un cubo para desperdicios.

6.3.2. VESTUARIOS

Los vestuarios deberán disponer de asientos, además de una taquilla con cerradura por trabajador y una ducha y un lavabo con agua caliente y fría por cada diez trabajadores, disponiendo de calefacción.

6.3.3. SERVICIOS

Se dispondrá de un retrete por cada 25 trabajadores.

7. Condiciones de Seguridad y Salud

7.1. PREINSCRIPCIONES DE UTILIZACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS EQUIPOS

Todas las máquinas y equipos a utilizar deberán tener marcado CE. Únicamente se admitirán aquellos que no lo tengan en caso de que se haya realizado una evaluación de riesgos del mismo y se hayan instalado todas aquellas medidas preventivas que garanticen la seguridad del operario que lo utilice.

Las máquinas y equipos se utilizarán únicamente cuando se encuentren adecuadamente instalados, y en lugares que no generen nuevos riesgos a sus operarios.

El mantenimiento de máquinas y equipos deben realizarlo solamente personal acreditado, y siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las máquinas y equipos deben ser utilizados únicamente por personal que haya sido previamente instruido en su uso, y conozcan perfectamente los peligros que pueden generar.

7.2. EMPLEO Y CONSERVACIÓN DEL MATERIAL DE SEGURIDAD

7.2.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

7.2.1.1. VALLAS DE PROTECCIÓN

Se instalarán vallas de protección en todas las zonas donde se realicen excavaciones, de manera que se garantice en todo momento la imposibilidad de que cualquier persona ajena a la obra o trabajador de la misma, pueda acceder a la excavación, cuando no sea preciso.

7.2.1.2. PROTECCIONES PERSONALES

Con carácter general todos los elementos de protección personal deben tener marcado CE y deben cumplir con el R.D. 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.

Así mismo todos los trabajadores deberán contar como elementos de protección personal de carácter general, además de los propios para cada actividad con los siguientes:

- Casco de seguridad
- Calzado de seguridad con puntera y suela reforzada
- Ropa de protección para inclemencias del tiempo
- Guantes

Todas las protecciones personales tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido del prefijado esta se repondrá, independientemente de la duración prevista.

Todo elemento de protección personal que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido debe ser desechado de inmediato.

7.3. CONSULTA Y PARTICIPACIÓN DE LOS TRABAJADORES

7.3.1. DELEGACIÓN DE PREVENCIÓN

En aplicación de la Ley 31/1.995, la representación de los trabajadores en materia de prevención de riesgos en el trabajo corresponde a los Delegados de prevención, que serán designados por y entre los representantes del personal, de acuerdo a lo expuesto en los puntos 2, 3 y 4 del Artículo 35 de la citada Ley.

Las competencias y facultades de dichos Delegados de prevención, así como las garantías y sigilo profesional se encuentran recogidas en los Artículos 36 y 37 de la Ley 31/1.995.

7.3.2. COMITÉ DE SEGURIDAD Y SALUD

El Comité de Seguridad y Salud es el órgano paritario y colegiado de participación destinado a la consulta regular y periódica de las actuaciones de la empresa en materia de prevención de riesgos, debiéndose constituir en todas aquellas empresas con más de 50 trabajadores. La constitución de dicho comité queda regulada en el Artículo 38 de la Ley 31/1.995.

Las competencias y facultades del Comité de Seguridad y Salud se recogen en los apartados 1 y 2 del Artículo 39 de la ya citada Ley.

7.4. CONTROL DE LOS TRABAJOS

7.4.1. ÍNDICES DE CONTROL

Con el fin de efectuar un seguimiento de la efectividad de las medidas preventivas adoptadas, el empresario elaborará mensualmente un gráfico en el que figuren tanto por meses como por acumulados a origen de los trabajos los valores de los índices siguientes:

- Índice de frecuencia

$$I_r = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \cdot 10^6$$

Para su cálculo hay que contabilizar solamente los accidentes ocurridos mientras existe exposición al riesgo estrictamente laboral. Así mismo las horas trabajadas serán las de exposición al riesgo, por lo que deben excluirse las de vacaciones, enfermedades, etc.

- Índice de gravedad

$$I_g = \frac{N^{\circ} \text{ total de jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \cdot 10^3$$

Para su cálculo se considerarán las jornadas laborales perdidas, no los días naturales. Estas se obtienen como suma de las correspondientes a incapacidades temporales y permanentes, obteniéndose estas segundas mediante baremo. Los accidentes sin bajas se consideran como dos horas perdidas, por lo que cuatro implican una jornada perdida.

- Índice de incidencia

$$I_I = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}{N^{\circ} \text{ de horas trabajadas}} \cdot 100$$

- Índice de duración media

$$I_I = \frac{N^{\circ} \text{ total de jornadas perdidas}}{N^{\circ} \text{ de accidentes con baja}}$$

7.4.2. PARTES DE ACCIDENTES Y DEFICIENCIAS

En aplicación a la O.M. de 16 de Diciembre de 1987 (B.O.E. de 29 de diciembre de 1987), es obligación del empresario la realización de los siguientes partes de accidentes de trabajo:

- Parte de accidente de trabajo.
- Relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica.
- Relación de altas o fallecimientos de accidentados.

En caso de que se produzca un accidente, que provoque el fallecimiento de un trabajador, que sea considerado como grave o muy grave, o que afecte a más de cuatro trabajadores, el empresario además de cumplimentar el correspondiente parte de accidente, comunicará en el plazo de 24 horas este hecho por telegrama o método análogo a la autoridad laboral de la provincia donde haya ocurrido el accidente.

Con independencia de los partes de accidente exigidos por la Orden Ministerial ya citada, el empresario estará obligado a la realización de un parte para todos los accidentes o incidentes (accidentes sin daños) que se produzcan, para posteriormente realizar una investigación del mismo y subsanar aquellas deficiencias que pudieran haberse producido en la aplicación de medidas preventivas.

7.5. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación al Artículo 7 del R.D. 1627/1.997 corresponde al contratista de las obras la elaboración de un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el Estudio básico de Seguridad, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio básico.

El Plan de Seguridad, deberá ser firmado, antes del comienzo de las obras, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución y estará en la obra a disposición permanente de la dirección facultativa.

7.6. OBLIGACIONES DE CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además, responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

7.7. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Los trabajadores autónomos están obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
- El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

7.8. LIBRO DE INCIDENCIAS

En el centro de trabajo deberá existir con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

El Libro de Incidencias, se mantendrá siempre en obra y estará en poder del Coordinador en materia de seguridad.

La regulación del libro de incidencias queda expuesta en el Artículo 13 del R.D. 1627/1.995.

7.9. PARALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

7.10. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

8. Presupuesto

8.1. PROTECCIONES COLECTIVAS

Material de asignación colectiva					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual	Total unidades equivalentes	Precio Ud. (€)	Coste total (€)
1	Botiquín primeros auxilios	5	14	18	252,00 €
2	Camilla evacuación accidentados	5	14	253,8	3.553,20 €
3	Extintores	5	14	30,8	431,20 €
				Coste Parcial	4.236,40 €

8.2. PROTECCIONES PERSONALES

Material de asignación personal					
Nº de orden	Concepto	Dotación anual por operario	Total unidades equivalentes	Precio Ud. (€)	Coste total (€)
1	Casco de protección con barboquejo	2	27	42,3	1.142,10 €
2	Gafas de protección antiimpactos	3	55	4,8	264,00 €
3	Arnés de seguridad homologado	0	14	146,1	2.045,40 €
4	Guantas de montador	12	137	4,4	602,80 €
5	Botas de seguridad	2	68	46,6	3.168,80 €
6	Ropa de trabajo	1	68	69,2	4.705,60 €
7	Trajes impermeables	1	27	28,3	764,10 €
				Coste Parcial	12.692,80 €

8.3. FORMACIÓN Y MEDICINA PREVENTIVA

Formación y Medicina preventiva				
Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud. (€)	Coste total (€)
1	Charla informativa seguridad y primeros auxilios (hora)	137	34	4.658,00 €
2	Reconocimientos médicos	24	30,6	734,40 €
			Coste Parcial	5.392,40 €

8.4. CONTROL DE LA SEGURIDAD

Control de la Seguridad				
Nº de orden	Concepto	Unidades	Precio Ud. (€)	Coste total (€)
1	Vigilante de seguridad (7 horas diarias)	420	34	14.280,00 €
2	Reuniones Comisión Seguridad (horas de Obra)	56	34	1.904,00 €
			Coste Parcial	16.184,00 €

8.5. TOTAL

El presupuesto total del proyecto en materia de seguridad y salud es **TREINTA Y OCHO MIL QUINIENTOS CINCO EUROS CON SESENTA CÉNTIMOS (38.505,60 €)**.

9. Conclusiones

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud precisa las normas genéricas de seguridad y salud aplicables a la obra del proyecto FV Carrero Solar. Identifica, a su vez, los riesgos inherentes a la ejecución de estas y contempla previsiones básicas e informaciones útiles para efectuar, en condiciones de seguridad y salud, las citadas obras.

14.7 Estudio de Gestión de Residuos

ÍNDICE

1.	Objeto	2
2.	Alcance	3
3.	Normativa y recomendaciones aplicadas.....	4
4.	Pautas de segregación de residuos.....	6
5.	Inventario de residuos.....	7
6.	Estimación de residuos generados.....	10
7.	Gestión de residuos peligrosos	12
8.	Gestión de residuos no peligrosos	15
9.	Conclusiones	16

1. Objeto

El presente Estudio de Gestión de Residuos detalla el plan previsto para la gestión de los residuos derivados de la ejecución de la obra de la PSFV Carrero Solar de 31,31 MWp que se pretende desarrollar en la provincia de Toledo sobre terrenos sujetos a un contrato de arrendamiento y/o compra.

Este documento tiene como finalidad el cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Este estudio servirá como base al Plan de Gestión de Residuos que deberá realizar el Constructor, el cual complementará al actual documento.

2. Alcance

Las medidas contempladas en este Estudio alcanzan a todos los trabajos a realizar en el presente Proyecto, y aplica la obligación de su cumplimiento a todas las personas de las distintas organizaciones que intervengan en la ejecución de los mismos.

Queda fuera del alcance del Estudio las actividades correspondientes a la subestación elevadora 220/30 kV y la subestación de medida fiscal.

3. Normativa y recomendaciones aplicadas

Para la realización del presente estudio de gestión de residuos se ha tenido en cuenta la normativa que a continuación se relaciona con carácter enunciativo, pero no limitativo.

- Decisión de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados, publicada en BOE número 181 de 29 de julio de 2011.
- Real Decreto 656/2017, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus Instrucciones Técnicas Complementarias MIE APQ 0 a 10.
- Real Decreto 180/2015, de 13 de marzo, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado, publicado en BOE número 83 de 7 de abril de 2015.
- Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, de modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio, publicada en BOE número 75, de 27 de marzo de 2010.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición, publicado en BOE número 38, de 13 de febrero de 2008.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, publicado en BOE número 160 de 5 de julio de 1997.
- Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, publicada en BOE número 192, de 30 de julio de 1988.
- Resolución de 16 de noviembre de 2015, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental y Medio Natural, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de noviembre de 2015, por el que se aprueba el Plan

Estatut Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022, publicado en BOE número 297 de 12 de diciembre de 2015

- Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos (PNIR) para el periodo 2008-2015, publicado en BOE número 49 de 26 de febrero de 2009.
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, publicada en BOE número 43 de 19 de febrero de 2002.
- Corrección de errores de la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y lista europea de residuos, publicada en BOE número 61 de 12 de marzo de 2002.

4. Pautas de segregación de residuos

Todo el personal de las respectivas constructoras y subcontratas separarán selectivamente los residuos generados durante el desarrollo de su actividad en función de su naturaleza y forma de gestión, de manera que se asegure la separación selectiva tanto de aquellos residuos que precisen un tratamiento o depósito especial, como de los residuos recuperables y de los exentos de peligrosidad.

Como mínimo, se realizará la siguiente segregación en las obras:

- Residuos Peligrosos (separados en función de sus características y forma de gestión).
- Residuos no Peligrosos (separados en función de sus características y especialmente los Residuos de Construcción Inertes).

Esta separación selectiva se facilitará mediante la determinación y adecuación de un Punto Limpio (ver figura 1), el cual estará acondicionado con áreas y envases de contención (contenedores, bolsas big-bag, bidones, etc.) y/o zonas de depósito con los diferentes tipos de residuos generados, convenientemente identificados o etiquetados, siendo el Jefe de Obra y el Técnico de Vigilancia Ambiental, los encargados de asegurar la disposición e identificación de dichas zonas de ubicación de residuos.

Estos responsables controlarán la correcta segregación de los residuos por parte del personal de obra, registrando los resultados derivados en los Programas de Puntos de Inspección Ambiental asociados a la obra.

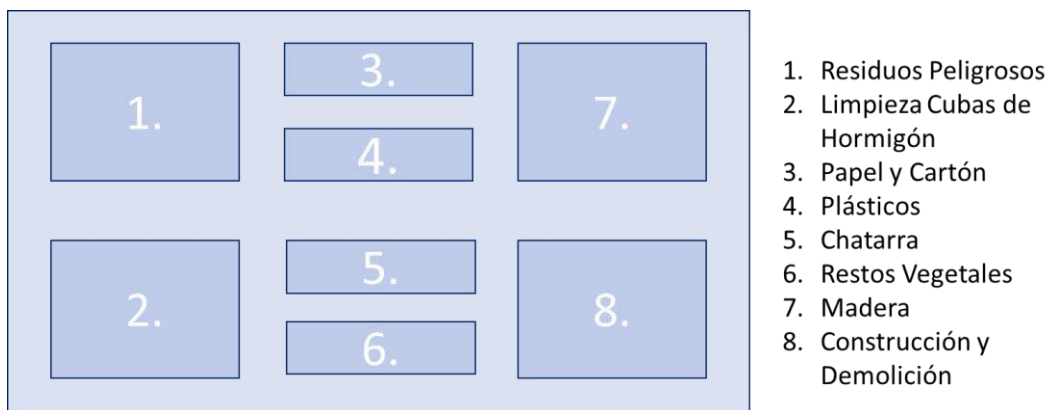


Figura 1: Relación de zonas de segregación de residuos dentro del punto limpio

5. Inventario de residuos

Se procederá a realizar una identificación continuada de los diferentes residuos generados como consecuencia del desarrollo de las actividades llevadas a cabo en las Obras, anotando la siguiente información:

- Tipo de Residuo:
 - a. R.S.U.: Residuo Sólido Urbano.
 - b. R.C.D.: Residuo de Construcción y Demolición.
 - c. R.P: Residuo Peligroso.
 - d. R.V: Residuos vegetales.
 - e. Otros Residuos no contemplados en las categorías anteriores. (RAEE)
- Denominación del residuo: Indicación clara del nombre del residuo. En el caso de aquellos residuos asociados a documentos de aceptación emitidos por gestores autorizados, esta denominación deberá coincidir con la dada por el gestor en dichos documentos.
- Código LER: Indicación del código del residuo, atendiendo al Listado Europeo de Residuos aprobado por la legislación vigente. (El LER sustituyó al CER en el año 2002)
- Código de Identificación: Sólo para los residuos peligrosos, se seguirá lo establecido en la legislación vigente de residuos de referencia.
- Indicación de la Naturaleza y Riesgo: Sólo para los residuos peligrosos, según lo dispuesto en la normativa vigente de referencia. (Vendrá identificada por el código H dado al residuo en el documento de aceptación del gestor, esto es: Explosivo, Comburente, Fácilmente inflamable, Inflamable, Irritante, Nocivo, Tóxico, Carcinógeno, Corrosivo, Infeccioso, Tóxico para la reproducción, Mutagénico, Emisor de gases tóxicos, Peligroso para el medio ambiente).
- Destino Final: Se señalará si la cesión de los residuos va encaminada a su Reutilización (Rt), Reciclado (Rc), Valorización (V) ó Eliminación (E).
- Nº del Documento de Aceptación emitido por gestor autorizado: Únicamente para el caso de los residuos peligrosos o no peligrosos e inertes con destino a gestor y vertedero autorizados.
- Gestor Autorizado o Empresa recicladora / recogedora.
- Transportista: Se detallará el nombre de la empresa encargada del transporte del residuo al centro gestor.

Tanto el Responsable de Calidad, Medio Ambiente y Prevención como el Jefe de Obra, velarán por que los registros sean convenientemente actualizados, anotando en los mismos, todos aquellos datos relativos a nuevos residuos que se puedan generar durante el desarrollo de las diferentes actividades.

A continuación, se expone la relación de residuos de acuerdo con la descripción y listado Europeo de Residuos (LER) y la estimación de las cantidades producidas:

5.1. CONTENEDORES MÍNIMOS DE RESIDUOS PELIGROSOS A CONTENER EN LA OBRA

RESIDUOS PELIGROSOS	CÓDIGO LER
Trapos impregnados	150202*
Tierras contaminadas	170503*
Envases que han contenido sustancias peligrosas	150110*/150111*
Aceite usado hidráulico	13 01 10*
Aerosoles	16 05 04*
Lodos fosas sépticas	20 03 04*

Tabla 1: Relación de residuos peligrosos que se ha previsto se puedan generar durante las obras de construcción

Si se produjesen excepcionalmente otros residuos como Tubos fluorescentes y/o lámparas de mercurio, equipos eléctricos y/o electrónicos, etc. se solicitará al gestor su gestión. Así como en la gestión o reparación de las placas solares fotovoltaicas de acuerdo con el Real Decreto de RAEEs.

5.2. CONTENEDORES MÍNIMOS DE RESIDUOS NO PELIGROSOS

RESIDUOS NO PELIGROSOS	CÓDIGO LER
Excedentes de excavación	170504
Restos de hormigón	170101
Papel y cartón	200101
Maderas	170201
Plásticos (envases y embalajes)	170203
Restos asimilables a urbanos	200301
Residuos vegetales (podas y talas)	200201
Chatarras metálicas	170405/170407/170401/170402

Tabla 2. Relación de residuos no peligrosos que se ha previsto se puedan generar durante la construcción.

La localización de todos estos residuos tendrá cabida dentro del Punto Limpio, menos los RSU que se almacenarán en los contenedores situados en las proximidades de las casetas de obra.

5.3. RESIDUOS CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Por otro lado, y en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), se ha elaborado un listado de residuos que deberán ser gestionados durante los trabajos de construcción del proyecto fotovoltaico, e instalaciones auxiliares:

CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	GESTIÓN
17 01 01	Hormigón	Entrega a gestor autorizado
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos	Entrega a gestor autorizado
17 02 01	Madera	Entrega a gestor autorizado
17 02 02	Vidrio	Entrega a gestor autorizado
17 02 03	Plástico	Entrega a gestor autorizado
17 04 07	Metales mezclados	Entrega a gestor autorizado
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	Reutilización en la obra
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01	Entrega a gestor autorizado
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	Reutilización en la obra
20 02 02	Tierra y piedras	Reutilización en la obra

Tabla 3: Cuadro resumen del tipo de residuos que se ha previsto gestionar en la construcción del campo solar.

Para la gestión de estos residuos, se procurará, en los casos que sean posible, la reutilización de las tierras procedentes de la excavación: tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de manera fehaciente su destino a reutilización.

5.4. RESIDUOS APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

Durante los trabajos de instalación de los paneles solares, es probable que se genere un excedente de estos, por avería, rotura o defecto de fabricado. Este material se deberá gestionar como un Residuo de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Por este motivo se deberá habilitar un área de almacenamiento de placas solares rotas o defectuosas.

Y en cumplimiento con el Real Decreto 110/2015 sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, las placas solares de silicio se gestionarán como RAEE (código LER 1602214-71, como paneles solares grandes de silicio). Y, por lo tanto, deberán retirados, transportados y retirados por empresa gestora autorizada.

6. Estimación de residuos generados

Antes del inicio de las obras de construcción de los proyectos solares, se realizó la previsión de producción de RCD. El origen de estos se corresponde con los trabajos de demolición de las construcciones existentes en las áreas de implantación:

CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Toneladas)	Precio unitario (€/u)	Coste estimado gestión (€)
Residuos No Peligrosos				
17 01 01	Hormigón	2,48	64,72	160,59 €
20.01.01	Papel y cartón	34,31	62,94	2.159,33 €
17 02 01	Madera	181,94	43,13	7.847,18 €
17 02 03	Plásticos	9,32	204,51	1.905,90 €
17 04 07	Metales mezclados	8,25	124,67	1.029,10 €
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03	0,00	0,00	- €
20 03 01	Restos residuos asimilables a urbanos	6,21	265,44	1.649,15 €
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03	0,00	0,00	- €
20 02 02	Tierra y piedras	0,00	0,00	- €
TOTAL RESIDUOS NO PELIGROSOS				14.751,25 €

Tabla 4: Cuadro resumen con el volumen de residuos No Peligrosos que se ha previsto gestionar por la construcción del campo solar.

CÓDIGO LER	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD (Toneladas)	Precio unitario (€/u)	Coste estimado gestión (€)
RESIDUOS PELIGROSOS				
15 01 10	Envases sustancias peligrosas	0,01	64,72	0,52 €
15 01 11		0,00		
15 02 02	Trapos impregnados	0,18	484,72	84,85 €
15 05 03	Tierras contaminadas	0,54	307,40	166,09 €
13 02 05	Residuos de combustibles y aceites	0,08	138,50	11,24 €
15 01 10	Aerosoles contaminados	0,00	133.472,00	182,54 €
-	Gestión residuos peligrosos	-	-	1.582,97 €
TOTAL RESIDUOS PELIGROSOS				2.028,21 €

Tabla 5: Cuadro resumen con el volumen de residuos Peligrosos que se ha previsto gestionar por la construcción del campo solar.

Esta cantidad de Residuos generados son estimados a partir de los datos de proyecto técnico para una planta fotovoltaica de esta entidad (23,17 MWp), así como los precios son aproximados y podrán variar en función del desarrollo de la obra y el precio del mercado.

El presupuesto total del proyecto en materia de gestión de residuos es ***DIECISÉIS MIL SETECIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS (16.779,46 €).***

7. Gestión de residuos peligrosos

Los residuos peligrosos generados durante la ejecución de los trabajos de obra serán responsabilidad de las contratas, y las zonas de almacenamiento se ubicarán en los puntos limpios. Dentro de la zona de almacenamiento se instalará en distintos depósitos y/o bidones, separados en función de sus características y formas de gestión, las cuales cumplirán las condiciones de aislamiento, techado y seguridad, según normativa (ver Figura 2).

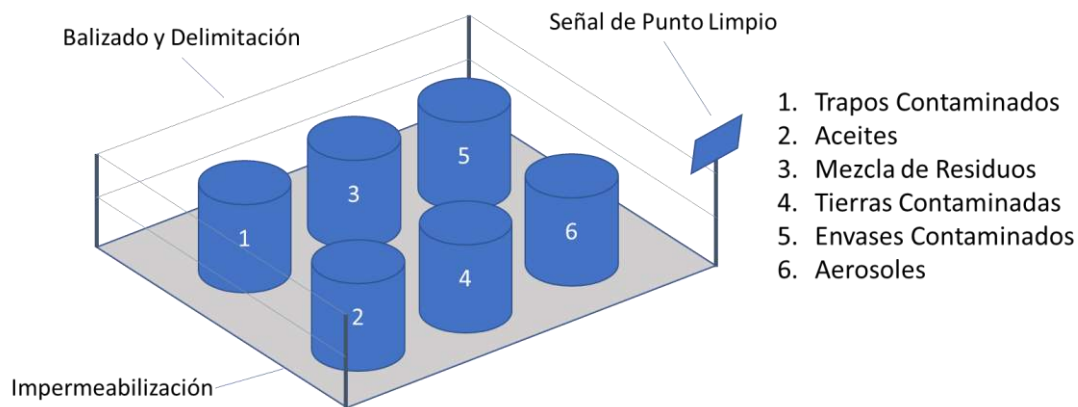


Figura 2: Condiciones almacenamiento de residuos peligrosos dentro de un punto limpio.

Este almacén también se puede realizar dentro de un contenedor cerrado, adecuado a las condiciones de almacenamiento de este tipo de residuos.

Los recipientes o envases que contengan este tipo de residuos se encontrarán perfectamente etiquetados, de forma legible e indeleble, en base a lo dictado por la legislación vigente, para lo cual se emplearán etiquetas con los siguientes campos:

- Nombre del residuo, del que se trate, este nombre deberá coincidir con la denominación que el gestor le haya dado en el documento de aceptación.
- Código de identificación del residuo que contiene el envase, según el sistema especificado en la legislación vigente.
- Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
- Fechas de envasado: Se indicará la fecha de inicio del almacenamiento.
- La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos: Deberán usarse los pictogramas presentes en la legislación vigente.

En el caso de que se asigne a un residuo envasado más de un indicador de riesgo, se tendrán en cuenta los siguientes criterios:

- La obligación de poner el indicador de riesgo de residuo tóxico hace que sea facultativa la inclusión del indicador de riesgo de residuo nocivo y corrosivo.

- La obligación de poner el indicador de riesgo de residuo explosivo hace que sea facultativa la inclusión del indicador de riesgo de residuo inflamable y comburente.
- La etiqueta, de tamaño 10x10 cm como mínimo, se fijará firmemente sobre el envase, debiendo anularse, si fuera necesario, etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error.
- Los residuos peligrosos se ubicarán en un almacén sito en la zona dispuesta en obra para tal fin correctamente señalizada.

Previamente a la entrega de estos residuos se deberá cursar al gestor autorizado pertinente, homologado previamente, una Solicitud de Aceptación para los mismos, que contendrá datos, tales como: Identificación del residuo acorde a la legislación, Propiedades Físico-Químicas, Composición química, Volumen, Peso y Plazo de recogida estimado.

Será condición indispensable, el disponer de las copias de las autorizaciones de los gestores y de los transportistas de los residuos peligrosos que van a retirar de las obras desarrolladas. En la autorización del gestor, deberán constar los residuos objeto del contrato y en la del transportista las matrículas de los vehículos autorizados para realizar el transporte. El Responsable de Calidad y Medio Ambiente se encargará de controlar la vigencia de dichas autorizaciones y el Jefe de Obra se responsabilizará de verificar que los vehículos que recogen los residuos peligrosos están incluidos dentro del listado contenido en la autorización.

Como condición previa a la entrega de los residuos es indispensable la posesión de los Contratos de Trámite de residuos emitidos por el gestor de estos residuos peligrosos, así como las copias de las autorizaciones de gestor de residuos peligrosos en las que consten aquellos residuos que se retiran en la obra.

Con el objeto de controlar que los períodos de almacenamiento de los residuos peligrosos no excedan de seis meses a partir de la fecha de la última recogida de los mismos por parte de gestor, el Jefe de Obra, contando con la colaboración del Responsable de Calidad y Medio Ambiente, debe llevar un registro de la generación y gestión de estos residuos, que conste de los siguientes campos:

- Denominación del residuo: Se empleará el mismo nombre que el otorgado por el gestor en el documento de aceptación.
- Origen: Indicando la actividad generadora de los mismos.
- Cantidad: Indicando la cantidad aproximada.
- Naturaleza: Datos más relevantes de su naturaleza y peligrosidad y/o características.
- Código: Según lo dispuesto en el Anexo I del R.D. 833/88 y R.D. 952/97.
- LER: Listado Europeo de Residuos.
- Almacenamiento: Indicación de la fecha de inicio y fin del almacenamiento.

- Frecuencia de recogida prevista.
- Destino y Medio de Transporte: Nombre del gestor y de la Empresa encargada del transporte.
- N° Documento de Control y Seguimiento.

El Jefe de Obra se responsabilizará de revisar las fechas de envasado indicadas en las etiquetas de identificación de los depósitos de contención de los residuos, con objeto de controlar los períodos de almacenamiento de estos. Si detectara que este período está próximo a cumplir los 6 meses, procederá a contactar con el gestor de estos para iniciar la operación de traslado.

La operación de traslado se inicia con el envío al Organismo Medioambiental pertinente de una Notificación de Traslado de los residuos peligrosos con una antelación de 10 días a la recogida de estos por parte del gestor.

Se facilitará, por parte de las constructoras los nombres de las empresas gestoras de los Residuos Peligrosos, así como los transportistas.

8. Gestión de residuos no peligrosos

Dentro de esta categoría se incluyen los Residuos de Construcción y Demolición: Escombros, restos de obra, excedentes, etc., así como los Residuos de podas, desbroces, etc. Estos residuos, junto con la chatarra, plásticos y papel, se ubicarán directamente en el Punto Limpio de la obra a la espera de su recogida, su gestión será llevada a cabo atendiendo en todo momento a la legislación de aplicación atendiendo en todo momento los requisitos legales de aplicación.

La constructora indicará las empresas encargadas de la gestión de los excedentes de excavación y restos procedentes de las demoliciones. Los restantes residuos No Peligrosos serán gestionados por la constructora dentro de los puntos limpios habilitados y contenedores de RSU, siendo responsable de su depósito en los mismos.

Así mismo, la constructora comunicará el encargado de la gestión y transportista autorizado de los lodos de los baños químicos y el destino de los mismos.

Los RSUs de la obra serán retirados por cada contrata, y serán depositados en los contenedores habilitados por la constructora en la zona de casetas, respetando la segregación indicada para cada RSU.

En los casos en los que sea posible se procederá a la reutilización de este tipo de residuos, (tierra y rocas), para la ejecución de rellenos en las zonas ocupadas por la obra desarrollada. En los casos en los que los residuos de construcción se destinen al acondicionamiento de terrenos, no es posible utilizar los excedentes de excavación fuera de las parcelas objeto de proyecto, teniendo sólo dos opciones, o llevarlos a vertedero autorizado o reutilizarlos en la misma obra.

En cualquier caso, se seguirán los requisitos legales que al respecto estén establecidos en las zonas en las que se van a desarrollar las obras.

Los residuos de demolición de las casas a derribar serán gestionados como RCDs, trasladando a vertedero autorizado los elementos no reutilizables, los aprovechables serán triturados in-situ y reutilizados, siempre y cuando no porten otros elementos exógenos de otra naturaleza (cristales, metales, fibrocemento, etc.). En cualquier caso, se deberá recoger en el informe de demolición a presentar, el cual formará parte de la documentación ambiental de la obra.

En el caso de que se produzcan otro tipo de residuos no contemplados en las categorías anteriores, como consecuencia del desarrollo de las actividades se seguirán, las pautas de segregación, envasado y etiquetado dictadas, y se gestionarán, atendiendo a la legislación vigente relativa a los mismos. El Responsable de Calidad, Medio Ambiente y Prevención, será el encargado de archivar las evidencias de la correcta gestión de este tipo de residuos.

9. Conclusiones

Con lo expuesto en el presente anexo, se considera suficientemente explicada la gestión de los residuos objeto de este estudio.

14.8 Plan de Desmantelamiento

ÍNDICE

1.	Objeto	2
2.	Desmantelamiento de la instalación	3
2.1.	Desmontaje de módulos fotovoltaicos	3
2.2.	Desmontaje de estructuras soporte	4
2.3.	Desmontaje de los circuitos eléctricos e interconexión	4
2.4.	Desmontaje del inversor	4
2.5.	Eliminación de infraestructuras y cimentaciones	4
2.6.	Viales de acceso	5
2.7.	Desmontaje del cerramiento perimetral	5
2.8.	Desmontaje del centro de transformación	5
3.	Tratamiento de las superficies alteradas	6
3.1.	Técnicas y especies	6
3.2.	Actuaciones de mantenimiento	6
4.	Plazo de ejecución de los trabajos de desmantelamiento	7
5.	Valoración económica de la restitución	7

1. Objeto

Una vez finalizada la actividad de forma permanente, se retirarán todas las instalaciones y se entregarán todos los restos de material, residuos o tierras sobrantes a gestores autorizados según la naturaleza de cada residuo, restaurando finalmente los terrenos ocupados a su estado original, dejando el área de actuación en perfecto estado de limpieza en el plazo máximo de un año tras la finalización de la actividad.

Es objeto del presente documento establecer las pautas de esa restauración tras el desmantelamiento, dividiendo el Plan de Restauración Ambiental, al menos, en dos partes:

- Tratamiento de superficies alteradas.
- Aprovechamiento agrícola.

Se prevé que, en el momento del cese de la actividad, después de transcurrir un periodo de tiempo (mínimo 30 años), los terrenos de la planta solar presenten un desarrollo vegetal apto, es decir, se habrá desarrollado una cobertura herbácea suficiente. De igual forma, los caminos deben mantenerse en perfecto estado durante el funcionamiento de la planta, ya que se consideran necesarios para las labores de explotación. De este modo se supone que la red de caminos, en el momento del desmantelamiento, poseerá unas condiciones más o menos apropiadas para el tránsito de la maquinaria necesaria (grúas, camiones con remolque, etc.) o necesitará leves mejoras.

En base a lo anterior, la remoción y restitución de los terrenos comprenderá las siguientes actuaciones:

- Retirada de las estructuras fijas (vallado, seguidores, cableados, cajas de registro, perfiles, etc.) evitando el abandono de cualquier elemento en el medio.
- Reutilización o reciclado de los componentes retirados, transfiriéndolos a Gestores Autorizados para que éstos procuren su valorización en la medida de lo posible.
- Restauración o recuperación ambiental de las superficies afectadas tras el desmantelamiento de las instalaciones.
- Instalación de sistemas o estructuras que potencien la rápida colonización faunística de la zona.

2. Desmantelamiento de la instalación

Desde el punto de vista del desmantelamiento, esta instalación se compone de los siguientes elementos:

- Estructuras metálicas fijadas mediante hincado para la colocación de los paneles. Módulos fotovoltaicos.
- Instalación eléctrica subterránea canalizada.
- Equipos electrónicos para la conversión de corriente continua a alterna. Equipos eléctricos de medida y protección.
- Casetas prefabricadas para albergar los equipos de transformación. Vallado perimetral.
- Sistema de seguridad.
- Centro de transformación.

Para ejecutar el desmantelamiento de la instalación conectada a red, se debe proceder a ejecutar las siguientes obras:

- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de las estructuras metálicas de apoyo de dichos módulos. Retirada de los circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del sistema de inversión.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida y alumbrado. Demolición de las infraestructuras y cimentaciones.
- Retirada del cerramiento perimetral. Retirada de la infraestructura de evacuación.
- Desmontaje y retirada de la subestación elevadora.

2.1. DESMONTAJE DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se procederá a desmontar los módulos fotovoltaicos de las estructuras soporte a las que están sujetos. Estos módulos están unidos por tornillería de seguridad en las cuatro esquinas de su marco y por pinzas de sujeción por lo que, una vez cortados los tornillos, se abrirán las sujeciones y se extraerá el panel.

Una vez desmontados, se comprobará su estado de funcionamiento, ya que normalmente se encuentran degradados en torno a un 20%, pudiéndose reutilizar en instalaciones rurales donde los requerimientos de potencia y pérdidas son menores que en plantas de potencia de generación centralizada. En caso de no ser posible su reutilización, serán transportados a la planta de reciclaje autorizada más próxima para la elaboración de nuevos módulos.

2.2. DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS SOPORTE

En primer lugar, se desmontará la parrilla de aluminio galvanizado que soporta a los paneles y, una vez en el suelo, se procederá a desarmarla. Tras esto, se extraerá el fuste de acero galvanizado mediante medios mecánicos.

Los materiales metálicos que se obtienen se acopiarán y se cargarán en un camión con la ayuda de una carretilla elevadora y/o un camión grúa para que, posteriormente, sean trasladados a la gestora de residuos metálicos más próxima.

2.3. DESMONTAJE DE LOS CIRCUITOS ELÉCTRICOS E INTERCONEXIÓN

En la instalación eléctrica se pueden considerar distintos tramos entre ellos, los tramos de interconexión entre módulos, desde las estructuras hasta el inversor, del inversor al centro de protección y medida y, por último, hasta la línea de evacuación a red.

Por lo tanto, primeramente, se procederá a la desconexión por corte del cableado de interconexión de módulos fotovoltaicos que ya se habrá realizado con el desmantelamiento de los módulos. Los cables se quitarán de la estructura soporte y se almacenarán en zona segura para su traslado.

Una vez realizado, se desmontarán los tramos enterrados mediante la excavación de las zanjas, luego se sacarán los cables de su interior y se almacenarán al igual que los anteriores. Paralelamente, se recuperarán las cajas de conexiones, registros, arquetas y elementos auxiliares de las canalizaciones.

Los conductores se entregarán a un gestor autorizado de residuos eléctricos y electrónicos y el aluminio y cobre será tratado como corresponde a cada residuo según su clasificación.

Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno, huecos de arquetas y zanjas de canalizaciones, mediante relleno con tierra natural.

2.4. DESMONTAJE DEL INVERSOR

Para empezar, se desconectará el inversor de las cajas de conexiones a las que vaya unido. Después se aislarán eléctricamente el transformador eléctrico y, junto al inversor, serán trasladados para su posterior utilización y, si ésta no es posible, se llevarán a vertedero autorizado.

2.5. ELIMINACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y CIMENTACIONES

Una vez retirados todos aquellos equipos susceptibles de reutilización y desmontadas las instalaciones, se procederá a la retirada de las losas de cimentación que serán demolidas mediante martillo neumático hasta que quede reducida a escombros.

Los elementos metálicos serán depositados en plantas de reciclaje y los escombros generados serán trasladados a la planta de reciclado de escombros y restos de obra.

Las arquetas también se añadirán a los residuos metálicos férricos.

Respecto a los caminos interiores ejecutados para la circulación por el interior de la finca se retirarán las capas de zahorra o capas de firme utilizadas y se llevarán a un vertedero autorizado para dichos residuos inertes.

Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados con tierra vegetal.

2.6. VIALES DE ACCESO

Los accesos generales a la planta fotovoltaica se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona por lo que no serán necesarias actuaciones de desmantelamiento. Los caminos de acceso existentes serán acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra natural y su posterior compactación.

2.7. DESMONTAJE DEL CERRAMIENTO PERIMETRAL

El desmontaje del vallado perimetral se llevará a cabo mediante retirada de los postes y vallas metálicas. Para los dados de cimentación donde se montan los postes se demolerán con martillo neumático.

Los residuos generados serán solamente férreos y escombros de las cimentaciones que serán tratados de igual forma que los resultantes del resto del desmantelamiento de la instalación.

2.8. DESMONTAJE DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los tres centros de transformación 30/0,8 kV de la instalación se desmantelarán y retirarán por completo, esto incluye el desmantelamiento del centro de transformación como tal incluyendo su red de tierras, circuitos de servicios auxiliares, etc.

3. Tratamiento de las superficies alteradas

Los pasos a seguir para la adecuación de los terrenos que ha albergado la planta solar serán los siguientes:

- Se deberá proceder a la descompactación cuando se estime necesario, la cual se llevará a cabo por medios mecánicos (subsoladores, rejonas, etc.). Se preparará el terreno mediante pases de reja para mullir el terreno, evitar la formación de regueros o cárcavas, así como para eliminar las costras de compactación, dejando el suelo con un buen tempero.
- Se evaluará el volumen de tierras necesarias para la cubrición total de las superficies alteradas por las labores de desmantelamiento, así como para la restauración de las áreas que albergaban distintas infraestructuras.
- Se procederá a acondicionar y regularizar los perfiles existentes en los terrenos afectados, para conseguir así pendientes suaves y moderadas, así como perfiles redondeados, no agudos y no discordantes con la topografía reinante en el área.
- Se identificarán las superficies o áreas de extracción de tierras vegetales, y éstas deberán contar con los permisos medioambientales correspondientes. Las características agrológicas deberán ser similares a los suelos afectados (igual textura, color, permeabilidad, etc.).

3.1. TÉCNICAS Y ESPECIES

Una vez realizado el extendido y reperfilado de tierra vegetal en las superficies de actuación, se efectuará, por parte de la Asistencia Ambiental de Obras y Restauración, un inventario y medición de todas las superficies y dado que el uso decidido es el preexistente, el agrícola, se procederá a la preparación de los terrenos para este uso. En caso de que el Propietario lo considere oportuno, se realizará una hidrosiembra en las zonas exteriores de la parcela objeto de la restauración, así como de las zonas que se vayan a renaturalizar para dejar en libre evolución.

3.2. ACTUACIONES DE MANTENIMIENTO

El mantenimiento por realizar para el caso de la restitución de las actuaciones se establecerá a través del Programa de Vigilancia Ambiental para la Fase de Funcionamiento, durante esta fase se observará la consecución de los objetivos perseguidos.

El mantenimiento de las plantaciones será verificado con hojas de campo donde se indicará el día en que se realiza, anotándose las alteraciones o necesidades que se puedan observar, las cuales serán comprobadas por la dirección de obra.

4. Plazo de ejecución de los trabajos de desmantelamiento

El plazo de ejecución de los trabajos de desmantelamiento se estima en un plazo de 3 meses desde el cese de la actividad.

5. Valoración económica de la restitución

La valoración económica de las actuaciones de remoción y restitución no incluyen las operaciones de desmantelamiento de las instalaciones ni del centro de transformación, de cuyos materiales se espera se obtengan unos ingresos económicos que sufraguen los costes derivados de las operaciones de desmantelamiento.

En el presupuesto que se presenta a continuación, se contempla el desmantelamiento de la Planta Solar Fotovoltaica Carrero Solar.

Unidad	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (€/ud)	Importe (€)
ha	Gradeo de roturación 1 ha, doble pase, pendiente <15%	61,44	136,75	8.401,92
m²	Extendido mecánico de tierra vegetal cribada/sin cribar e. medio	765.200	0,02	15.304,00
m²	m² de extendido y volteado con motocultor, para su incorporación al terreno hasta una profundidad de 15 cm de una capa de estiércol (dosificación 0,04 kg/m²). Inclusión de herramientas y medios auxiliares.	765.200	0,02	15.304,00
	Retirada de equipos principales de la instalación	-	-	399.014,91
TOTAL DE EJECUCIÓN MATERIAL				438.024,83
%	Otros gastos generales	13%	-	56.943,23
%	Beneficio industrial	6%	-	26.281,49
TOTAL PRESUPUESTO SIN IVA				521.249,54
%	IVA	21%		109.462,40
TOTAL PRESUPUESTO				
TOTAL PRESUPUESTO DESMANTELAMIENTO				630.711,95

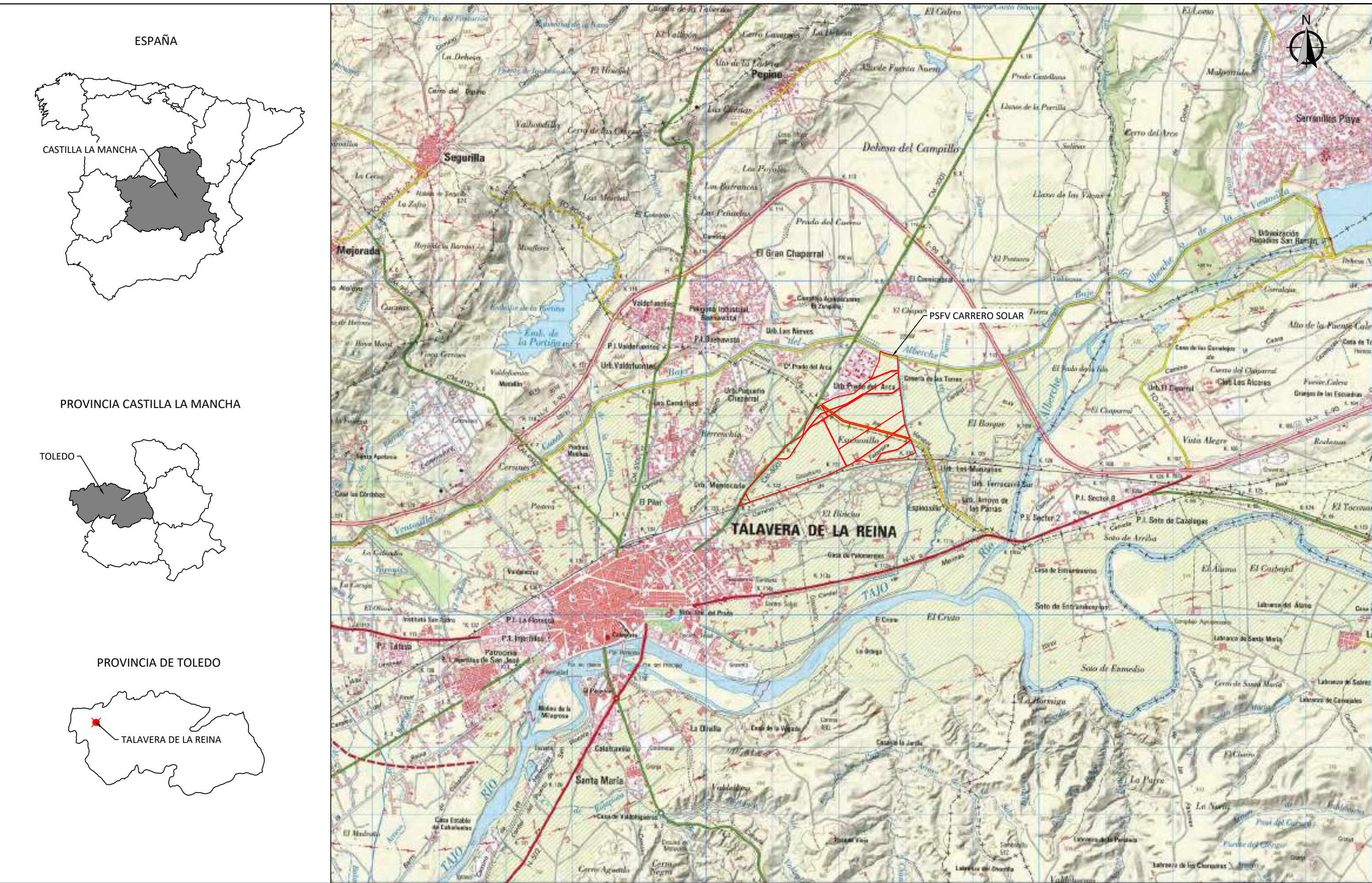
Tabla 1: Presupuesto Plan de Desmantelamiento.

El presupuesto total de ejecución del desmantelamiento de la Planta Solar Fotovoltaica Carrero Solar asciende a la cantidad de **SEISCIENTOS TREINTA MIL SETECIENTOS ONCE EUROS CON NOVENTA Y CINCO CÉNTIMOS (630.711,95€)**.

14.9 Planos

ÍNDICE DE PLANOS

- 1 - PLANO DE UBICACIÓN
- 2 - PARCELAS CATASTRALES
- 3 - PLANO DE SERVIDUMBRES
- 4 - LAYOUT DE PLANTA DEFINITIVO
- 5 - LAYOUT – AGRUPACIÓN CTs
- 6 - LAYOUT – AGRUPACIÓN INVERSORES
- 7 - LAYOUT – VIALES Y ACCESOS
- 8 - RED DE TIERRAS
- 9 - LSMT 30kV
- 10 - PLANOS UNIFILARES
- 11 - DETALLE – CONEXIONADO DE MÓDULOS
- 12 - DETALLE – ESTRUCTURA
- 13 - DETALLE – EDIFICIO O&M
- 14 - DETALLE – CENTROS DE TRANSFORMACIÓN
- 15 - TRAZA INFRAESTRUCTURA EVACUACIÓN 220kV



Ingeniero Industrial							INGENIERÍA:  PROMOTOR: 	ESCALA: 1/50000	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA				
									TÍTULO DEL PLANO: UBICACIÓN				
									TÍTULO DEL PROYECTO:				
									DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				
									CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN				
									(PCR EBORA 220 kV)				
D. Jorge González-Onieva Johansson Colegiado Nº XXXX/XXXX	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.			Nº HOJA 01 de 01 Rev. 00				
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado			NÚMERO DEL PLANO: 01				

Parcelas	Término Municipal	Referencia Catastral	Polígono	Parcela	Superficie [ha]
1	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000090000ER	1	9	19,68
2	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000080000EK	1	8	16,43
3	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000110000EK	1	11	77,06
4	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000100000EO	1	10	4,77
5	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000120000ER	1	12	1,33
6	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000470000EI	1	47	11,46
7	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001100470000EB	1	10047	7,85
8	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000060000EM	1	6	0,27
9	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000070000EO	1	7	0,39
10	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000020000EP	1	2	3,97
11	TALAVERA DE LA REINA, TOLEDO	45166A001000050000EF	1	5	1,77
12	PEPINO, TOLEDO	45133A011000010000XF	11	1	7,48
13	PEPINO, TOLEDO	45133A011000030000XO	11	3	7,49
14	PEPINO, TOLEDO	45133A011000020000XM	11	2	36,12
15	PEPINO, TOLEDO	45133A011000230000XB	11	23	13,32
16	PEPINO, TOLEDO	45133A011000250000XG	11	25	8,84
17	PEPINO, TOLEDO	45133A008000010000XF	8	1	2,19
				TOTAL	220,42



Ingeniero Industrial							INGENIERÍA:  PROMOTOR: 	ESCALA: 1/10000 TAMAÑO: A3	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA				
									TÍTULO DEL PLANO: CATASTRAL				
									TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)				
									Nº HOJA 01 de 01		Rev. 00		
									NÚMERO DEL PLANO: 03				
D. Jorge González-Onieva Johansson Colegiado Nº XXXX/XXXX	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.							
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado							



Urbanización El Chaparral
Se respeta una servidumbre de 50 metros con respecto a el vallado de la instalación

Canal bajo del Alberche
Se respeta una servidumbre de 5 metros del extremo del canal hasta la zona de implantación

Arbolada
Se respetará la vegetación ya existente

Cañada Real Extremeña
Se respeta una distancia de 75,22 metros a cada lado desde el eje del camino

Acequia
Se respeta una servidumbre de 5 metros del extremo del canal hasta la zona de implantación

Caminos
Se respeta una servidumbre de 5 metros a cada extremo del camino

LAAT 45 kV
Se respeta una servidumbre de 7 metros con respecto a los extremos de los conductores

LAMT 20 kV
Se respeta una servidumbre de 7 metros con respecto a los extremos de los conductores

POM Castilla-La Mancha
Estos terrenos son objeto de posible incorporación como terreno urbanizable

Edificaciones
Se respeta una servidumbre de 50 metros con respecto a las edificaciones ya existentes

Carretera de Talavera a Cardiel
Se respeta el límite de edificación (25 m) hasta la zona de implantación

FFCC Cáceres - Portugal
Se respeta el límite de edificación (50 m) hasta la zona de implantación

SUPERFICIE ÚTIL	ZONAS EXCLUIDAS
Líneas de alta tensión externas	
Autovías, autopistas y carreteras convencionales	

Caminos	Vías Pecuarias	Ferrocarril o AVE

Cauces	POM Castilla-La Mancha

INGENIERÍA:

PROMOTOR:

ESCALA:

1/10000

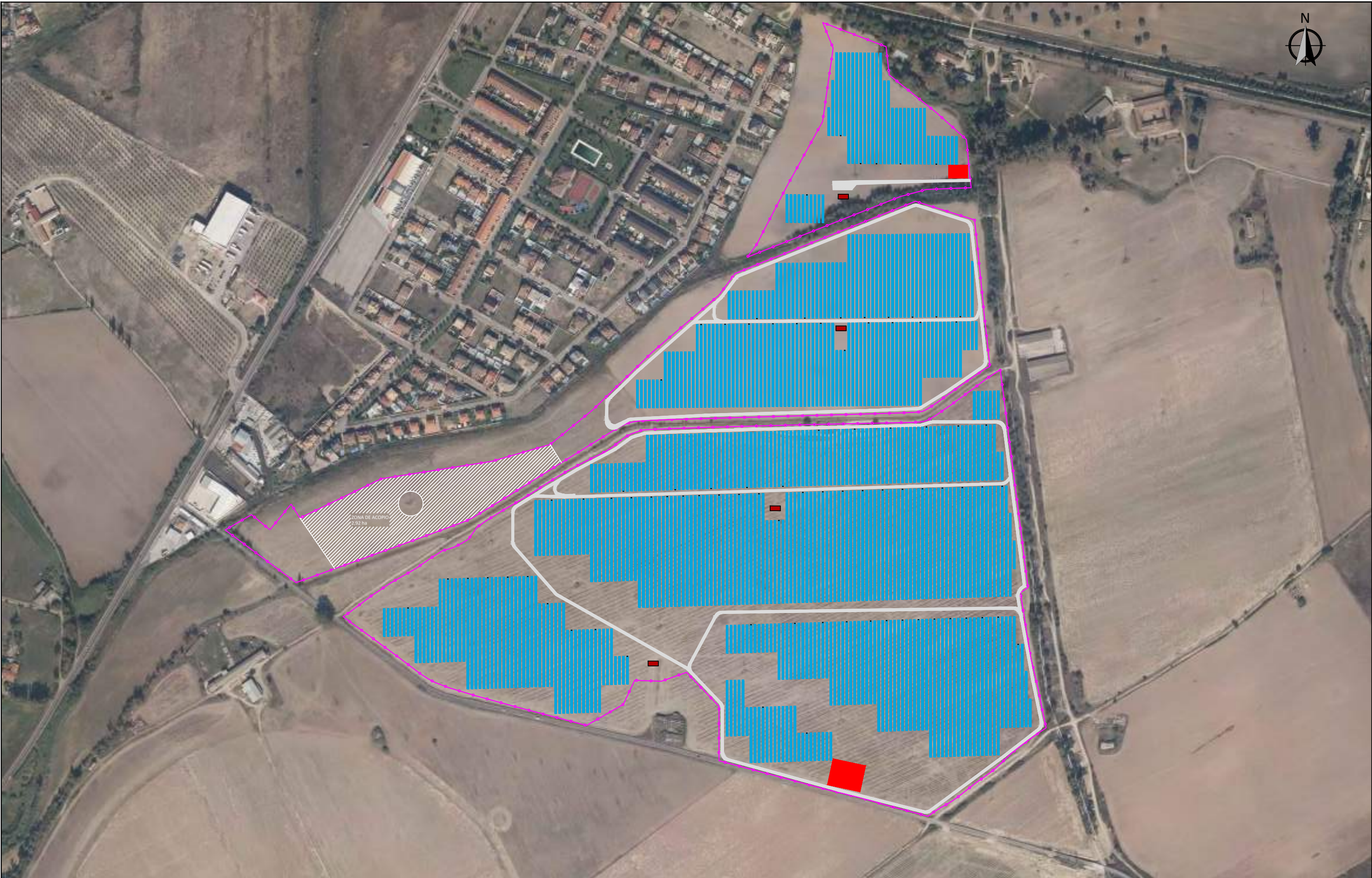
TAMAÑO:

A3

SITUACIÓN:	TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA
TÍTULO DEL PLANO:	SERVIDUMBRES
TÍTULO DEL PROYECTO:	DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)
Nº HOJA	Rev.
01 de 01	00
NÚMERO DEL PLANO:	04

Ingeniero Industrial						
00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.	
Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado	

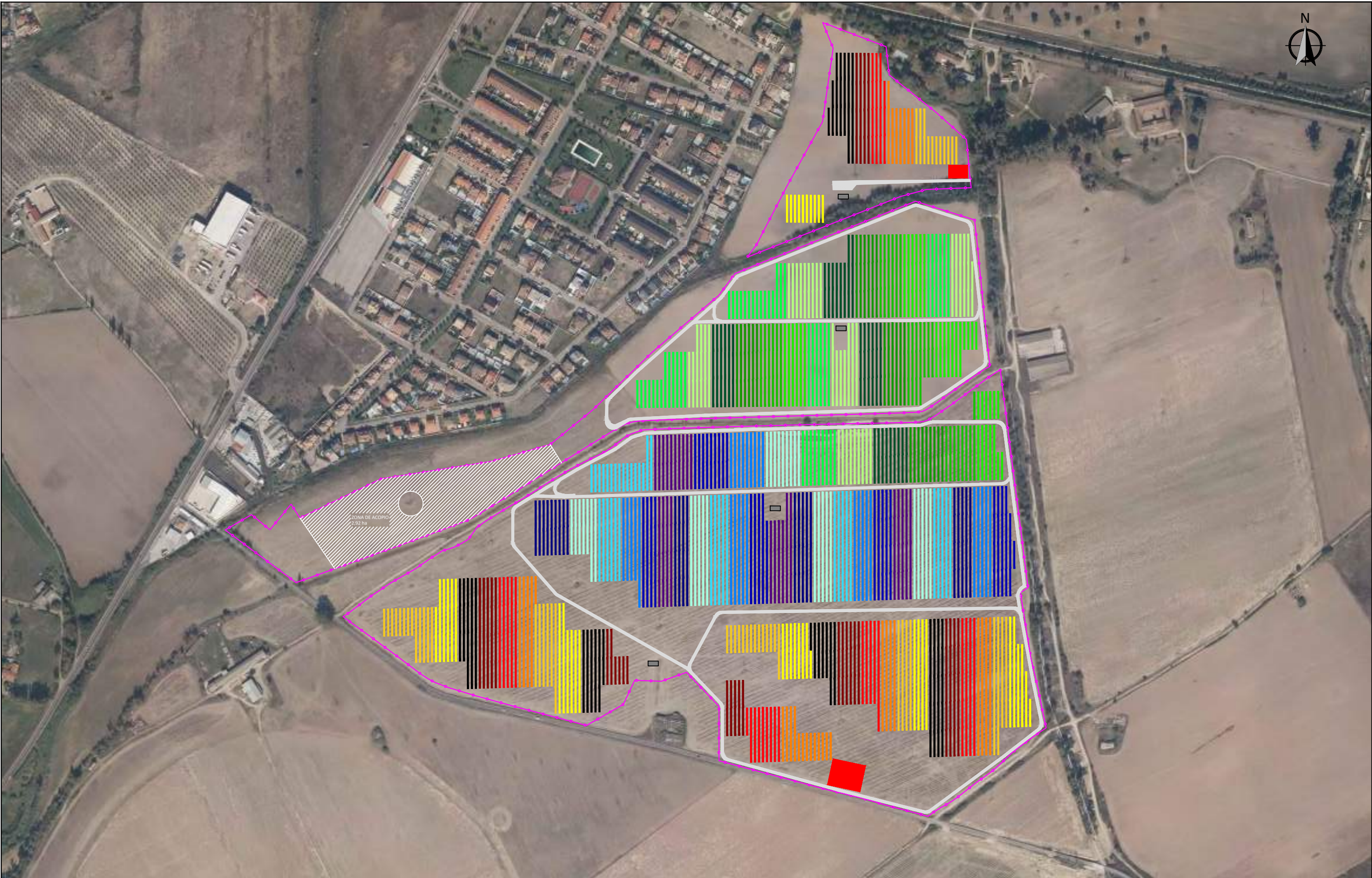
D. Jorge González-Onieva Johansson
Colegiado Nº XXXX/XXXX



Ingeniero Industrial							LEYENDA Viales Vallado Centro transformación Módulos	INGENIERÍA:  PROMOTOR: 	ESCALA: 1/5000 TAMAÑO: A3	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA			
	TÍTULO DEL PLANO: LAYOUT - DEFINITIVO												
	TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)												
	Nº HOJA 00 de 04 Rev. 00												
	NÚMERO DEL PLANO: 06												
D. Jorge González-Onieva Johansson	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.							
Colegiado Nº XXXX/XXXX	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado							



Ingeniero Industrial							LEYENDA Viales Vallado Centro transformación Módulos	INGENIERÍA: osprel RENOVABLES PROMOTOR: COMILLAS ENERGÍA SOLAR	ESCALA: 1/5000 TAMAÑO: A3	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA		
										TÍTULO DEL PLANO: LAYOUT - AGRUPACIÓN DE CTS		
	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.				TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)		
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				Nº HOJA 01 de 01 Rev. 00 NÚMERO DEL PLANO: 07		



Ingeniero Industrial							LEYENDA Viales Vallado Centro de transformación Estructuras	INGENIERÍA: osprel RENOVABLES PROMOTOR: COMILLAS AGROALIMENTARIA	ESCALA: 1/5000 TAMAÑO: A3	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA		
										TÍTULO DEL PLANO: LAYOUT - AGRUPACIÓN DE INVERSORES		
	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.				TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)		
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				Nº HOJA 00 de 10 Rev. 00 NÚMERO DEL PLANO: 08		



ACCESO PRINCIPAL - RECINTO 1
X: 347873,06
Y: 4428673,88

ACCESO - RECINTO 2
X: 347879,52
Y: 4428613,72

ACCESO - RECINTO 3
X: 347809,53
Y: 4427716,25

Ingeniero Industrial						
	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado
D. Jorge González-Onieva Johansson Colegiado Nº XXXX/XXXX						

NOTA:

- Todos los accesos cuentan con una anchura mínima de 6m.
- Los viales internos tendrán anchura mínima de 4m.

INGENIERÍA:



PROMOTOR:



ESCALA:

1/5000

TAMAÑO:

A3

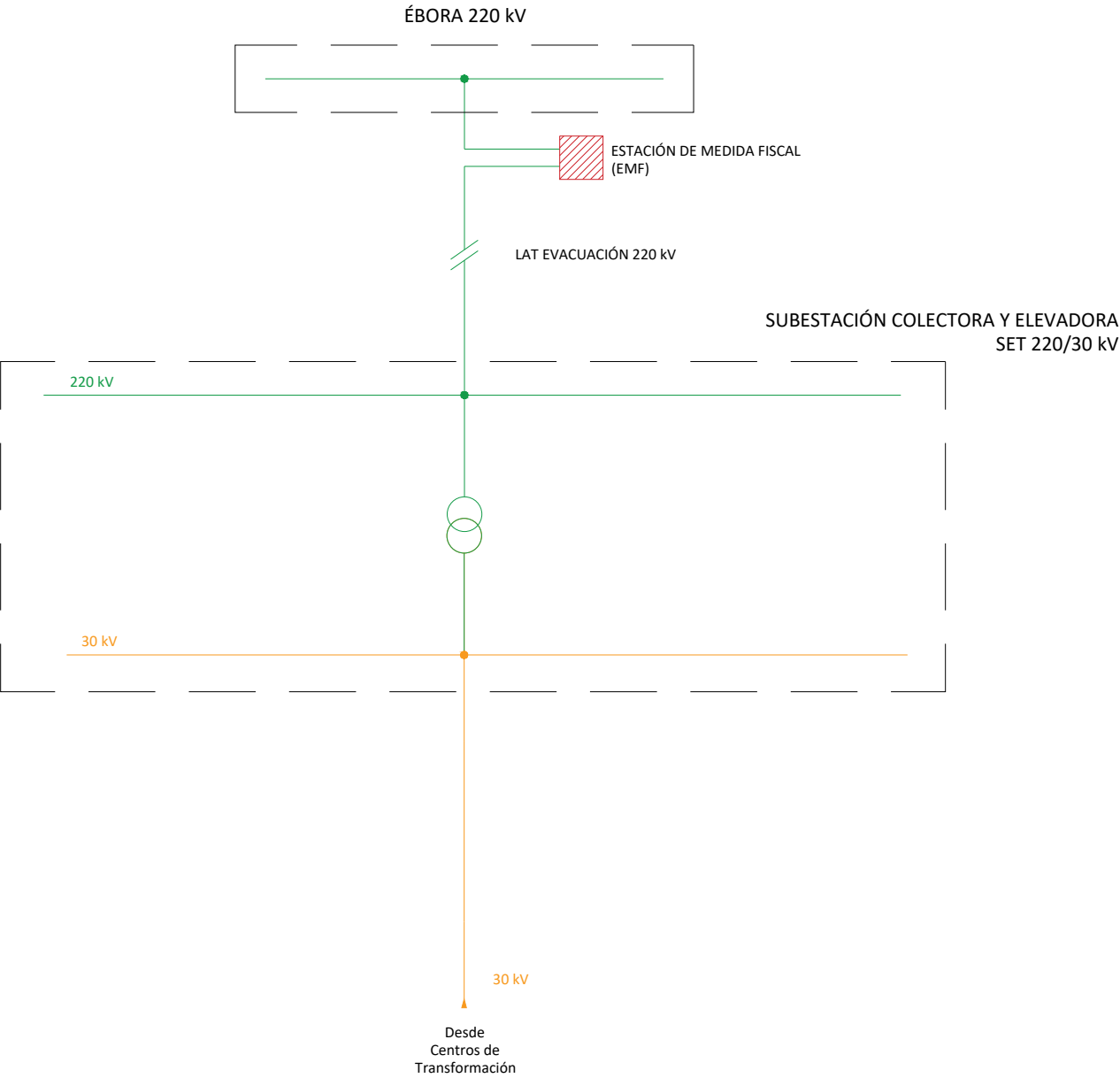
SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA		
TÍTULO DEL PLANO: LAYOUT - VIALES Y ACCESOS		
TÍTULO DEL PROYECTO:		Nº HOJA
DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)		Rev.
		01 de 01
		00
		NÚMERO DEL PLANO:
		09



Ingeniero Industrial							NOTA: - Las picas del vallado se dispondrán cada 50 m.	INGENIERÍA: 	ESCALA: 1/5000	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA			
										TÍTULO DEL PLANO: LAYOUT - RED DE TIERRAS			
										TÍTULO DEL PROYECTO:			
										DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
										CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN			
D. Jorge González-Onieva Johansson Colegiado Nº XXXX/XXXX	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.	REFERENCIAS: - Referencia plano 22 - Detalle puesta a tierra	PROMOTOR: 	TAMAÑO: A3	PCR EBORA 220 kv)			
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado				Nº HOJA 01 de 01			
										Rev. 00			
										NÚMERO DEL PLANO: 11			



Ingeniero Industrial							LEYENDA Viales Vallado Centro de transformación Estructuras LMST 30 kV	INGENIERÍA:  PROMOTOR: 	ESCALA: 1/5000	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA				
									TÍTULO DEL PLANO: LMST 30kV					
										TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN (PCR EBORA 220 kV)			Nº HOJA 01 de 01	Rev. 00
													NÚMERO DEL PLANO: 12	
D. Jorge González-Onieva Johansson Colegiado Nº XXXX/XXXX	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.			A3					
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado								



LEYENDA

AC

~

DC

~

==

DC

Inversor

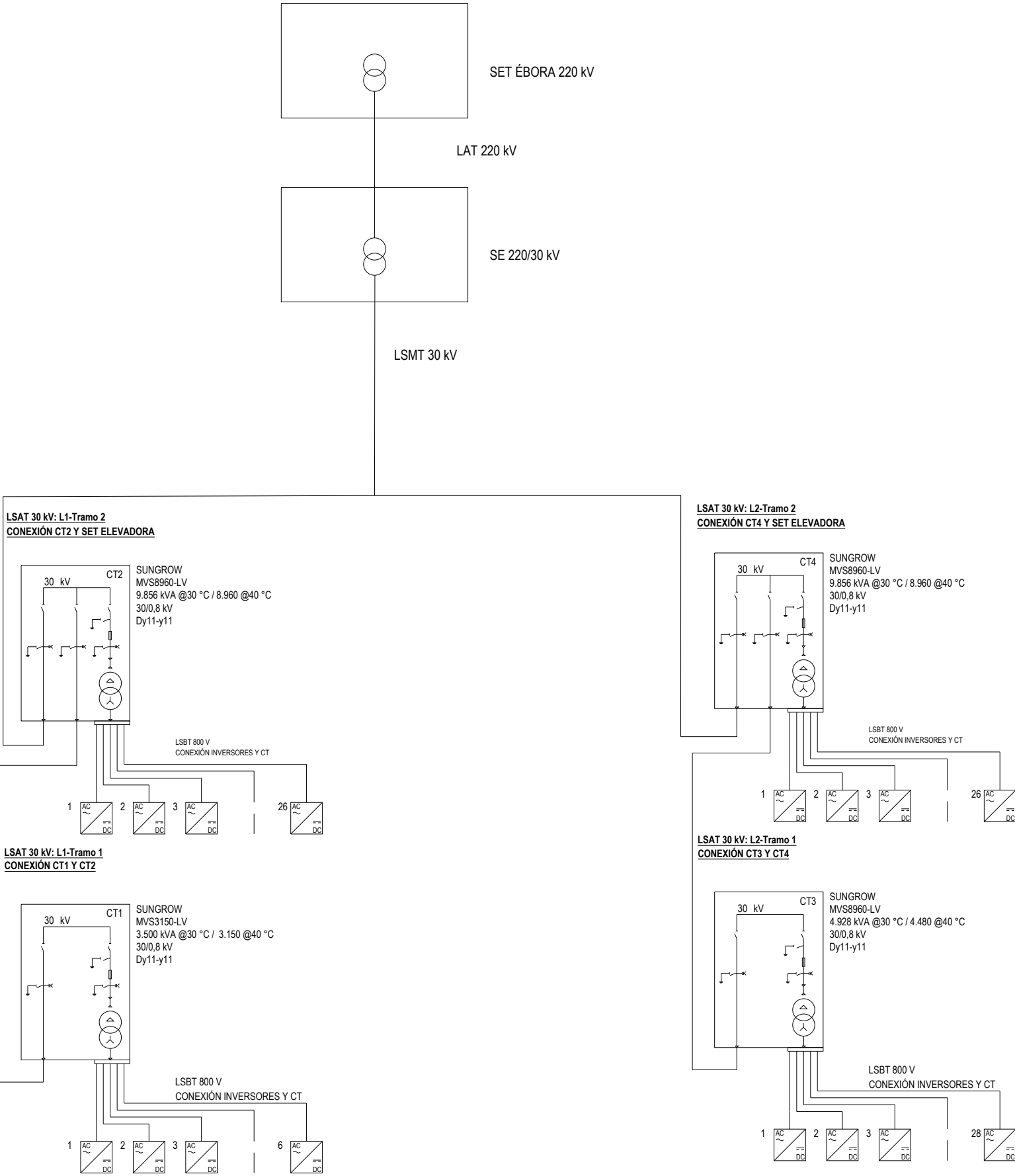
Fusible

Interruptor de puesta a tierra

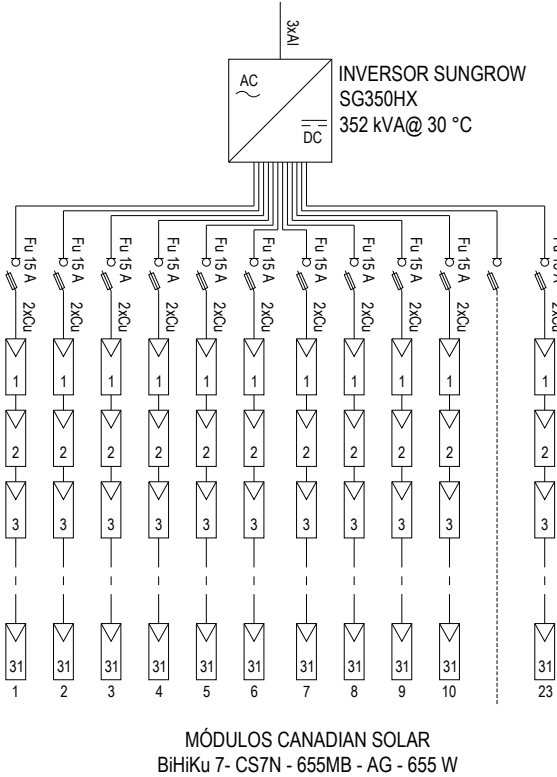
Interruptor

Interruptor de puesta a tierra con condensador

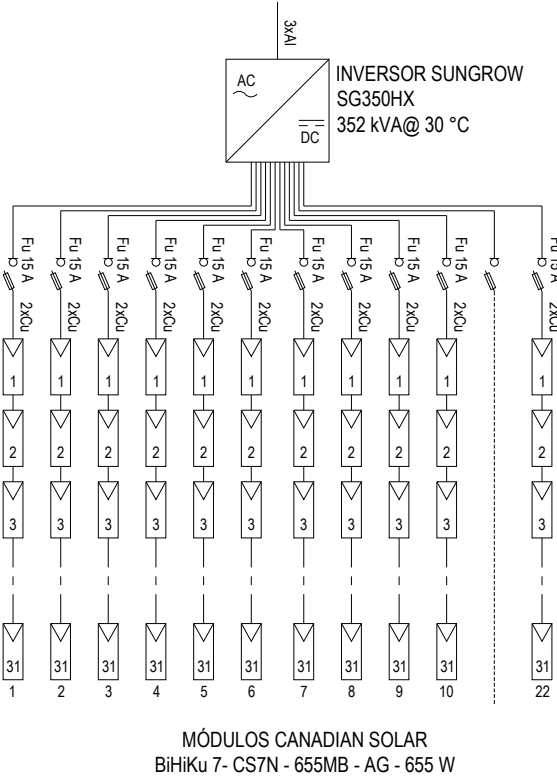
Transformador



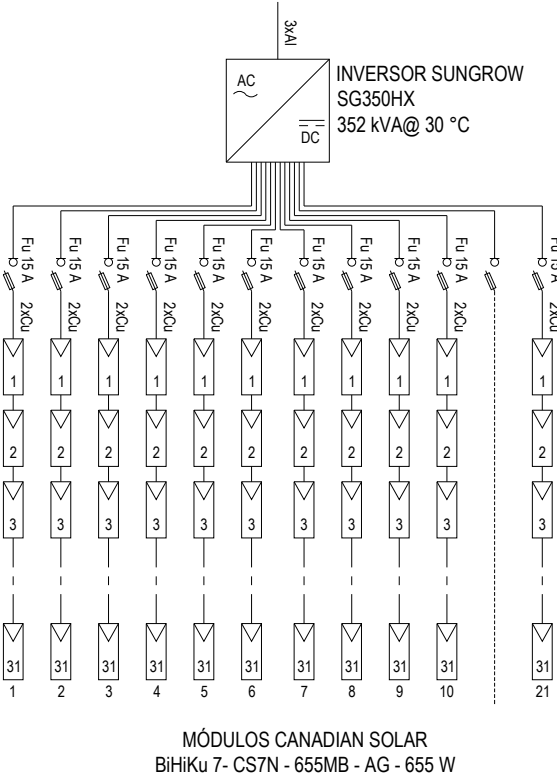
INVERSORES CON 23 STRINGS DE 31 MÓDULOS



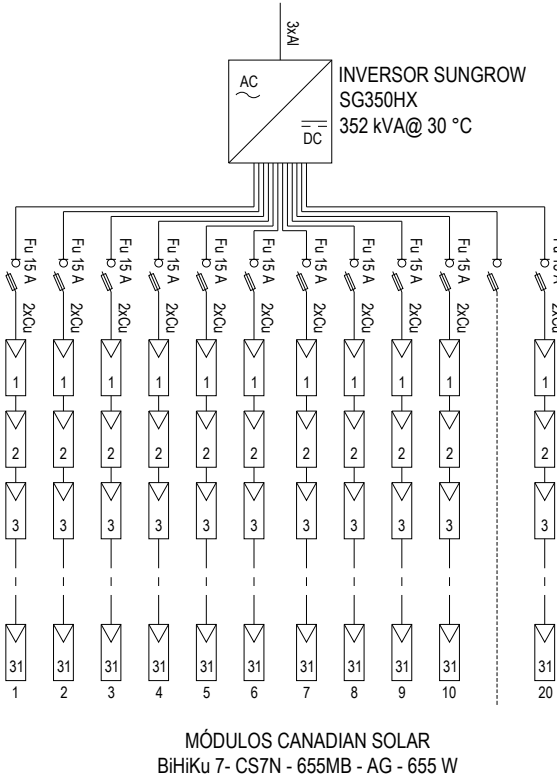
INVERSORES CON 22 STRINGS DE 31 MÓDULOS



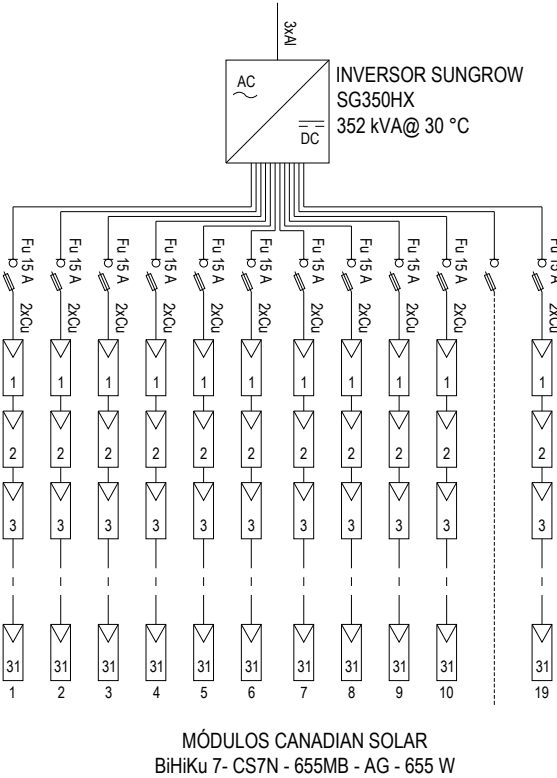
INVERSORES CON 21 STRINGS DE 31 MÓDULOS



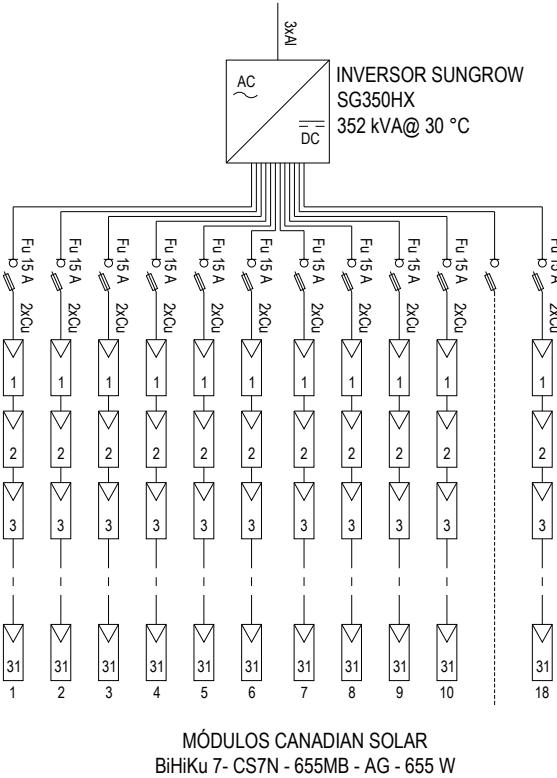
INVERSORES CON 20 STRINGS DE 31 MÓDULOS



INVERSORES CON 19 STRINGS DE 31 MÓDULOS



INVERSORES CON 18 STRINGS DE 31 MÓDULOS

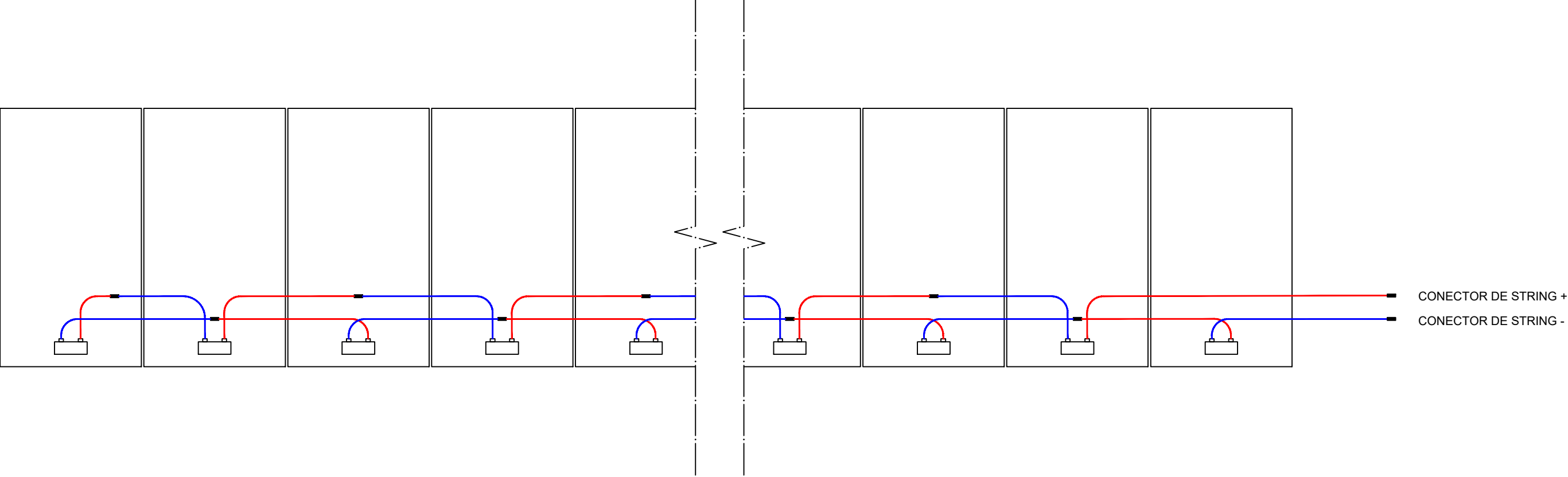


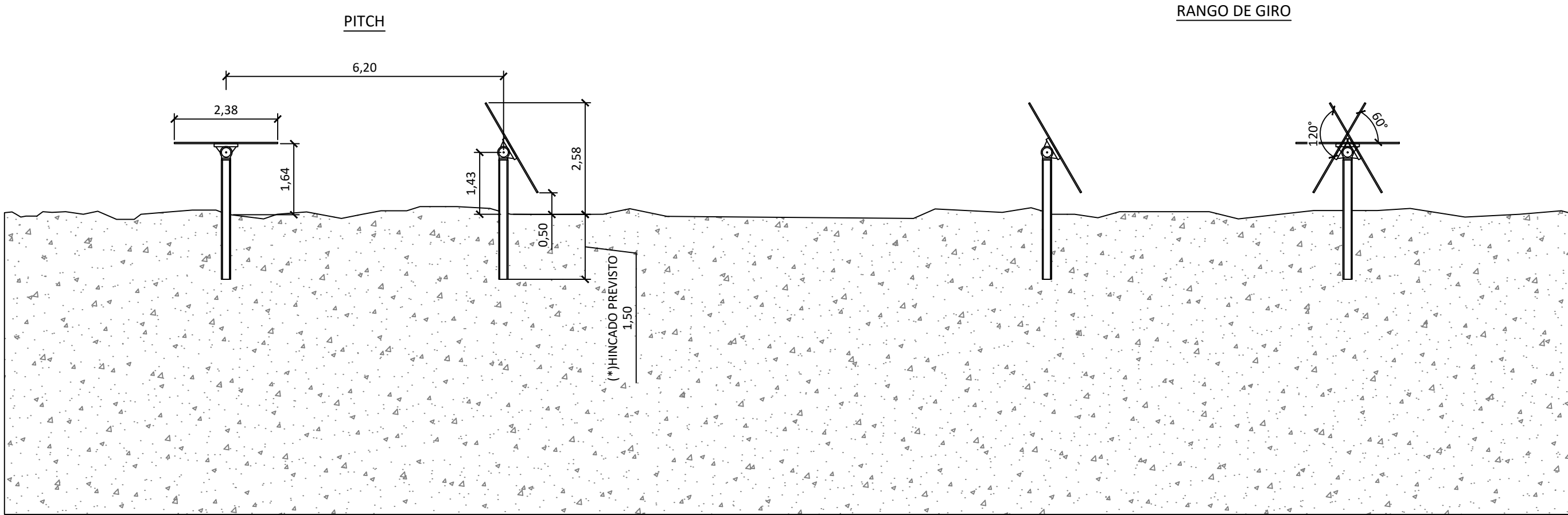
LEYENDA

AC ~ DC Inversor

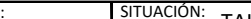
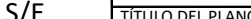
Fu 15 A Fusible

Módulo fotovoltaico

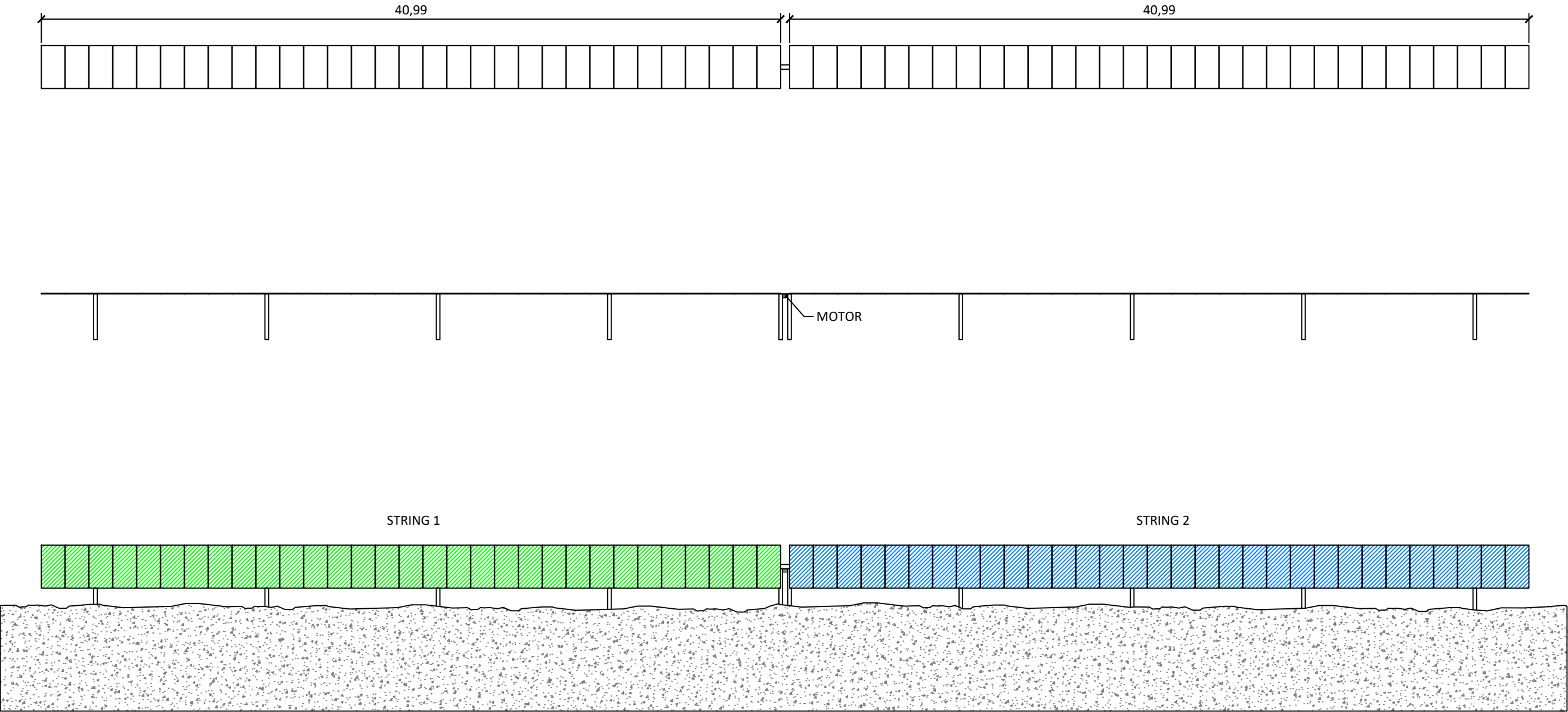


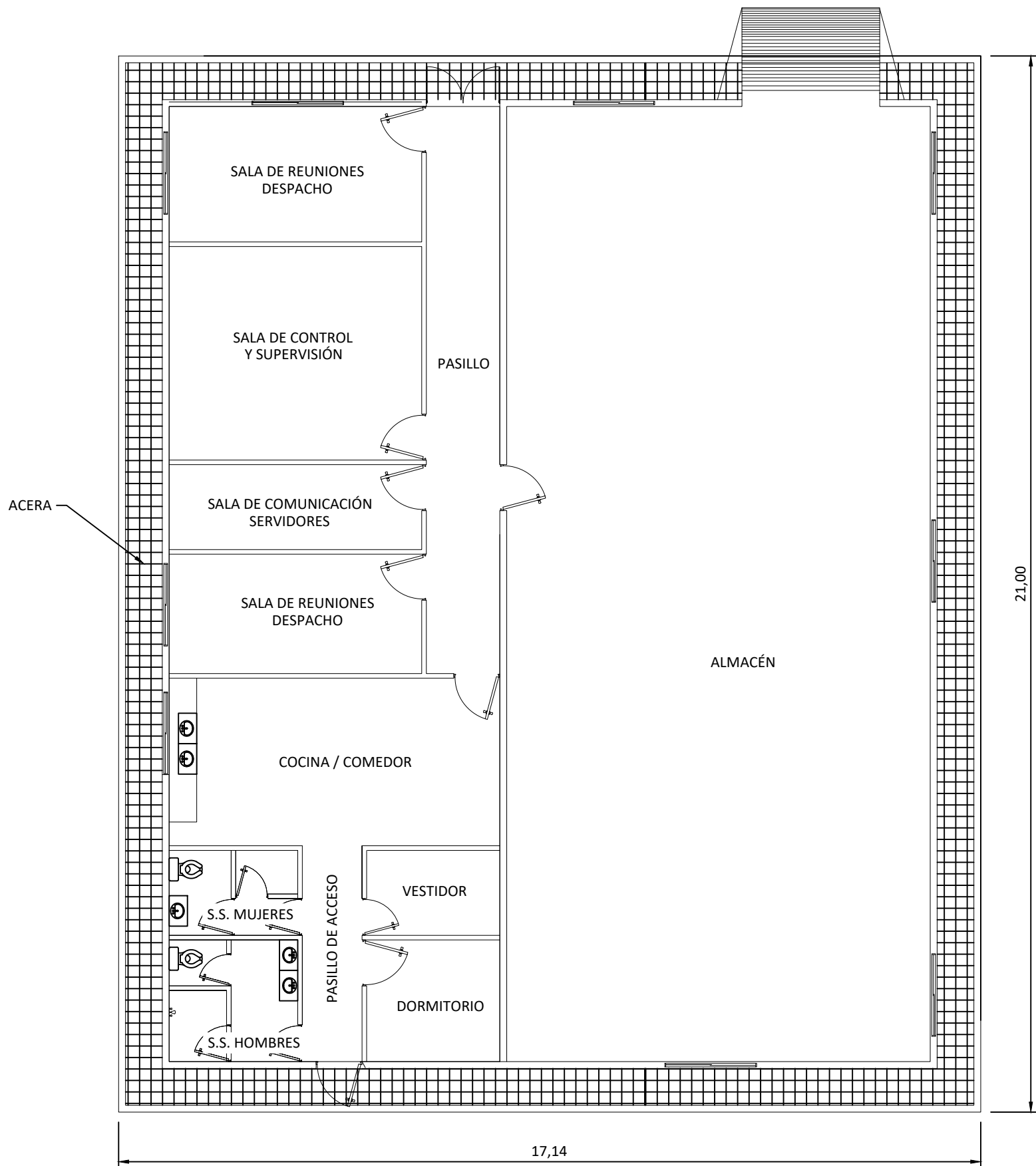


(*) La profundidad de hincado se determinará en fases posteriores, y estará condicionada por el resultado del estudio geotécnico.

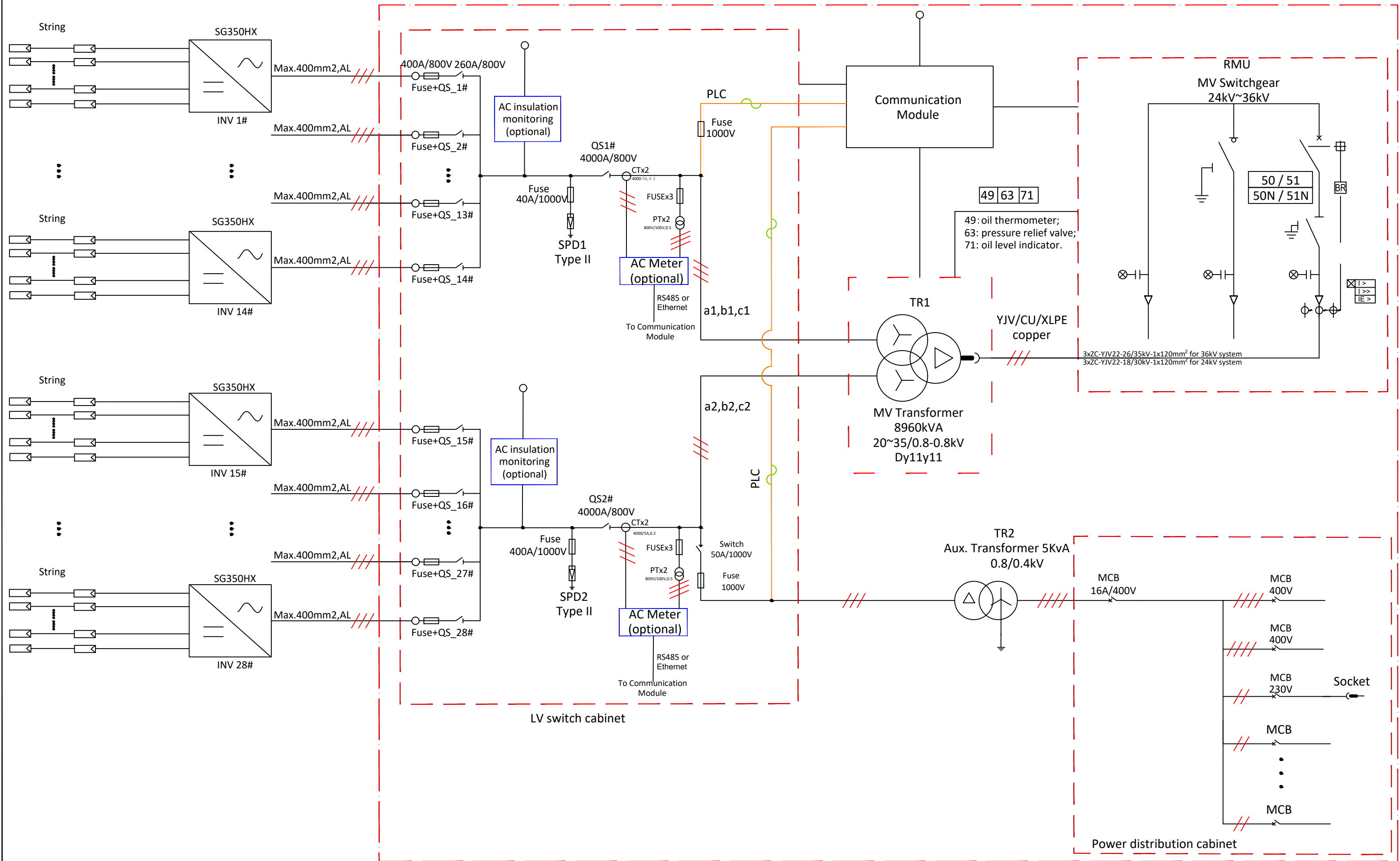
Ingeniero Industrial							NOTA: - Todas las unidades son en metros.	INGENIERÍA: 	ESCALA: S/E	SITUACIÓN: TALAVERA DE LA REINA, CASTILLA LA MANCHA				
										TÍTULO DEL PLANO: DETALLE ESTRUCTURA				
										TÍTULO DEL PROYECTO: DISEÑO TÉCNICO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				
										CARRERO SOLAR Y SUS INFRAESTRUCTURAS DE CONEXIÓN				
										(PCR EBORA 220 kV)				
										Nº HOJA 01 de 02 Rev. 00				
D. Jorge González-Onieva Johansson Colegiado Nº XXXX/XXXX	00	29.04.22	A.C.C.	A.C.C.	A.C.C.	J.G.O.J.	PROMOTOR: 	TAMAÑO: A3	NÚMERO DEL PLANO: 15					
	Rev.	Fecha	Proyectado	Dibujado	Comprobado	Aprobado								

MESA DE 2 STRINGS





MVS8960-LV MV STATION

[illegible]

13.10 Fichas técnicas

ÍNDICE

1.	MÓDULO.....	2
2.	INVERSOR	3
3.	ESTRUCTURA	4
4.	SMART LOGGER.....	5
5.	POWER PLANT CONTROLLER.....	6
6.	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	7
6.1	Tipo 1.....	7
6.2	Tipo 2.....	8
7.	CONDUCTOR CC – BT	9
8.	CONDUCTOR CA – BT	10
9.	CONDUCTOR CA – AT	11

1. MÓDULO



FRONT

BACK

BiHiKu7

BIFACIAL MONO PERC

635 W ~ 655 W

CS7N-635 | 640 | 645 | 650 | 655MB-AG

MORE POWER



Module power up to 655 W
Module efficiency up to 21.1 %



Up to 8.9 % lower LCOE
Up to 4.6 % lower system cost



Comprehensive LID / LeTID mitigation
technology, up to 50% lower degradation



Compatible with mainstream trackers,
cost effective product for utility power plant



Better shading tolerance

MORE RELIABLE



40 °C lower hot spot temperature,
greatly reduce module failure rate



Minimizes micro-crack impacts



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 2400 Pa*



**Enhanced Product Warranty on Materials
and Workmanship***



Linear Power Performance Warranty*

**1st year power degradation no more than 2%
Subsequent annual power degradation no more than 0.45%**

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

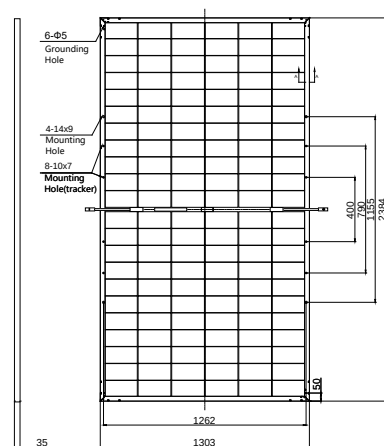
* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. Canadian Solar was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey, and is a leading PV project developer and manufacturer of solar modules, with over 50 GW deployed around the world since 2001.

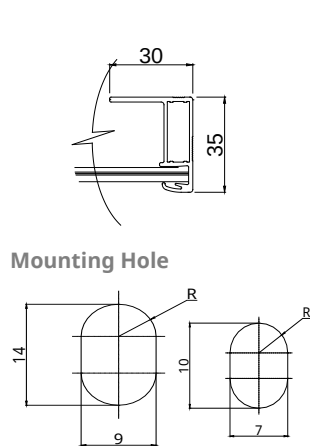
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

ENGINEERING DRAWING (mm)

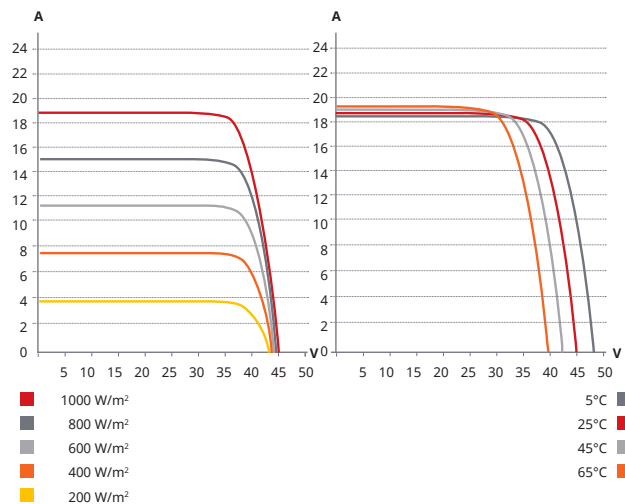
Rear View



Frame Cross Section A-A



CS7N-650MB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-635MB-AG	635 W	37.3 V	17.03 A	44.4 V	18.27 A	20.4%
Bifacial Gain**	5%	667 W	37.3 V	17.89 A	44.4 V	21.5%
	10%	699 W	37.3 V	18.74 A	44.4 V	22.5%
	20%	762 W	37.3 V	20.44 A	44.4 V	24.5%
CS7N-640MB-AG	640 W	37.5 V	17.07 A	44.6 V	18.31 A	20.6%
Bifacial Gain**	5%	672 W	37.5 V	17.92 A	44.6 V	21.6%
	10%	704 W	37.5 V	18.78 A	44.6 V	22.7%
	20%	768 W	37.5 V	20.48 A	44.6 V	24.7%
CS7N-645MB-AG	645 W	37.7 V	17.11 A	44.8 V	18.35 A	20.8%
Bifacial Gain**	5%	677 W	37.7 V	17.97 A	44.8 V	21.8%
	10%	710 W	37.7 V	18.84 A	44.8 V	22.9%
	20%	774 W	37.7 V	20.53 A	44.8 V	24.9%
CS7N-650MB-AG	650 W	37.9 V	17.16 A	45.0 V	18.39 A	20.9%
Bifacial Gain**	5%	683 W	37.9 V	18.03 A	45.0 V	22.0%
	10%	715 W	37.9 V	18.88 A	45.0 V	23.0%
	20%	780 W	37.9 V	20.59 A	45.0 V	25.1%
CS7N-655MB-AG	655 W	38.1 V	17.20 A	45.2 V	18.43 A	21.1%
Bifacial Gain**	5%	688 W	38.1 V	18.06 A	45.2 V	22.1%
	10%	721 W	38.1 V	18.93 A	45.2 V	23.2%
	20%	786 W	38.1 V	20.64 A	45.2 V	25.3%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC) or 1000 V (IEC)
Module Fire Performance	CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ +10 W
Power Bifaciality*	70 %

* Power Bifaciality = $P_{max, rear} / P_{max, front}$, both $P_{max, rear}$ and $P_{max, front}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: $\pm 5\%$

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-635MB-AG	476 W	35.0 V	13.61 A	42.0 V	14.73 A
CS7N-640MB-AG	480 W	35.2 V	13.64 A	42.2 V	14.77 A
CS7N-645MB-AG	484 W	35.3 V	13.72 A	42.3 V	14.80 A
CS7N-650MB-AG	487 W	35.5 V	13.74 A	42.5 V	14.83 A
CS7N-655MB-AG	491 W	35.7 V	13.76 A	42.7 V	14.86 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 x 1303 x 35 mm (93.9 x 51.3 x 1.38 in)
Weight	37.9 kg (83.6 lbs)
Front / Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC)
Cable Length (Including Connector)	460 mm (18.1 in) (+) / 340 mm (13.4 in) (-) or customized length*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	31 pieces
Per Container (40' HQ)	527 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.34 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.26 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.

Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

2. INVERSOR

SG350HX

Multi-MPPT String Inverter for 1500 Vdc System

Preliminary



HIGH YIELD

- Up to 16 MPPTs with max. efficiency 99%
- 20 A per string, compatible with 500Wp+ module
- Data exchange with tracker system, improving yield



Low Cost

- Q at night function, save investment
- Power line communication (PLC)
- Smart IV Curve diagnosis*, active O&M



PROVEN SAFETY

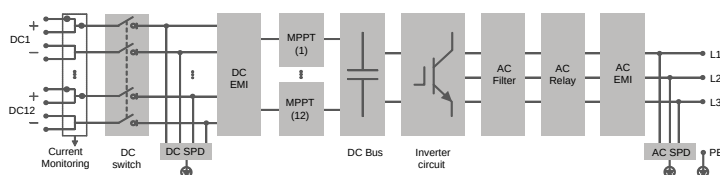
- 2 strings per MPPT, no fear of string reverse connection
- Integrated DC switch, automatically cut off the fault
- 24h real-time AC and DC insulation monitoring



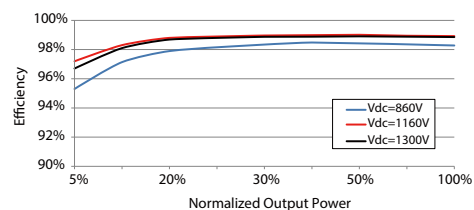
Grid Support

- $SCR \geq 1.16$ stable operation in extremely weak grid
- Reactive power response time $< 30ms$
- Compliant with global grid code

CIRCUIT DIAGRAM



EFFICIENCY CURVE



Type designation	SG350HX
Input (DC)	
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	500 V / 550 V
Nominal PV input voltage	1080 V
MPP voltage range	500 V – 1500 V
MPP voltage range for nominal power	860 V – 1300 V
No. of independent MPP inputs	12 (Optional: 14/16)
Max. number of input connector per MPPT	2
Max. PV input current	12 * 40 A (Optional: 14 * 30 A / 16 * 30 A)
Max. DC short-circuit current per MPPT	60 A
Output (AC)	
AC output power	352 kVA @ 30 °C / 320 kVA @40 °C / 295 kVA @50 °C
Max. AC output current	254 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 800 V
AC voltage range	640 – 920 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / AC connection	3 / 3
Efficiency	
Max. efficiency / European efficiency / CEC efficiency	99.01 % / 98.8 % / 98.5 %
Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
Ground fault monitoring	Yes
DC switch/ AC switch	Yes / No
PV String current monitoring	Yes
Q at night function	Yes
Anti-PID and PID recovery function	Optional
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
General Data	
Dimensions (W*H*D)	1136*870*361 mm / 44.7"*34.3"*14.2"
Weight	≤ 110 kg / ≤ 242.5 lbs
Isolation method	Transformerless
Ingress protection rating	IP66 / NEMA 4X
Night power consumption	< 6 W
Operating ambient temperature range	-30 to 60 °C / -22 to 140 °F
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating) / 13123 ft (> 9843 ft derating)
Display	LED, Bluetooth+APP
Communication	RS485 / PLC
DC connection type	MC4-Evo2 (Max. 6 mm ² , optional 10mm ² / Max. 10AWG, optional 8AWG)
AC connection type	Support OT/DT terminal (Max. 400 mm ² / 789 Kcmil)
Compliance	IEC 62109, IEC 61727, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, VDE-AR-N 4110:2018, VDE-AR-N 4120:2018, EN 50549-1/2, UNE 206007-1:2013, P.O.12.3, UTE C15-712-1:2013, UL1741, UL1741SA, IEEEE1547, IEEEE1547.1, CSA C22.2 107.1-01-2001, California Rule 21, UL1699B
Grid support	Q at night function, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Q-U control, P-f control

*: Only compatible with Sungrow logger and iSolarCloud

3. ESTRUCTURA

TRACKER Agile™-1P

Dual-Row

TrinaTracker



About TrinaTracker

Excellent Bankability

Trina Solar was ranked top in the list of "Top Bankable Module Supplier" released by Bloomberg New Energy Finance (BNF) for five consecutive years

Multiple Product Lines For All Applications

Multiple product lines developed by experienced International R&D team for meeting market demands in all application scenarios

Superb Reliability and High Quality

Leading quality management system and over 20 years product quality control experience in the industry

Efficient Engineering Design Expert

Systematic and high efficient workflow for presales service to guarantee prompt engineering design

Unified Products Delivery Management

Global supply chain management of core equipments in solar farm (modules and trackers) with unified delivery channel



Two Rows per Tracker

Agile™-1P is a dual-row tracker with one primary slewing drive in one row and one secondary slewing drive in another row. Two slewing drives share one motor and one TCU.



Innovative SuperTrack Technology

According to real-time weather and actual terrain conditions, smart algorithm dynamically optimizes tracking angle, increases receiving radiation and reduces shading loss.

Up to 8% yield gain



More Modules per Tracker

By adopting one in portrait (1P) design, Agile can install up to 60 modules per row.

Compatible with modules up to 670W+



Designed for Challenging Conditions

The Agile™-1P has been designed for sites that have both challenging terrain and high wind conditions

Up to 20% N-S slope.



Higher Reliability

The two slewing drives in Agile™-1P are connected by a transmission bar with a cardan design that improves the transmission efficiency, also has an optimized stow position and alarm strategy for a safer and more robust structure.

TRINA CLAMP

Trina Clamp is a proprietary product that is quick and easy to use with the 1P configuration, reducing the installation time and costs.



WIND TUNNEL TESTED BY CPP

Detailed wind tunnel test methodology to reproduce the most realistic tracker behavior and analyze the aerolastic effects that impact tracker structures.



Full aeroelastic model test.



TECHNICAL SPECIFICATIONS

GENERAL FEATURES

Solar tracker type	Horizontal Single-Axis with two rows
Tracking range	±60° (120°)
Driver	Cardan joined slewing drive
Configuration	One module in portrait (1P) up to 2 strings per row (1500 V string)
Solar module supported	Framed
Foundation options	Direct ramming, Pre-drilling + ramming, Micropile and PHC piles
Pile section	W, compatible with IPE, IPEA, HEA and HEB ⁽¹⁾
Modules attachment	Bolts, Rivets, Clamps (frameless)
Piles per MW (550Wp module)	~273 piles/MW ⁽²⁾ (60 modules per row)
(670 Wp module)	~248 piles/MW ⁽²⁾ (54 modules per row)
Terrain adaptability	20% N-S, 10% E-W ⁽³⁾
Wind and snow loads tolerance	Tailored to site requirement
Rear shading factor	1.27%
Critical wind speed	47m/s

STRUCTURE

Material	High Yield Strength Steel
Coating	HDG, Pregalvanized & ZM ⁽⁴⁾

ELECTRONIC CONTROLLER SPECIFICATIONS

Controller	Electronic board with microprocessor
Ingress protection marking	IP65
Tracking method	Astronomical algorithms + SuperTrack technology ⁽⁵⁾
Advanced wind control	Customizable
Anemometer	Cup / Ultrasonic
Night-time stow	Configurable
Communication with the tracker	Wired option: RS 485 Wireless option: LoRa/Zigbee
Operating conditions	Altitude < 4000 m ⁽⁶⁾ Temperature: -30°C to 60°C
Sensors	Digital inclinometer
Power (motor drive)	DC motor: 0.15kW ⁽⁷⁾
Power supply	Grid connection / String powered / Self-powered

WARRANTY

Structure	10 years
Driver and control components	5 years

(1) C shape piles under request

(2) Depending on layout

(3) N-S: max 20%, for slopes higher than 10% consult with TrinaTracker
E-W: max 10%, for slopes higher than 5% consult with TrinaTracker

(4) Standard configuration. Other coating under request, please consult TrinaTracker

(5) Includes smart tracking algorithm and smart backtracking algorithm

(6) Different conditions under request, please consult TrinaTracker

(7) Depending on external conditions

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2021 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: DT-T-0003 B

4. SMART LOGGER

SmartLogger2000



Smart

- Functioning as communication manager, data logger, PLC master and Ethernet switch
- Multiple communication interfaces including PLC, RS485, Fast Ethernet, and SFP ports, flexible applications
- STP and RSTP supported for fiber ring network and ring protection
- Bluetooth, embedded WEB and USB supported, user-friendly
- Fast and reliable active and reactive power compensation control
- Smart I-V Curve Diagnosis supported

Simple

- Up to 200 devices supported, including up to 150 inverters
- An integration of data collection, protocol conversion and Ethernet switch

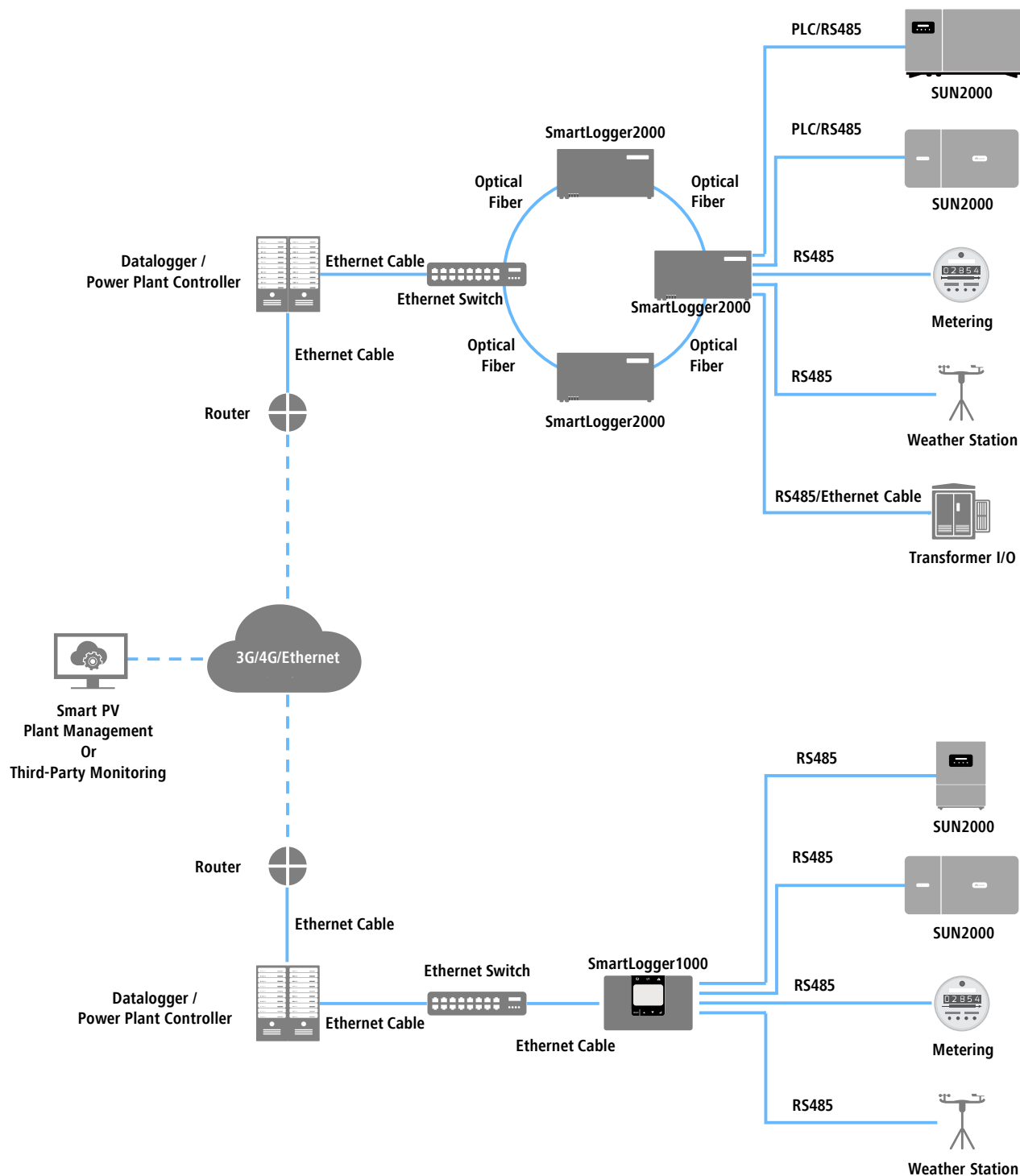
Reliable

- Industrial application and high reliability

Technical Specifications	SmartLogger2000
	Device Management
Max. Number of Manageable Devices	200
Max. Number of Manageable Smart Inverters	150
	Communication Interface
Electrical Ethernet	ETH x 2, 10 / 100 Mbps
Optical Ethernet (optional)	SFP x 2, 100 Mbps
RS485	COM x 6, 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps
PLC	PLC x 1, 115.2 kbps
Digital / Analog Input / Output	DI x 8, DO x 3, AI x 7, AO x 4, PT100 / PT1000 x 2
	Communication Protocol
Ethernet	Modbus-TCP, IEC 60870-5-104
RS485	Modbus-RTU, IEC 60870-5-103 (standard), DL / T645
	Interaction
LED	LED Indicator x 4
WEB	Embedded WEB
Bluetooth	SUN2000 App
USB	USB2.0 x 1
	Environment
Operating Temperature	-40°C ~ 60°C (-40°F ~ 140°F)
Storage Temperature	-40°C ~ 70°C (-40°F ~ 158°F)
Relative Humidity	5% ~ 95%
Max. Operating Altitude (Non-condensing)	4,000 m (13,123 ft.)
	Mechanical
Power Supply	100 Vac ~ 240 Vac, 50 Hz / 60 Hz
Power Consumption	Typical 8 W, Max. 15 W
Dimensions (W x H x D, with mounting ears)	411 x 170 x 58.6 mm (16.2 x 6.7 x 2.3 inch)
Weight	2.5 kg (5.5 lb.)
Protection Rating	IP20
Export Limitation	Supported
Installation Options	Wall Mounting, Rail Mounting, Integrated Inside Huawei Smart Array Controller

The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. Huawei assumes no liability for mistakes or printing errors. For more information, please visit solar.huawei.com. Version No.:01-(201805)

I Optical Fiber Ring Network + PLC



II Star Ethernet Network + RS485

5. POWER PLANT CONTROLLER

GPM Power Plant Controller

Complete regulation and direct control over devices



GPM Power Plant Controller

GPM Power Plant Controller is a control system that can manage active and reactive power from solar plants. It is developed to be integrated into a power plant as a main governor.

The set points can be commanded either remotely (from the substation Modbus TCP interface) or locally (from PV Scada) once the SCADA is configured. Moreover, it is password protected and logs all the executed commands.



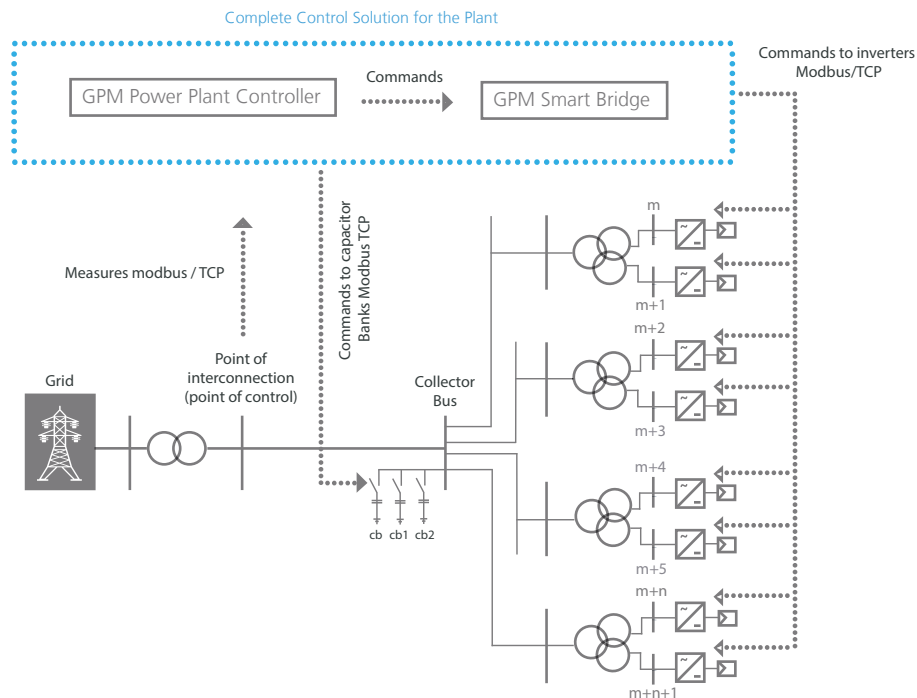
Easy & quick interaction with several generation units



GPM Power Plant Controller Scheme

In the next image is shown a scheme in order to improve the PPC control functionality understanding.

FIGURE 1. POWER PLANT CONTROLLER GENERAL SCHEME

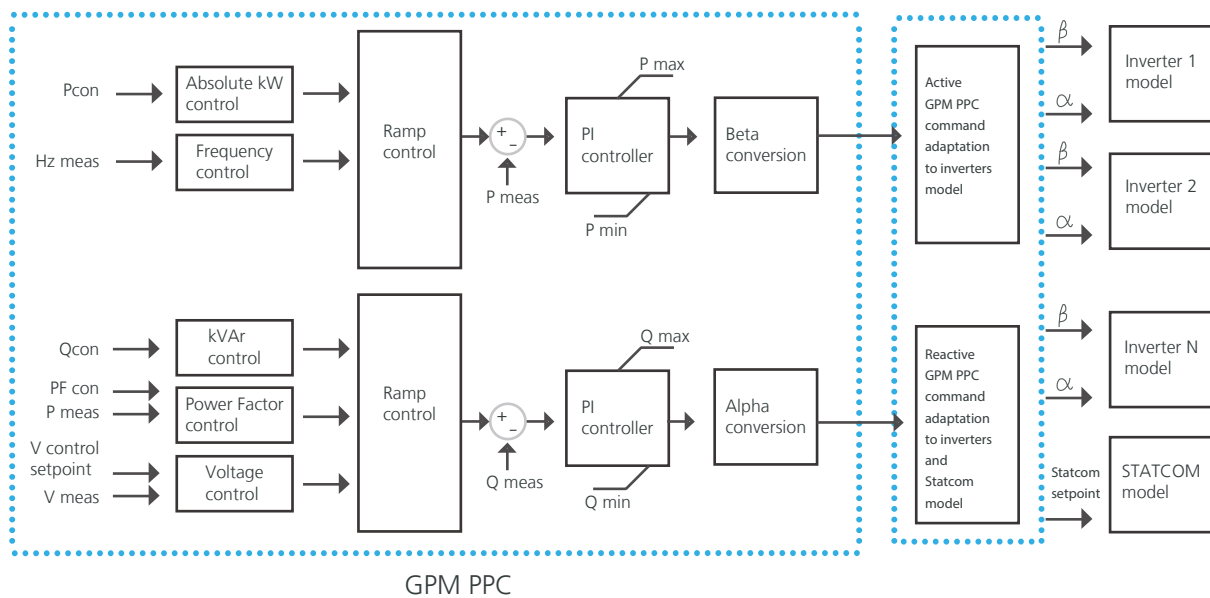


Thanks to its control capabilities it can make Solar PV plants meet the On-site electric Operator grid code and injects active power in a secure and reliable manner.

The PPC sends the commands, result of a fast and reliable algorithm, to the GPM Smart Bridge, which is the responsible to ensure that all the new set points are delivered to the inverters or other plant devices like STATCOMS, batteries or condenser banks.

In the next image is shown the block diagram regarding the control functions and the closed loop control implemented by the GPM PPC.

FIGURE 2. POWER PLANT CONTROLLER CONTROL SCHEME



Controls carried out by the PPC:

- Absolute Active Power Control
- Frequency Control
- Reactive Power Control
- Power Factor Control
- Voltage Control
- Ramp Control (Active and Reactive Power if needed)
- SVC or STATCOMS control

Reactive power and voltage Control Functions

Reactive Power Control (Q control)

The GreenPowerMonitor Power Plant Controller (GPM PPC) is capable to command to the inverters the value needed of reactive power in order to achieve a reactive power set point imposed by the On-site operator.

The reactive power measures of the Point of interconnection are taken by the plant meter and used by the PPC. With the maximum values of reactive power achievable, i.e. the saturation limits of the PV plant, the reactive power control is performed.

As shown in the figure 2, the Power Plant calculates the error when a new set point or a variation in the reactive power is given. Thanks to the saturable non-windup PI controller, it is possible to create a command in order to reduce the error generated.

The non-windup provides to the PPC the capability of being faster in front of references changes after a period of time operating saturated.

The Q TOT is divided by the plant maximum reactive power capability, being the result a per unit value, effective to every inverter. In every loop performed by the PPC, the error is lower due to the fact that the commands sent in the previous loops are being accomplished by the inverters.

FIGURE 3. POWER PLANT CONTROLLER CONTROL REACTIVE POWER SET POINT ACHIEVEMENT

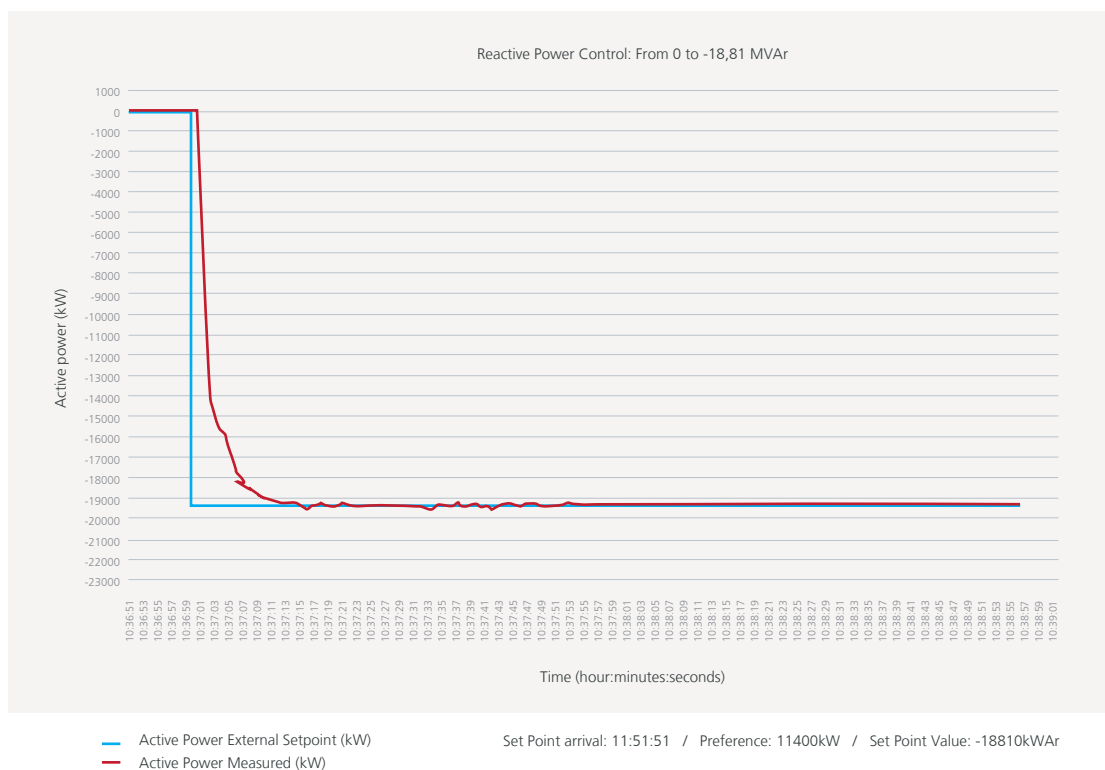
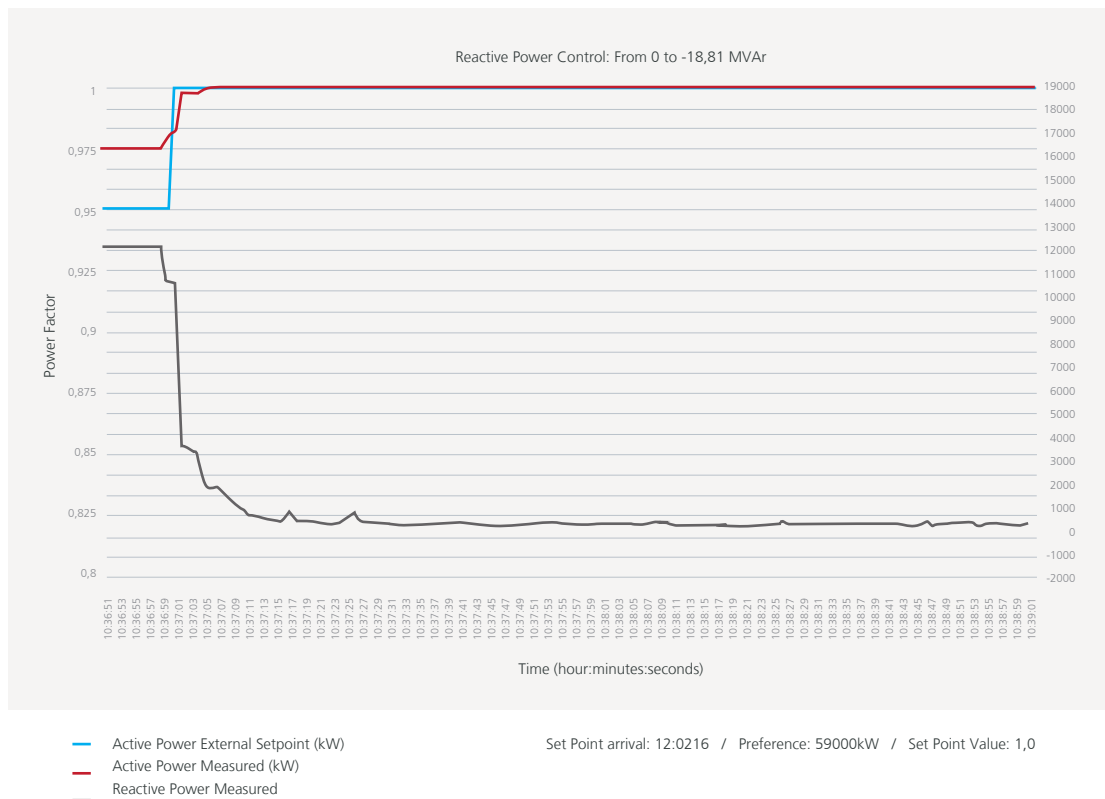


FIGURE 4. POWER PLANT CONTROLLER CONTROL POWER FACTOR SET POINT ACHIEVEMENT



In this manner, the value in the point of interconnection is finally the set point sent. In case of inverter cabinet or communication with some inverter failure, the Power Plant Controller is able to compensate the absence of some inverters rectifying the reactive power command sent to each inverter in order to maintain the reactive power value in the POI, in consequence, the control function will be performed properly.

The Q_{max}/Q_{min} value leads from the maximum plant reactive power exchangeable. It is a fixed configured value that prevent the PPC from sending reactive values higher than the nominal inverter capabilities avoiding reduce the active power generated by the inverters.

Power Factor Control (PF control)

The Green Power Monitor Power Plant Controller is able to make the plant follow a power factor set point in the point of interconnection. With the measures of active power in the POI and the values of the set point to be followed, the PPC creates a reactive power command to the inverters, resulting on the variation of the power factor in the POI.

Once the reactive power set point is internally generated by the PPC based on the measures of active power and the power factor set point, the control algorithm is the same exposed in the reactive power control section.



The PPC will vary the reactive command either in case of power factor set point change or measured active power deviation.

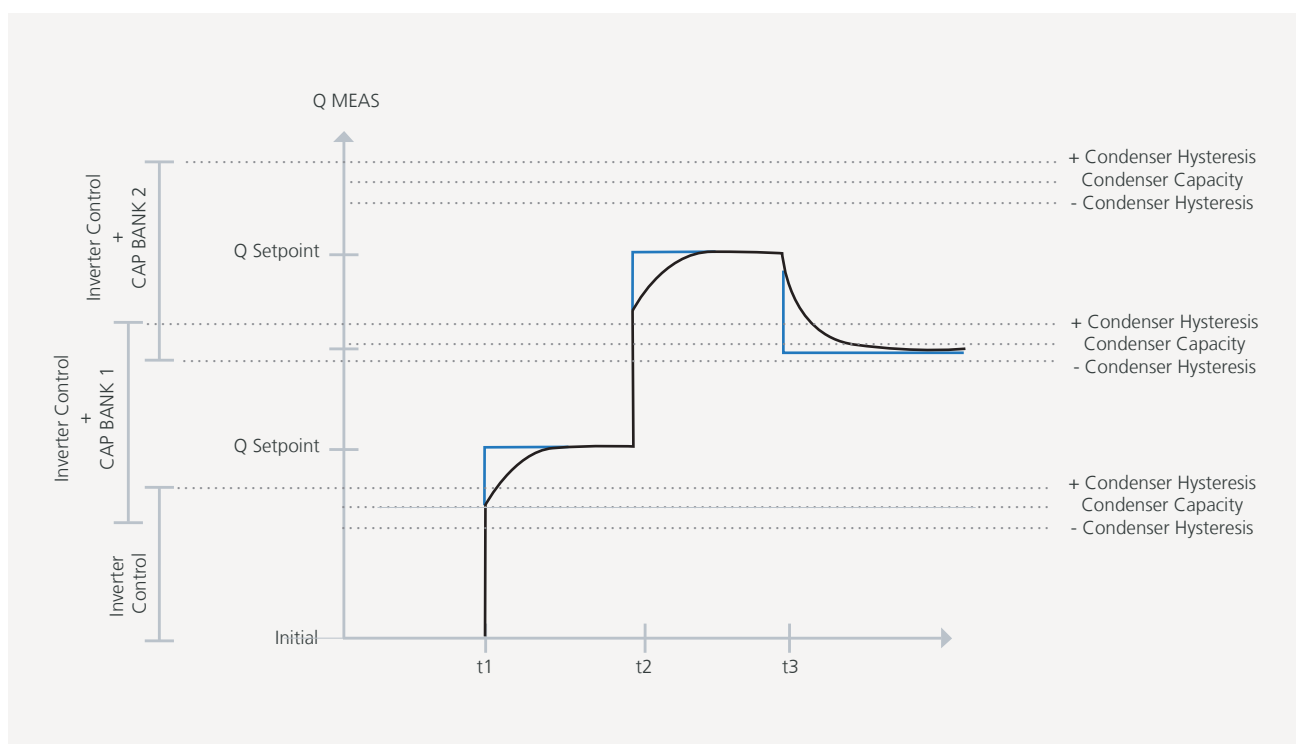
Once the reactive power set point is internally generated by the PPC based on the measures of active power and the power factor set point, the control algorithm is the same exposed in the reactive power control section. The PPC will vary the reactive command either in case of power factor set point change or measured active power deviation.

Voltage Control (V control)

Finally, the PPC can control the voltage at the POI by means of the plant reactive power capability. With the measures of the voltage and reactive power at POI, the PPC can performs the voltage control creating a reactive power command to the inverters. Moreover, the variation on the reactive power exchanged is given by a Droop characteristic.

Once the reactive power set point is generated the PPC controls the reactive power as explained in section *Reactive Power Control (Q control)*.

Depending on the voltage measured in the point of interconnection, the PPC reacts following the droop characteristic configured, i.e. if the voltage grows over the nominal value in the measurement point, the plant must respond absorbing a reactive power value following the droop curve.



The PPC was also installed at San Fermin solar plant.
This is a 27MW facility in Puerto Rico.



Active Power Control Functions

Absolute active power constraint and Gradient constraint

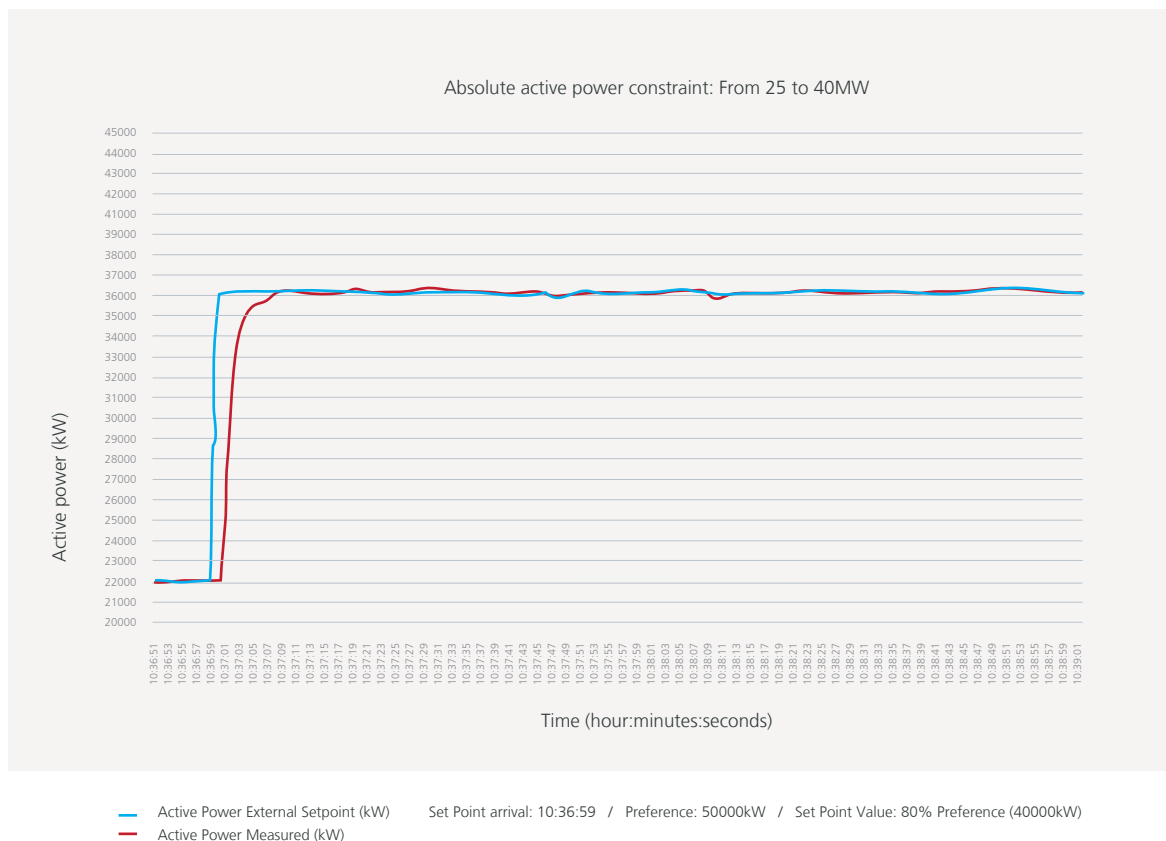
The PPC can control the active power exchanged with the grid sending active power commands to the inverters.

With the measures of active power at the POI, the PPC can performs active power control and establish a maximum outgoing active power.

As shown in the figure 5, the Power Plant calculates the error when a new set point is given. In this way, the PPC is able to curtail the active power output in demand of the TSO.

Thanks to the saturable non-windup PI controller, it is possible to create a command in order to reduce the error generated. The non-windup provides to the PPC the capability of being faster in front of references changes after a period of time operating saturated.

TABLE 5. POWER PLANT CONTROLLER CONTROL ACTIVE POWER SET POINT ACHIEVEMENT



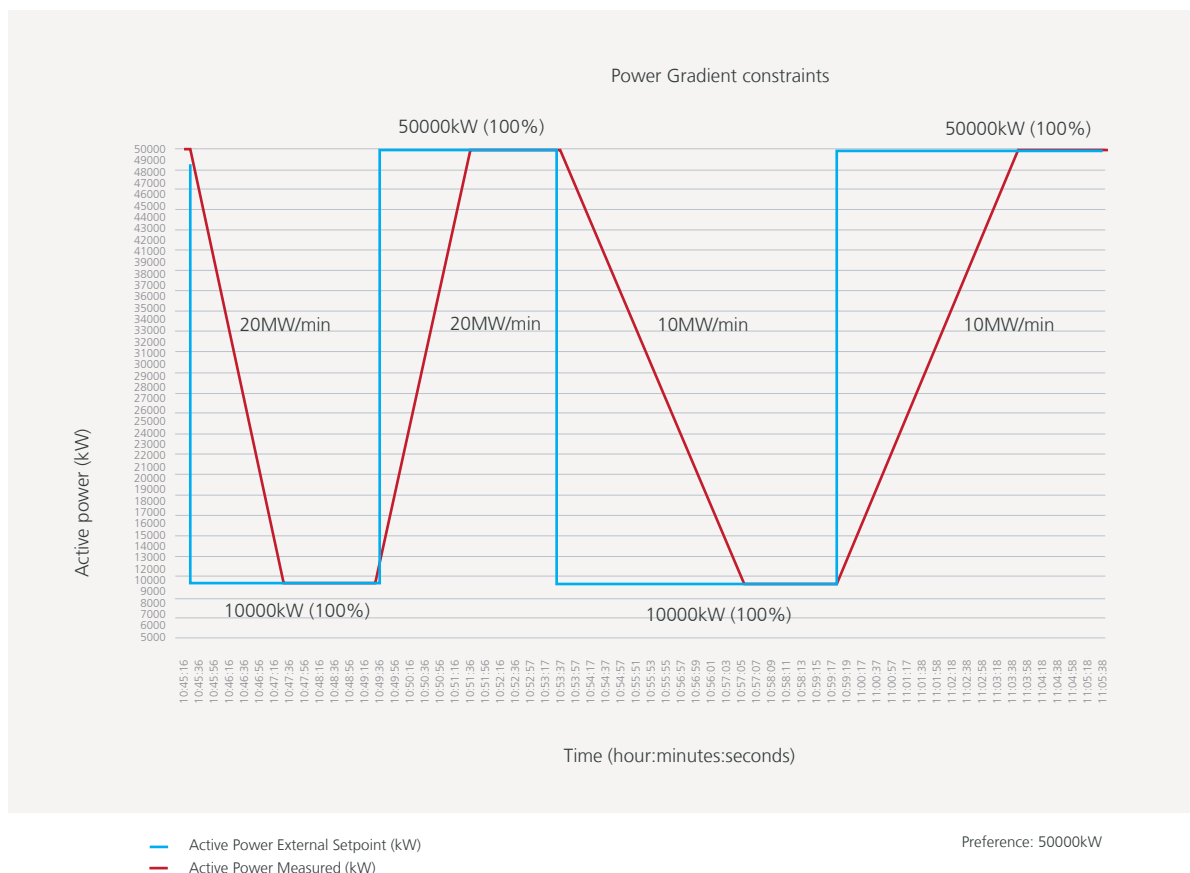
The P TOT is divided by the plant maximum active power capability, being the result a per unit value, effectn every loop performed by the PPC, the error is lower due to the fact that the commands sent in the previous loops are being accomplished by the inverters. In this manner, the value in the point of interconnection is finally the set point sent, if it is lower than the active power available by irradiance.

Obviously, the active power is directly irradiance dependent, so if the irradiance falls, the active power falls accordingly. In case of irradiance increase, the PPC curtails the power at the set point level that is being applied.

Furthermore, the active control implements a ramp rate or gradient that provides the PPC the capability of fulfilling the gradient MTR. The active power at POI can be increased/decreased according with a configured ramp rate (MW/min) if the variation of the active power is given by a change in the active power curtailment set point, not by irradiance variation.

The P max value leads from the maximum plant active power. It is a fixed configured value that prevent the PPC from sending active commands higher than the nominal inverter capabilities. If the plant does not respond with the value that the PPC sends it becomes saturated and the anti-windup comes into play reducing the accumulated error.

TABLE 6. POWER PLANT CONTROLLER CONTROL ACTIVE POWER SET POINT ACHIEVEMENT WITH RAMP CONTROL



Our PPC manages Mount Signal Solar Farm
a 266MW PV plant located in California, US.



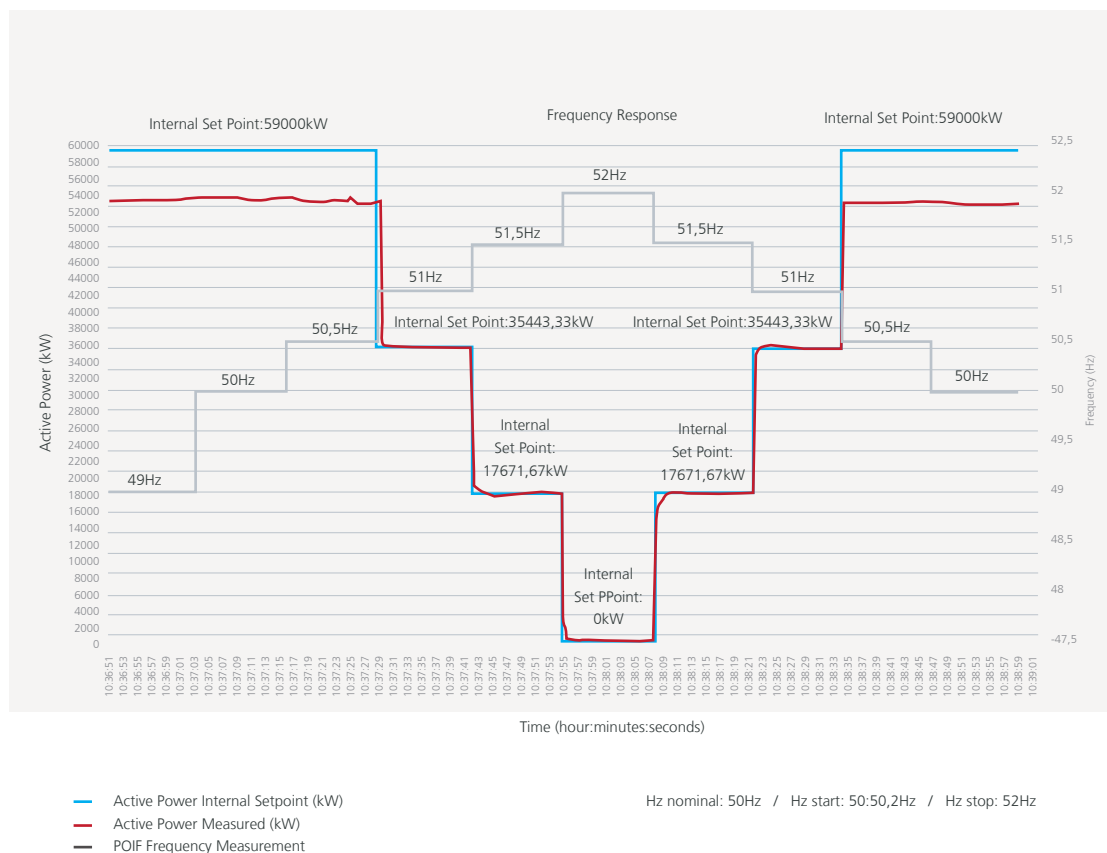
Frequency Control Functions

Absolute active power reduction in case of over frequency

As explained in section *Active Power Control Functions*, the PPC can control the active power plant output. Then, depending on the measures of grid frequency the PPC can reduce the active power exchanged with the grid.

Depending on the frequency measured in the point of interconnection, the PPC reacts following the droop characteristic configured, i.e. if the frequency grows over the nominal value and the dead band configured in the measurement point, the plant must respond reducing the active power value injected following the droop curve.

TABLE 7. POWER PLANT CONTROLLER CONTROL FREQUENCY MEASURED CHANGE



This table shows a 50Hz system but GPM Power Plant Controller also works with a 60Hz system.

Selected references

Country	MW
USA	250
USA	211
United Arab Emirates	200
USA	171
Chile	100
Honduras	76
South Africa	66
Philippines	60
Honduras	60
Canada	50
Canada	50
USA	28
USA	25
Uruguay	21,7
USA	21
Uruguay	11,6
Colombia	10
Uruguay	9,6
Uruguay	9,6
Uruguay	9,6
Uruguay	9,6
Uruguay	9,6
Uruguay	8,6
Romania	8,6
France	7
UK	5
UK	5
USA	5
USA	5
Chile	3
Japan	0,7



100MW solar plant located in South America.



60MW solar plant located in Asia.



30MW solar plant located in South America.



GreenPowerMonitor

Monitoring, Control and Asset Management Solutions

6. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

6.1 TIPO 1

MVS8960-LV

MV Turnkey Solution for 1500 Vdc String Inverter SG350HX

Preliminary



SAVED INVESTMENT

- Up to 9.856 MW block design
- Easy transportation due to standard container design
- All pre-assembled for easy set-up and commissioning



SAFETY

- MV and LV isolated, independent control room
- All key components front accessible, no need walk-in operation



EASY O&M

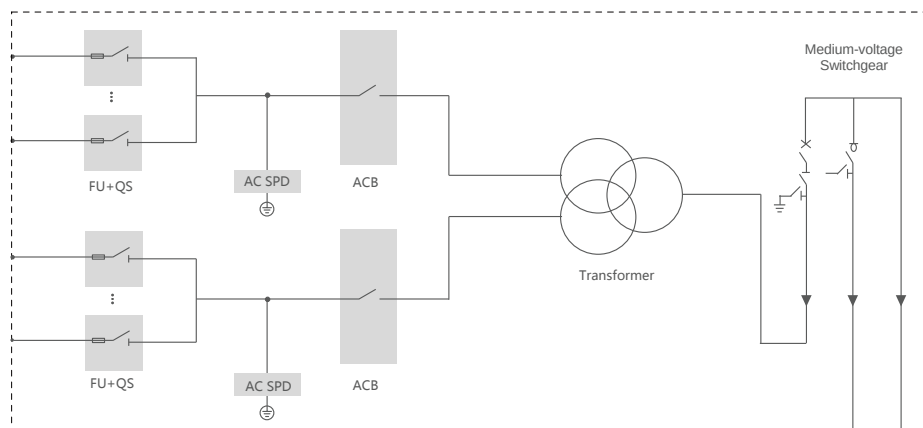
- Online analysis for fast trouble shooting
- Modular design, main device easy replacement



RELIABLE

- All components type-tested
- Compliance with standards: IEC 60076, IEC 62271, IEC 61439

CIRCUIT DIAGRAM



Type designation	MVS8960-LV
Transformer	
Transformer type	Oil immersed
Rated power	8960 kVA @ 40 °C
Max. power	9856 kVA @ 30 °C
Vector group	Dy11y11
LV / LV / MV voltage	0.8 kV / 0.8 kV / (20 – 35) kV
Maximum input current at nominal voltage	3557 A * 2
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Tapping on HV	0, ±2*2.5%
Efficiency	≥99%
Cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Impedance	9.5% (±10%)
Oil type	Mineral oil (PCB free)
Winding material	Al / Al
Insulation class	A
MV Switchgear	
Insulation type	SF6
Rate voltage	24 – 36 kV
Rate current	630 A
Internal arcing fault	IAC AFL 20kA/1s
Qty. of feeder	3 feeders
LV Panel	
ACB specification	4000 A / 800 Vac / 3P, 2 pcs
Disconnecter specification	400 A / 800 Vac / 3P, 28 pcs
Fuse specification	400A / 800 Vac / 1P, 84 pcs
Protection	
AC input protection	Fuse+disconnecter
Transformer protection	Oil-temperature, oil-level, oil-pressure
Relay protection	50/51, 50N/51N
LV surge protection	AC Type II (optional: AC Type I + II)
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058*2896*2438 mm
Approximate weight	24 T
Operating ambient temperature range	-20 to 60 °C (optional: -30 to 60 °C)
Auxiliary power supply	5 kVA / 400 V (optional: max. 40 kVA)
Degree of protection	IP54
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 95 %
Operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Communication	RS485, Ethernet (optional: optical fiber)
Compliance	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, IEC 61439-1, EN50588-1

6.2 TIPO 2

MVS3150-LV

SUNGROW
Clean power for all

MV Turnkey Station for 1500 Vdc String Inverter SG250HX



SAVED INVESTMENT

- Up to 3.5 MW block design
- Easy transportation and installation due to standard container design

EASY O&M

- Online analysis for fast trouble shooting
- Modular design, main devices easy replacement
- All pre-assembled for easy set-up and commissioning

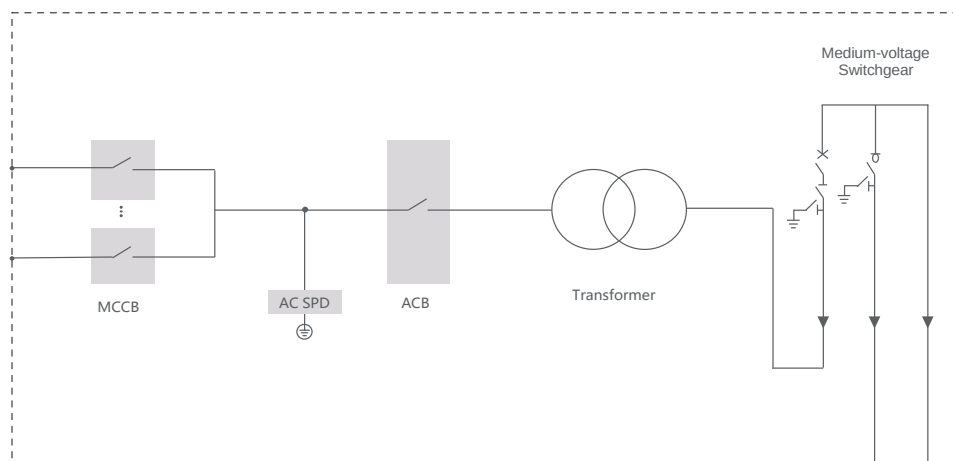
SAFETY

- MV and LV isolated, with independent control room
- All key components front accessible

RELIABLE

- All components type-tested
- Compliance with standards: IEC 60076, IEC 62271, IEC 61439

CIRCUIT DIAGRAM



Type designation	MVS3150-LV
Transformer	
Transformer type	Oil immersed
Rated power	3150 kVA @ 40 °C
Max. power	3500 kVA @ 30 °C
Vector group	Dy11
LV / MV voltage	0.8 kV / 10 – 35 kV
Maximun input current at nominal voltage	2525 A
Frequency	50 Hz / 60 Hz
Tapping on HV	0, ±2 * 2.5 %
Peak efficiency index	≥ 99.445 %
Cooling type	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Impedance	7 % (±10 %)
Oil type	Mineral oil (PCB free)
Winding material	Al / Al
Insulation class	A
MV Switchgear	
Insulation type	SF6
Rate voltage	24 – 36 kV
Rate current	630 A
Internal arcing fault	IAC AFL 20kA / 1s
Qty.of feeder	3 feeders
LV Panel	
ACB specification	3200 A / 800 Vac / 3P, 1 pcs
MCCB specification	250 A / 800 Vac / 3P, 14 pcs
Protection	
AC input protection	Circuit breaker
Transformer protection	Oil-temperature, oil-level, oil-Pressure
Relay protection	50 / 51, 50N / 51N
LV overvoltage protection	AC Type II (optional: AC Type I+II)
General Data	
Dimensions (W*H*D)	6058 *2896 * 2438 mm
Approximate weight	15 T
Operating ambient temperature range	-20 to 60 °C (optional: -30 to 60 °C)
Auxiliary power supply	5 kVA / 400 V (optional: max. 40 kVA)
Degree of protection	IP54
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 95 %
Operating altitude	1000 m (standard) / > 1000 m (optional)
Communication	Standard: RS485, Ethernet, Optical fiber
Compliance	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, IEC 61439-1, EN50588-1

7. CONDUCTOR CC – BT



Cable eléctrico Cable 06/1 Kv Flexible
REVIFLEX RV-K 0,6/1kV

revi@grupo-revi.com
+34 988 215 454
grupo-revi.com



Cables unipolares y multipolares con conductor flexible, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE) y cubierta de PVC.

Aplicaciones

Adecuados para el transporte y distribución de energía eléctrica en instalaciones fijas protegidas o no. Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes, al aire, en tubos o enterrados

Características

Aislamiento	 Polietileno reticulado tipo DIX 3 según UNE-HD-603-1	Identificación unipolar	 Colores
Clasificación CPR	 Eca	Norma	 UNE 21123-2
Colores	 Negro	Secciones	 1x 1.5 a 300mm², 2, 3, 4, 5 x 1.5 a 50mm², 7, 10 y 12, 14, 16, 19, 24, 27, 30, 37, 44, 52 y 61 x 1.5 y 2.5 mm², 7, 10 y 12 x 4mm² x 4 mm
Comportamiento fuego	 No propagador de la llama de acuerdo con UNE-EN 60332-1-2	Temperatura	 90°C
Conductor	 Cobre clase 5 según UNE-EN 60228	Tensión de ensayo	 4000V
Cubierta	 PVC tipo DMV18 según UNE-HD 603-1	Tensión nominal	 0.6/1kV
Embalaje	 Rollos de 100m plastificados y bobinas		

Datos técnicos

Seccion mm2	Espesor aislamiento mm	Diametro mm	Resistencia a 20 °C Ohm/km
1,5	0,7	5,7	13,3
2,5	0,7	6,2	7,98
4	0,7	6,5	4,95
6	0,7	7,6	3,3
10	0,7	8,6	1,91
16	0,7	9,6	1,21
25	0,9	11,4	0,78
35	0,9	12,5	0,554
50	1	14,5	0,386
70	1,1	16,4	0,272
95	1,1	18,5	0,206
120	1,2	20,7	0,161
150	1,4	22,5	0,129
185	1,6	25,2	0,106
240	1,7	28,3	0,0801
300	1,8	30,9	0,0641
2x1,5	0,7	8,9	13,3
2x2,5	0,7	9,9	7,98
2x4	0,7	10,4	4,95
2x6	0,7	12,2	3,3
2x10	0,7	14	1,91
2x16	0,7	16,3	1,21
2X25	0,9	19,3	0,78
3G1,5	0,7	9,7	13,3
3G2,5	0,7	10,5	7,98
3G4	0,7	11,7	4,95
3G6	0,7	12,8	3,3
3G10	0,7	15	1,91
3G16	0,7	17,4	1,21
3X25	0,9	20,5	0,78
3X35	0,9	23,3	0,554
3X50	1	27,2	0,386
4G1,5	0,7	10,3	13,3
4G2,5	0,7	11,5	7,98
4G4	0,7	12,7	4,95
4G6	0,7	14,2	3,3
4G10	0,7	16,4	1,91
4G16	0,7	19,2	1,21
4G25	0,9	23,2	0,78
4G35	0,9	26,5	0,554
4G50	1	32,5	0,386
5G1,5	0,7	11,8	13,3
5G2,5	0,7	12,5	7,98
5G4	0,7	14,3	4,95
5G6	0,7	15,5	3,3
5G10	0,7	18	1,91
5G16	0,7	21,1	1,21
5G25	0,9	25,5	0,78
5G35	0,9	29,1	0,554

5G50	1	33,9	0,386
5G70	1,1	40,5	0,272
7G1,5	0,7	12	13,3
7G2,5	0,7	13,2	7,98
7G4	0,7	15	4,95
10G1,5	0,7	15	13,3
10G2,5	0,7	16,6	7,98
10G4	0,7	19,1	4,95
12G1,5	0,7	15,5	13,3
12G2,5	0,7	17,2	7,98
12G4	0,7	19,7	4,95
14G1,5	0,7	16,3	13,3
14G2,5	0,7	18,1	7,98
16G1,5	0,7	17,2	13,3
16G2,5	0,7	19,2	7,98
19G1,5	0,7	18,1	13,3
19G2,5	0,7	20,1	7,98
24G1,5	0,7	21,1	13,3
24G2,5	0,7	23,5	7,98
27G1,5	0,7	21,6	13,3
27G2,5	0,7	24,2	7,98
30G1,5	0,7	22,4	13,3
30G2,5	0,7	25	7,98
37G1,5	0,7	24,2	13,3
37G2,5	0,7	27	7,98
44G1,5	0,7	27,2	13,3
44G2,5	0,7	30,6	7,98
52G1,5	0,7	28,7	13,3
52G2,5	0,7	32,2	7,98
61G1,5	0,7	30,5	13,3
61G2,5	0,7	34,3	7,98

8. CONDUCTOR CA – BT



Descripción / Description:

- Conductor:** Aluminio clase 2 de acuerdo a IEC 60228.
Conductor: Aluminum class 2 according to IEC 60228.
- Aislamiento:** Mezcla polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.
Insulation: Thermosetting XLPE type DIX 3 according to HD 603-1.
- Cubierta Externa:** mezcla LSOH tipo flamex DMO 1, según UNE HD 603-5. Color negro.
Outer sheath: LSOH compound type DMO 1, according to UNE HD 603-5. Black colour.

Inscripción / Marking:

AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) PRYSMIAN [PLANTA] AL XZ1 (S) 0.6/1kV , 1x[sección] K Eca AENOR*
[año][Metraje correlativo]
AL VOLTALENE FLAMEX CPRO (S) PRYSMIAN [PLANT] AL XZ1 (S) 0.6/1kV, 1x[section] K Eca AENOR*
[year][meter marking]

*Sólo en las secciones contempladas en la norma UNE-HD 603-5X-1 / Only in sections included in UNE-HD 603-5X-1

Características técnicas / Technical Data

Norma de referencia / Standard:	UNE HD 603-5X-1
Temperatura de servicio (Inst. fija) / Service temperature (fixed inst.):	-25 + 90°C
Temperatura máx. en régimen de cc / Max. Temperatura during short-circuit	250 °C
Radio min. de curvatura / Min. Bending radius	5D (D = diámetro exterior)
Máximo esfuerzo de tracción / Maximum pulling tension	30 N/mm ²
Carga mínima de rotura (cubierta) / Tensile strength (outer sheath)	12,5 N/mm ²
Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta) / Elongation at break (outer sheath)	300%
Resistencia al desgarro / Tear resistance	9 N/mm ² (UNE HD 605-1)
Tensión asignada c.a./ AC Rated Voltage:	0.6/1 kV
Tensión asignada en c.c./ DC Rated Voltage	U ₀ /U = 1,5/1,5 kVdc
Tensión máxima en c.a.- c.c. / Maximum rated voltage in AC-DC	1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc EN 50618, IEC 60502-1

©PRYSMIAN, Todos los derechos reservados. La información contenida en este documento no se debe copiar, reimprimir o reproducir en ninguna forma, enteramente o en parte, sin el consentimiento escrito de Prysmian. La información se ha creído correcta a la hora de la edición. Prysmian reserva el derecho a enmendar esta especificación sin previo aviso. Esta especificación no es contractualmente válida a menos que sea autorizada específicamente por Prysmian.
©PRYSMIAN, All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed to be correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Prysmian.

Ensayo de tensión durante 5 min. / <i>Voltage test during 5 min</i> (EN 50618):	6,5 kVac y 15 kVdc
Ensayo de tensión durante 5 min. / <i>Voltage test during 5 min.</i> (HD 603-5X):	3,5 kV
Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua/ <i>Possibility of intermittent partial or total covering by water</i>	AD7

Ensayo de abrasión / *Abrasion test*

HD 603-1 Tabla 4C DMO 1

Resistencia a la abrasión: / *Abrasion resistance:*

Masa aplicada / <i>Applied mass</i>	18 kg
Nº de desplazamientos / <i>Nº displacement</i>	8
Resistencia UV / <i>UV resistant</i>	UNE HD 605 S2
Resistencia UV / <i>UV resistant</i>	EN 50618
Resistencia ozono / <i>Ozone resistant</i>	EN 50618
Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor / <i>Insulation resistance at 90 °C cond.</i>	10 ¹² Ω·cm
Constante de resistencia aislamiento Ki / <i>Insulation resistance constant Ki</i>	3,67 MΩ·cm

Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta / *Resistance to the penetration of humidity by the union between insulation and sheath.*

Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes / *Lower environmental impact due to the elimination of lead stabilizers and plasticizers*

Prestaciones frente al fuego dentro UE / *Fire performance EU*

Nivel de prestación / <i>Level of performance:</i>	Eca
Requerimientos de fuego / <i>Fire requirements:</i>	EN 50575.2014/A1:2016
Clasificación respecto al fuego / <i>Classification to fire reaction:</i>	EN 13501-6
Aplicación de los resultados / <i>Test result application :</i>	CLC/TS 50576
Métodos de ensayo / <i>Test methods:</i>	EN 60332-1-2

Prestaciones frente al fuego también fuera UE / *Fire performance also out of EU*

No propagador de la llama / <i>Flame retardant:</i>	IEC 60332-1-2
Opacidad humos / <i>Smoke opacity:</i>	IEC 61034-1/-2
Libre de halógenos / <i>Halogen Free :</i>	IEC 60754-1
Emisión gases corrosivos / <i>Acidic and corrosive gases:</i>	IEC 60754-2

Aplicaciones / Applications:

Cable de baja tensión libre de halógenos apto para instalaciones subterráneas e instalaciones al aire. Apto para aplicaciones en campos solares. /

Low voltage halogen free cable. Well suited for outdoor applications and buried. Suitable on solar farms applications.

Apto para instalación en sistemas fotovoltaicos cuya tensión entre conductores o entre conductor y tierra no supere los 1800 Vdc. Incluidos sistemas en isla (IT). / *Suitable for installation in photovoltaic systems whose voltage between conductors or between conductor and earth does not exceed 1800 Vdc. Including island systems (IT).*

Permitido para soterramiento directo (sin tubo o conducto). / *Suitable for directly underground (without duct or conduit).*

Los cables de aluminio de clase 2 no son aptos para la instalación en seguidores solares, para ello es necesario el empleo de cables de servicios móviles. / *Class 2 aluminium cables are not suitable for solar trackers, for this application mobile service cables are the right ones.*

Características técnicas / Technical Data

Sección / Size [mm²]	Ø cond.* [mm]	Espesor de aislam. / Insulation Thickness [mm]	Ø nom. aislam. / Insulation [mm]	Diámetro exterior / Outer diameter* [mm]	Radio de curvatura / Bending radius [mm]	Peso / Weight aprox. [kg/km]	Intensidad de corriente / Permissible current** in air (1)		Intensidad de corriente directamente enterrado / Permissible current Directly buried** (2)		Intensidad de corriente bajo tubo y enterrado / Permissible current In duct or conduit and buried** (3)		Resistencia del cond. / Cond. resistance at 20°C dc [Ω/km]	Máx. caída de tensión cc máx / Máx. voltage drop dc (90 °C) [V/(A·km)]
							2 cables [A]	3 cables [A]	2 cables [A]	3 cables [A]	2 cables [A]	3 cables [A]		
1x16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1x25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1x35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1x50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1x70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1x95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1x120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1x150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1x185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1x240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1x300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1x400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1x500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1x630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

*Valores sujetos a tolerancias de fabricación / Values subject to manufacturing tolerances.

**Intensidad máxima admisible según UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) / Permissible currents in accordance with UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52).

(1) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto al aire a temperatura ambiente de 30 °C. Instalación tipo F, tabla B.52.13 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). / Considering two or three single-core cables laid in touching formation in air with ambient temperature of 30°C. Installation F, table B.52.13 (UNE-HD 60364-5-52 and IEC 60364-5-52).

(2) Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D2. Secciones superiores a 300 mm² calculadas según IEC 60287 / Considering two or three single-core cables laid in touching formation, directly buried at a depth of 0,7m, ground temperature of 20°C and ground resistivity of 2,5 K·m/W according to table B.52.3 and table B.52.5, installation D2. Sections over 300 mm² calculated according IEC 60287.

(3) Considerando 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y enterrados bajo tubo a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K·m/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D1. Secciones superiores a 300 mm² calculadas según IEC 60287. / Considering two or three single-core cables laid in touching formation, directly buried at a depth of 0,7m, ground temperature of 20°C and ground resistivity of 2,5 K·m/W according to table B.52.3 and table B.52.5, installation D1. Sections over 300 mm² calculated according IEC 60287.

©PRYSMIAN, Todos los derechos reservados. La información contenida en este documento no se debe copiar, reimprimir o reproducir en ninguna forma, enteramente o en parte, sin el consentimiento escrito de Prysmian. La información se ha creído correcta a la hora de la edición. Prysmian reserva el derecho a enmendar esta especificación sin previo aviso. Esta especificación no es contractualmente válida a menos que sea autorizada específicamente por Prysmian.
©PRYSMIAN, All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed to be correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Prysmian.

Tensiones máximas admisibles

Según se recoge en las características técnicas de esta ficha el cable Al Voltalene Flamex CPRO (S) soporta las siguientes tensiones máximas:

Tensión máxima permanente permitida para el cable Al Voltalene Flamex CPRO (S) (kV)			
Corriente alterna		Corriente continua	
Conductor/tierra	Conductor/conductor	Conductor/tierra	Conductor/conductor
1,2	1,2	1,8	1,8

La tensión asignada del Al Voltalene Flamex CPRO (S) es 0,6/1 kV. Su aislamiento cumple las especificaciones de IEC 60502-1. En el punto 4.1. de dicha norma encontramos la siguiente tabla:

Tensión más elevada del sistema (Um) kV	Tensión asignada (Uo) kV	
	Categorías A y B	Categoría C
1,2	0,6	0,6
3,6	1,8	3,6*
*Esta categoría está cubierta por los cables 3,6/6 (7,2) kV según norma IEC 60502-2		

Podemos ver que para el caso de cables de 0,6/1 kV de acuerdo con esta norma, los valores asignados de tensión Uo/U (Um) [0,6/1 (1,2) kV] son correctos tanto entre conductores como entre conductor y tierra (ver que para categorías A, B o C se admite Uo = 0,6 kV).

Las redes de categoría C pueden funcionar, en caso de defecto, con un conductor a tierra por tiempo prolongado, de ahí que se exija normalmente un nivel de tensión superior al cable. Ver por ejemplo caso de sistemas de hasta 3,6 kV en tabla, se exige Uo = 3,6 kV para categoría C, mientras que para A y B se permite Uo = 1,8 kV. Pero en el caso de sistemas de hasta 1,2 kV Uo es 0,6 para redes de categoría A, B o C.

El Al Voltalene Flamex CPRO (S) soporta los exigentes ensayos de tensión reflejados en la norma EN 50618 de cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos (5 minutos a 6,5 kVac y 15 kVdc).

Intensidades de corriente de cortocircuito

El valor límite de corriente de cortocircuito para un conductor aislado se obtiene según la siguiente fórmula deducible de UNE 21192 (IEC 949):

$$\frac{I}{S} = \frac{K}{\sqrt{t}} \quad [\text{A/mm}^2]$$

Siendo:

I: intensidad de cortocircuito [A]

K = 94 (conductor de aluminio y aislamiento de XLPE) [A·s^{1/2}/mm²]

S: sección del conductor [mm²]

t: duración del cortocircuito [s] (tiempos de duración entre 0,1 y 5 segundos)

©PRYSMIAN, Todos los derechos reservados. La información contenida en este documento no se debe copiar, reimprimir o reproducir en ninguna forma, enteramente o en parte, sin el consentimiento escrito de Prysmian. La información se ha creído correcta a la hora de la edición. Prysmian reserva el derecho a enmendar esta especificación sin previo aviso. Esta especificación no es contractualmente válida a menos que sea autorizada específicamente por Prysmian.
©PRYSMIAN, All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed to be correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Prysmian.

Con la fórmula, podemos obtener valores de la densidad de cortocircuito I/S para diferentes valores de duración del mismo y para aplicar a cada caso sólo es necesario multiplicar el valor de tabla por la sección de conductor.

Duración del cortocircuito (s)	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Densidad de corriente (A/mm ²)	297	210	172	133	94	77	66	59	54

Factores de corrección

Cuando en nuestros cálculos de líneas nos encontramos condiciones distintas a las de referencia es necesario aplicar coeficientes de corrección.

La norma de referencia UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52) contempla las siguientes condiciones estándar:

.- Instalaciones al aire:

Temperatura ambiente: 30 °C

.- Instalaciones enterradas:

Temperatura del terreno: 20 °C

Resistividad térmica del terreno: 2,5 K·m/W

Profundidad de soterramiento: 0,7 m

Si las condiciones del circuito que estudiamos son distintas es necesario aplicar coeficientes de corrección.

Para instalaciones al aire, el factor de corrección por temperatura ambiente se obtiene de la tabla B.52.14 de UNE-HD 60364-5-52 (IEC 60364-5-52):

Temperatura ambiente al aire (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Factor de corrección	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65	0,58	0,5	0,41

En la tabla B.52.15 de la citada norma tenemos los valores para diferentes temperaturas del terreno para el caso de tendidos enterrados ya sean directamente o bajo tubo:

Temperatura del terreno (°C)	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Factor de corrección	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76	0,71	0,65	0,6	0,53

Y en la tabla B.52.16 figuran los factores de corrección para diferentes valores de resistividad térmica del terreno, dependiente estos de si los cables van enterrados en conductos o directamente:

Resistividad térmica (K·m/W)	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Cables en conductos enterrados (D1)	1,28	1,2	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Cables enterrados directamente (D2)	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,9

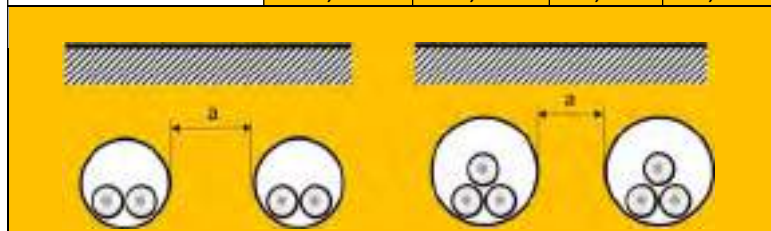
La norma no contempla factores de corrección para diferentes profundidades de enterramiento.

©PRYSMIAN, Todos los derechos reservados. La información contenida en este documento no se debe copiar, reimprimir o reproducir en ninguna forma, enteramente o en parte, sin el consentimiento escrito de Prysmian. La información se ha creído correcta a la hora de la edición. Prysmian reserva el derecho a enmendar esta especificación sin previo aviso. Esta especificación no es contractualmente válida a menos que sea autorizada específicamente por Prysmian.
©PRYSMIAN, All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed to be correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Prysmian.

En caso de influencia térmica de otros circuitos cercanos, se debe considerar en los cálculos coeficiente de corrección por agrupamiento. Existen muchas tablas en la UNE-HD 60364-5-52 que recogen gran parte de las posibilidades de agrupamientos.

Si los cables son instalados bajo tubo enterrado (sistema de referencia D1) la tabla B.52.19 nos da los coeficientes de corrección por agrupamiento:

Número de circuitos bajo tubo y enterrados (D1)	Distancia entre tubos (a)			
	Nula (a = 0)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
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



©PRYSMIAN, Todos los derechos reservados. La información contenida en este documento no se debe copiar, reimprimir o reproducir en ninguna forma, enteramente o en parte, sin el consentimiento escrito de Prysmian. La información se ha creído correcta a la hora de la edición. Prysmian reserva el derecho a enmendar esta especificación sin previo aviso. Esta especificación no es contractualmente válida a menos que sea autorizada específicamente por Prysmian.
©PRYSMIAN, All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed to be correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Prysmian.

Para el caso de agrupamiento de circuitos de cable soterrados directamente (sistema de referencia D2) que se recogen en la tabla B.52.18:

Número de circuitos (directamente enterrados, D2)	Distancia entre circuitos (a)				
	Nula (a = 0)	D (= Φ circuito)	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80
7	0,45	0,51	0,59	0,67	0,76
8	0,43	0,48	0,57	0,65	0,75
9	0,41	0,46	0,55	0,63	0,74
12	0,36	0,42	0,51	0,59	0,71
16	0,32	0,38	0,47	0,56	0,68
20	0,29	0,35	0,44	0,53	0,66

Ejemplo de uso de datos de tablas

Calcular la sección, caída de tensión y cortocircuito máximo en 0,1 segundo para un circuito de corriente continua (c1) de 224 A que une una "combiner box" de un parque fotovoltaico con un inversor y está enterrado directamente (sin tubo) y con otros dos circuitos similares en contacto (c2 y c3).

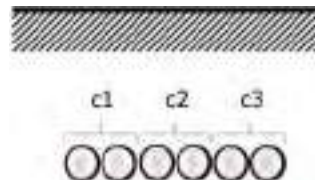
Datos:

Cable Al Valtalene Flamex CPRO (S)

Longitud: 360 m

Temperatura del terreno: 25 °C

Tensión: 837 V



.- Sección por intensidad admisible (siguiendo los códigos de colores de las tablas encontramos los valores fácil)

Coefficiente de corrección por agrupamiento (3 circuitos en contacto): 0,65 (tabla B.52.18)

Coefficiente de corrección por temperatura del terreno (25 °C): 0,96 (tabla B.52.15)

De forma sencilla si dividimos el valor de la intensidad de corriente por los coeficientes de corrección obtenemos un valor de intensidad para obtener en la tabla inicial la sección del conductor a emplear:

$$224 \text{ A} / (0,65 \times 0,96) = 359 \text{ A} \rightarrow \text{sección } \mathbf{1 \times 300 \text{ mm}^2}$$

Otra forma igualmente válida es tomar el valor de intensidad de tablas y multiplicarla por los coeficientes de corrección hasta obtener un valor de intensidad superior al necesario:

$$343 \text{ A} \times 0,65 \times 0,96 = 214 \text{ A} < 224 \text{ A} \text{ (no vale la sección de } 240 \text{ mm}^2 \text{)}$$

$$386 \text{ A} \times 0,65 \times 0,96 = 241 \text{ A} > 224 \text{ A} \text{ (la sección de } 300 \text{ mm}^2 \text{ es correcta*)}$$

*Siempre será necesario poder intercalar una protección entre la intensidad máxima de funcionamiento del circuito (224 A) y la máxima admisible del cable en ese circuito (241 A), de no ser posible hay que incrementar la sección.

.- Caída de tensión

En la tabla inicial tenemos que la caída de tensión máxima para cable de 300 mm² tipo Al Valtalene Flamex CPRO es 0,200 V/(A·km). Multiplicando este valor por la intensidad en A y la longitud de la línea en km obtenemos la caída de tensión en V.

$$\Delta U = 0,2 \text{ V/(A·km)} \times 224 \text{ A} \times 0,36 \text{ km} = 16,13 \text{ V}$$

Porcentualmente:

$$\Delta U = 16,13/837 \times 100 = 1,93 \%$$

Si pretendemos reducir la caída de tensión debemos aumentar la sección de conductor (o emplear varios conductores por polo).

.- Cortocircuito

Para t = 0,1 s vemos que la densidad de corriente máxima es de 297 A/mm²:

$$I_{cc} = 297 \text{ A/mm}^2 \times 300 \text{ mm}^2 = 89,1 \text{ kA}$$

©PRYSMIAN, Todos los derechos reservados. La información contenida en este documento no se debe copiar, reimprimir o reproducir en ninguna forma, enteramente o en parte, sin el consentimiento escrito de Prysmian. La información se ha creído correcta a la hora de la edición. Prysmian reserva el derecho a enmendar esta especificación sin previo aviso. Esta especificación no es contractualmente válida a menos que sea autorizada específicamente por Prysmian.
©PRYSMIAN, All Rights Reserved. The information contained within this document must not be copied, reprinted or reproduced in any form, either wholly or in part, without the written consent of Prysmian. The information is believed to be correct at the time of issue. Prysmian reserves the right to amend this specification without prior notice. This specification is not contractually valid unless specifically authorized by Prysmian.

9. CONDUCTOR CA – AT

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS



LIBRE DE HALÓGENOS
 EN 60754-1
 IEC 60754-1



REDUCIDA EMISIÓN DE GASES TÓXICOS
 EN 60754-2
 IEC 60754-2



BAJA OPACIDAD DE HUMOS
 EN 61034-2
 IEC 61034-2



DESCÁRGATE
 la DoP (Declaración de
 Prestaciones) en este código QR.
www.prysmianclub.es/cprblog/DoP



Nº DoP 1003884



ALTA RESISTENCIA A LA ABSORCIÓN DE AGUA



RESISTENCIA AL FRÍO



RESISTENCIA A LOS RAYOS ULTRAVIOLETA



CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA PELABLE EN FRÍO Mayor facilidad de instalación de terminales, empalmes o conectores separables. Instalación más segura al ejecutarse más fácilmente con corrección.

TRIPLE EXTRUSIÓN Capa semiconductora interna, aislamiento y capa semiconductora externa se extruyen en un solo proceso. Mayor garantía al evitarse deterioros y suciedad en las interfases de las capas.

AISLAMIENTO RETICULADO EN CATENARIA Mejor reticulación de las cadenas poliméricas. Mayor vida útil.

CUBIERTA VEMEX Mayor resistencia a la absorción de agua, al rozamiento y abrasión, a los golpes, al desgarro, mayor facilidad de instalación en tramos tubulares, mayor seguridad de montaje. Resistencia a los rayos uva.

GARANTÍA ÚNICA PARA EL SISTEMA Posibilidad de instalación con accesorios Prysmian (terminales, empalmes, conectores separables).

MAYOR INTENSIDAD ADMISIBLE Por mayor temperatura de servicio gracias al aislamiento de HEPR (105 °C frente a 90 °C del XLPE).

MENOR DIÁMETRO EXTERIOR Mayor facilidad de instalación por su mayor flexibilidad y menores peso y diámetro que redunda en un menor coste de la línea eléctrica.

FORMULACIÓN DE AISLAMIENTO PRYSMIAN Mayor vida útil gracias a la formulación propia basada en la amplia experiencia de Prysmian.

EXCELENTE COMPORTAMIENTO FRENTE A LA ACCIÓN DEL AGUA Gracias a su aislamiento de goma HEPR de formulación Prysmian.

NORMALIZADO POR IBERDROLA

- Temperatura de servicio: -25 °C, + 105 °C,
- Ensayo de tensión alterna durante 5 min. (tensión conductor-pantalla): 42 kV (cables 12/20 kV), 63 kV (cables 18/30 kV).
- Los cables satisfacen los ensayos establecidos en la norma IEC 60502-2.

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): **Fca**.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- Libre de halógenos: EN 60754-1; EN 60754-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: EN 60754-2; IEC 60754-2.
- Baja opacidad de humos: EN 61034-2; IEC 61034-2.

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



CONSTRUCCIÓN

CONDUCTOR

Metal: cuerda redonda compacta de hilos de aluminio.

Flexibilidad: clase 2, según UNE-EN 60228

Temperatura máxima en el conductor: 105 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

SEMICONDUCTORA INTERNA

Capa extrusionada de material conductor.

AISLAMIENTO

Material: etileno propileno de alto módulo (HEPR, 105 °C). **Espesor reducido.**

SEMICONDUCTORA EXTERNA

Capa extrusionada de material semiconductor **separable en frío.**

PANTALLA METÁLICA

Material: hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm² (12/20 kV) ó 25 mm² (18/30 kV).

SEPARADOR

Cinta de poliéster.

CUBIERTA EXTERIOR

Material: poliolefina termoplástica, Z1 Vemex.

Color: rojo.

DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	Ø NOMINAL AISLAMIENTO* (mm)	ESPESOR AISLAMIENTO (mm)	Ø NOMINAL EXTERIOR* (mm)	ESPESOR CUBIERTA (mm)	PESO APROXIMADO (kg/km)	RADIO DE CURVATURA ESTÁTICO (POSICIÓN FINAL) (mm)	RADIO DE CURVATURA DINÁMICO (DURANTE TENDIDO) (mm)
12/20 kV							
1 x 50/16	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1 x 95/16 (1)	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1 x 150/16 (1)	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1 x 240/16 (1)	28	4,3	36	3	1600	540	720
1 x 400/16 (1)	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1 x 630/16	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
18/30 kV							
1 x 95/25 (1)	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1 x 150/25 (1)	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1 x 240/25 (1)	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1 x 400/25 (1)	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1 x 630/25 (1)	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola.

(*) Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación).

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U ₀ (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U _m (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U _p (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

AL EPROTENAX H COMPACT

AL HEPRZ1 (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

Tensión asignada: 12/20 kV, 18/30 kV
 Norma diseño: UNE-HD 620-9E
 Designación genérica: AL HEPRZ1



DATOS TÉCNICOS

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO EL TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1 s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm²)	18/30 kV (pant, 25 mm²)
1 x 50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1 x 95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1 x 150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1 x 240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1 x 400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1 x 630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV.

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm²)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T 20 °C (Ω/km)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR A T MÁX (105 °C) (Ω/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ω/km)		CAPACIDAD (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1 x 50/16	0,641	0,861	0,132	0,217	0,147	0,147
1 x 95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,129	0,283	0,204
1 x 150/16 (1)	0,206	0,277	0,110	0,118	0,333	0,250
1 x 240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,109	0,435	0,301
1 x 400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,367
1 x 630/16 (2)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV.

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables en contacto y al tresbolillo.

13.11 Objetivos de Desarrollo Sostenible

La realización de este proyecto de fin de máster está firmemente alineado con los objetivos establecidos por la Unión Europea de cara a el año 2030, y a su vez con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en adelante ODS, establecidos por la Organización de las Naciones Unidas, ONU. Más concretamente está especialmente enfocado a los siguientes Objetivos:

- Energía asequible y no contaminante:



Ilustración 1: ODS 7 Energía asequible y no contaminante.

Este ODS está especialmente enfocado a la realización de proyectos de este tipo, ya que la planta solar fotovoltaica desarrollada es un servicio moderno y fiable que aumentará la proporción de energías renovables en el conjunto de fuentes energéticas. Así como suponer de un tipo de energía plenamente sostenible.

- Acción por el clima:



Ilustración 2: ODS 13 Acción por el clima.

La realización de este proyecto supondrá la aportación al sistema eléctrico español de energía limpia, por lo que supondrá una reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Esto hace que se alinee firmemente con el ODS número 13, ya que incorpora una medida que irá directamente relacionada con su mitigación.

Estos serán los ODS directamente implicados con la realización de este proyecto, aunque a su vez, en menor medida, este proyecto contribuiría también a otros ODS como son:

- ODS nº15: vida de ecosistemas terrestres, debido a la no emisión de gases de efecto invernadero de esta fuente de generación renovable.
- ODS nº11: ciudades y comunidades sostenibles, gracias a la producción de energía eléctrica que puede ser directamente incorporada en este caso a la red de distribución y por lo tanto utilizada por usuarios finales con el objetivo final de contribuir a la descarbonización del sector eléctrico en su totalidad.

Como se puede observar se trata de un proyecto cuya implicación con los ODS es total, y ayudará a la consecución de los objetivos con el fin de transformar por completo el mundo tal y como lo conocemos.

Bibliografía

1. Sacyr – “Charles Fritts, el desconocido inventor de los paneles solares”, En línea:
www.sacyr.com
2. Barberá Santos, Daniel – “Introducción a la energía fotovoltaica”
3. M.A. Rodríguez-Meza y J.L. Cervantes-Cota – “El Efecto Fotoeléctrico”
4. Colegio de Ingenieros Industriales de Madrid – “El Mix Energético Español”.
5. García Allué, J.M – “Proyecto de ejecución de una planta solar fotovoltaica de 2,9963 MWp para generación de energía eléctrica en el municipio de Brazatortas”.
6. Sunfields Europe – “Tipos de Paneles Solares”, En línea:
<https://www.sfe-solar.com/paneles-solares/tipos/>
7. Sede Electrónica del Catastro, En línea:
<https://www1.sedecatastro.gob.es>
8. Instituto Geográfico Nacional, En línea:
<http://www.ign.es/web/ign/portal>
9. Acceso a Datos de Radiación Solar de España, ADRASE, En línea:
<http://www.adrase.com/>
10. Agencia Estatal de Meteorología, AEMET, En línea:
<http://www.aemet.es/es/portada>
11. Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas, SIGPAC, En línea:
<https://sigpac.mapa.es/fega/visor/>
12. Confederación Hidrográfica del Tajo, En línea:
<http://www.chtajo.es/Paginas/default.aspx>
13. Bankinter – “Previsiones IPC España”, En línea:
<https://www.bankinter.com/blog/economia/previsiones-ipc-espana>
14. Derivados Commodities – “Precio cierre electricidad España”, En línea:
<https://www.meff.es/esp/Derivados-Commodities/Precios-Cierre>
15. Mapa Capacidad Iberdrola, En línea:
<https://www.i-de.es/conexion-red-electrica/autoconsumo-electrico-produccion-energia/mapa-capacidad>
16. Power Electronics, En línea:
<https://power-electronics.com/solar/>

17. Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) – “Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030”, En línea:
https://www.miteco.gob.es/images/es/pnieccompleto_tcm30-508410.pdf
18. Rodríguez Herrerías, P. – Docencia Prof. Rodríguez Herrerías para Líneas Eléctricas
19. ENTSO-E – “ENTSO-E Transmission system map”, En línea:
<https://www.entsoe.eu/data/map/#5.73/41.88/2.457>
20. Prysmian Club “Catálogo de cables y accesorios para baja tensión”, En línea:
https://www.prysmianclub.es/sdm_downloads/catalogo-de-cables-y-accesorios-para-baja-tension/
21. Huawei Solar, En línea:
<https://solar.huawei.com/es/>