



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto del parque fotovoltaico "CAMPASOL CRPH" de
11 hectáreas en Camporrobles, Valencia

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería de la Energía

AUTOR/A: Corberá Latorre, Carlos David

Tutor/a: Catalán Izquierdo, Saturnino

Cotutor/a: Cañas Peñuelas, César Santiago

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

**Proyecto del parque fotovoltaico
“CAMPASOL CRPH” de 11 hectáreas
en Camporrobles, Valencia.**

Trabajo de Fin de Grado

Grado en Ingeniería de la Energía

AUTOR/A: Corberá Latorre, Carlos David

Tutor/a: Catalán Izquierdo, Saturnino

Cotutor/a: Cañas Peñuelas, César Santiago

CURSO ACADÉMICO: 2022-23

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutor, Saturnino, por su gran implicación y ayuda prestada en la elaboración de este proyecto.

A mis padres y a mi familia, gracias infinitas por todo lo que habéis luchado por mí , por el apoyo incondicional, por creer en mí, por absolutamente todo. Espero que podáis sentirnos orgullosos de mí como estudiante y como ser humano.

A los maravillosos compañeros que he conocido durante mi primera experiencia laboral y que se han convertido en intocables, gracias por haberme ayudado a crecer en todos los aspectos, por haber alegrado mi último año de carrera y por darme tantos ánimos.

A mis amigos, que han estado a mi lado desde mucho antes de comenzar el periplo universitario, gratitud infinita por haberme acompañado durante todo el camino y ser una parte fundamental de mi vida.

Y por último, pero no menos importante, todo mi agradecimiento a la familia que ha surgido gracias a la Ingeniería de la Energía... P.H., sin vosotros no me encontraría redactando este documento. Habéis sido y sois lo mejor que me ha dado la Universidad, porque más allá de haber formado un equipo inigualable para sortear todos los obstáculos que nos hemos encontrado desde aquella primera clase de Física en septiembre de 2018, hemos formado una familia.

Podría extenderme más dándoos las gracias, pero sería necesario otro Trabajo de Fin de Grado.

RESUMEN

En el presente Trabajo de Fin de Grado se diseñará el parque fotovoltaico CAMPASOL CRPH. Se hará un breve estudio para seleccionar el emplazamiento y se calculará todo lo relacionado con la instalación desde la disposición de módulos hasta las líneas de evacuación. Partiendo de la inclinación óptima de los módulos, para una potencia pico de 8MWp, se estudiará la configuración idónea de paneles, inversores, cableado y centros de transformación y se valorarán alternativas para aumentar la energía producida al final de la vida útil de la instalación. Tras determinar la mejor opción con un estudio técnico-económico, se diseñarán las líneas de evacuación para conectar la planta con las subestaciones más próximas y se realizará el presupuesto y el estudio económico final. Finalmente, destacar que el alcance de este trabajo se limita al ámbito académico y no se trata de un proyecto de ejecución real.

Palabras clave: planta fotovoltaica, inversor, transformador, líneas de distribución, electricidad

RESUM

En el present Treball de Final de Grau es dissenyarà el parc fotovoltaic CAMPASOL CRPH. Es realitzarà un breu estudi per a seleccionar la localització i es calcularà tot el relacionat amb la instal·lació des de la disposició dels mòduls fins a les línies d'evacuació. Amb la inclinació òptima dels mòduls com a punt de partida i per a una potència de 8 MWp, s'estudiarà la configuració idònia de panells, inversors, cablejat i centres de transformació i es valoraran alternatives per a augmentar l'energia produïda durant la vida útil de la instal·lació. Després de determinar la millor opció amb un estudi tècnic-econòmic, es dissenyaran les línies d'evacuació per a connectar la planta amb les subestacions més pròximes i es confeccionarà el pressupost i l'estudi econòmic final. Finalment, destacar que l'alcanc d'aquest treball está limitat a l'àmbit acadèmic i no es tracta de un projecte d'execució real.

Paraules clau: planta fotovoltaica, inversor, transformador, línies de distribució, electricitat

ABSTRACT

The aim of this Final Degree Project is the design of a photovoltaic plant CAMPASOL CRPH. A brief location study will be carried out and then everything related to the power plant will be calculated: from the PV modules disposal to the power lines. Taking the optimal module slope as starting point in order to get an 8 MWp plant, the most suitable configuration for modules, inverters, cabling and transformation centers will be studied. Furthermore, some alternatives will be analyzed with the purpose of maximizing the final energy generation of the power station. Once the best option is determined by a technical-economical study, the power lines will be designed so the photovoltaic plant will be connected to the nearest electrical substations. Considering the power lines too, the final budget and economical study will be made up. Finally, it must be remarked that this project is purely academic and it will not be executed.

Keywords: photovoltaic power plant, pv module, inverter, transformer, electrical distribution lines, electricity

ÍNDICE

A. MEMORIA

B. PRESUPUESTO

C. ANEXOS

D. PLANOS

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1. ANTECEDENTES.....	8
2. EMPLAZAMIENTO.....	11
2.1 SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO.....	11
2.2 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS.....	13
2.2.1 IRRADIACIÓN.....	13
2.2.2 TEMPERATURA.....	14
2.2.3 VIENTO.....	15
3. SELECCIÓN DE EQUIPOS.....	17
3.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	17
3.2 INVERSOR Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	18
4. DISPOSICIÓN DE EQUIPOS EN EL CAMPO FOTOVOLTAICO.....	20
4.1 CONDICIONES INICIALES.....	20
4.2 CONEXIONADO DE MÓDULOS E INVERSORES.....	23
4.2.1 CONEXIÓN DE MÓDULOS EN SERIE.....	23
4.2.2 CONEXIÓN DE MÓDULOS EN PARALELO.....	24
4.3 OPCIONES DE DISPOSICIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO.....	26
4.3.1 ESTRUCTURA FIJA A 30º.....	27
4.3.2 ESTRUCTURA CON SEGUIMIENTO EN INCLINACIÓN HASTA 55º.....	28
4.3.3 COLOCACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN. CDG.....	29
5. DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	33
5.1 DISPOSICIÓN DE INVERSORES Y CONEXIÓN DE STRINGS.....	33
5.2 CABLEADO.....	35
5.2.1 CÁLCULO DE SECCIONES SEGÚN CRITERIO TÉRMICO.....	35
5.2.2 CÁLCULO DE SECCIONES SEGÚN CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN.....	41
5.2.3 SECCIONES A UTILIZAR EN LOS TRAMOS STRING-INVERSOR (CC).....	42
5.2.4 SECCIONES A UTILIZAR EN LOS TRAMOS INVERSOR-CT (CA).....	44
5.3 RESUMEN DE SECCIONES Y CAÍDAS DE TENSIÓN POR INVERSOR.....	45
5.4 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....	47
5.4.1 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN DEL LADO DE CONTINUA.....	47

5.4.2 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN DEL LADO DE ALTERNA.....	48
5.5 PROTECCIONES PARA LAS PERSONAS.....	51
5.5.1 LADO DE ALTERNA.....	51
5.5.2 LADO DE CONTINUA.....	52
6. INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN.....	53
6.1 PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN.....	53
6.2 LÍNEAS DE EVACUACIÓN DE 20kv.....	56
6.2.1 SUBESTACIONES MÁS PRÓXIMAS.....	56
6.2.2 CÁLCULO DE LAS LÍNEAS.....	58
6.2.3 PROTECCIONES DE LAS LÍNEAS.....	61
7. ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO.....	63
7.1 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN.....	63
7.2 PRECIO DE VENTA DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	65
7.2.1 SUBASTAS DEL RÉGIMEN ECONÓMICO DE ENERGÍAS RENOVABLES.....	65
7.2.2 MERCADO A FUTUROS (OMIP).....	67
7.2.3 MERCADO DIARIO OMIE.....	68
7.2.4 ESCENARIOS DE PRECIOS DE VENTA DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA.....	71
7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO. VALOR ACTUAL NETO.....	72
8. SELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN.....	73
8.1 CRITERIO TÉCNICO-MECÁNICO.....	73
8.2 CRITERIOS ENERGÉTICO Y AMBIENTAL.....	73
8.3 CRITERIO ECONÓMICO.....	73
8.4 DECISIÓN FINAL.....	73
9. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS).....	74
10. BIBLIOGRAFÍA.....	75

1 ANTECEDENTES

Las Revoluciones Industriales en los siglos XIX y XX supusieron una transformación profunda e irreversible en el modo de vida de las personas y en todos los aspectos de la sociedad (véase político, moral, económico, tecnológico y energético a fin de resumirlos empleando una pequeña cantidad de términos).

Numerosas actividades previamente realizadas por humanos se automatizaron y vieron aumentada su rapidez y su eficiencia mediante la implementación de máquinas que necesitan energía para funcionar. Además, el uso de la electricidad se expandió de manera masiva, por lo que, combinado con más factores como el aumento exponencial y continuado de la población mundial, la demanda energética comenzó un crecimiento que a mediados del siglo XX y aún en la actualidad se acelera enormemente.

Para satisfacer la demanda de energía en incremento se han empleado, mayoritariamente, fuentes no renovables, contaminantes y, a medio plazo, poco sostenibles como lo son los combustibles fósiles (petróleo, carbón y gas natural).

Las emisiones de gases de efecto invernadero, principalmente dióxido de carbono, consecuencia de estas combustiones masivas, han acelerado y han contribuido al calentamiento global y al cambio climático que está sufriendo el planeta.

Es a finales del siglo XX y a principios del siglo XXI cuando se toma conciencia de la existencia de este problema y de la no sostenibilidad de estas fuentes y del modelo energético, siendo cada vez más notoria la necesidad de implementar una producción energética más sostenible y, eventualmente, basada en fuentes de energía renovables y limpias.

Por otro lado, abogar por estas fuentes alternativas reduciría la dependencia energética del exterior, dado que la gran mayoría de recursos de combustibles fósiles están concentrados en muy pocos países.

Es aquí donde la energía solar fotovoltaica se presenta, especialmente en España dado su alto recurso solar, como una potente candidata a contribuir en esta transición.

Basándose en el efecto fotoeléctrico como principio de funcionamiento y en el silicio como material, a mediados del siglo XX se fabricaron las primeras células fotovoltaicas modernas con una baja eficiencia, de aproximadamente un 6%, lo que unido a la dificultad de producción de silicio como materia prima suponía que esta tecnología era muy cara de inicio, alcanzando precios del orden de 100€/Wp y siendo poco competitiva.

No obstante, con la mejora de la producción de silicio y el desarrollo de tecnologías de módulos fotovoltaicos, actualmente el precio ha caído hasta valores inferiores a 0,5€/Wp, habiendo seguido una tendencia similar a la Ley de Swanson, que observa que “el precio de los módulos fotovoltaicos disminuye un 20% cada vez que su producción mundial se duplica” (Swanson, 1976). Traducido a términos temporales, significa que el precio por vatio pico cae alrededor de un 75% cada 10 años.

Por otro lado, las mejoras y el desarrollo mencionadas han supuesto que en la actualidad se produzcan y comercien de manera masiva módulos fotovoltaicos con eficiencias superiores al 20%.

Proyecto del parque fotovoltaico “CAMPASOL CRPH” de 11 hectáreas en Camporrobles, Valencia

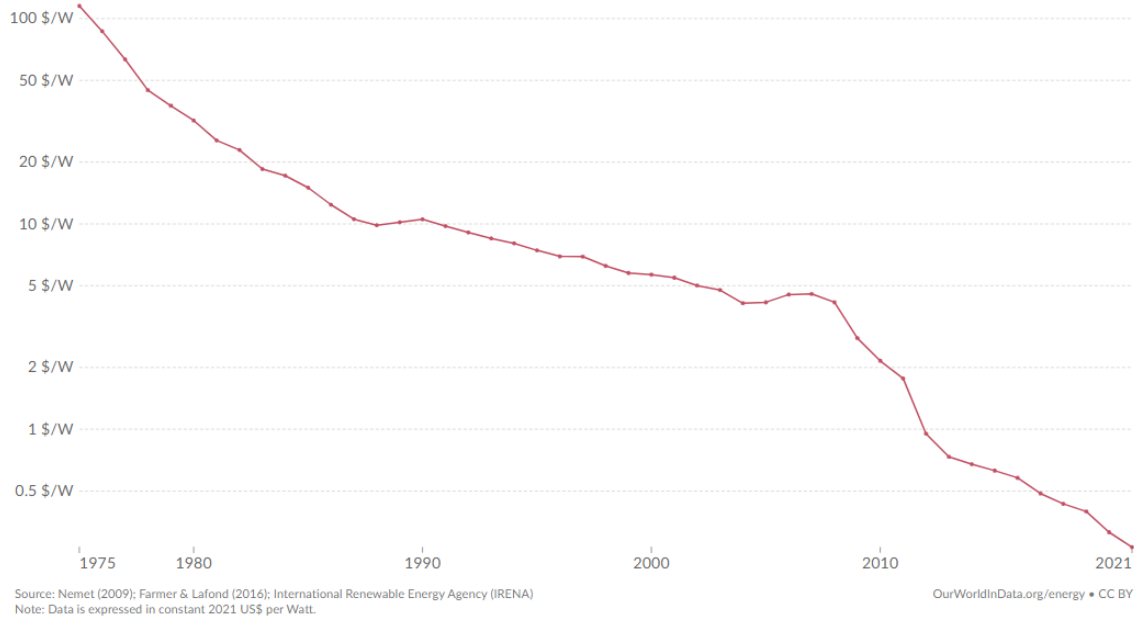


Figura 1: evolución temporal del precio por Wp. Fuente: ourworlddata.org

Resumendo el potencial de la energía fotovoltaica como herramienta importante para la transición a un modelo energético sostenible, España cuenta con un recurso solar elevado y muchas horas de sol, por lo que la fotovoltaica es una opción muy a tener en cuenta.

Desde que en 1984 se instalara la primera planta fotovoltaica en España, situada en San Agustín de Guadalix y con una potencia de 100kWp, pasando por la inauguración en 1994 de una instalación fotovoltaica de 1MW en Toledo, la cual fue en su momento la más grande de Europa, la energía fotovoltaica cobraba un pequeño protagonismo en el país, aunque acotado mayoritariamente a la investigación.

A partir de 1998 se trató de impulsar y regularizar la fotovoltaica en el sistema eléctrico, mediante el RD 2818/1998, en el que se establecían primas de 30pts./kWh inyectado para instalaciones de potencia inferior a 5kWp, y de 60pts./kWh inyectado para instalaciones de potencia superior a 5kWp.

Dado que el desarrollo de esta tecnología continuaba siendo muy bajo, se sucedieron cambios legislativos poco exitosos hasta que tras el cambio de 2007, en el que se recogían tarifas reguladas fijas, la fotovoltaica en España consiguió despegar, aumentando la potencia instalada en más de 25 veces en 2008 respecto a 2006.

No obstante, este crecimiento se frenó repentinamente a causa de la crisis económica y se estancó en la primera mitad de la década de los 2010 con la aprobación del impuesto del 7% sobre la generación (2013) y el impuesto al sol (2015).

Con la desaparición de estas trabas legales en octubre de 2018, la fotovoltaica experimentó inmediatamente un nuevo repunte que continúa a día de hoy, habiendo atravesado una época de pandemia y con conflictos internacionales activos actualmente como la guerra entre Rusia y Ucrania, donde las importaciones de recursos y las cadenas de suministro se han visto seriamente afectadas.

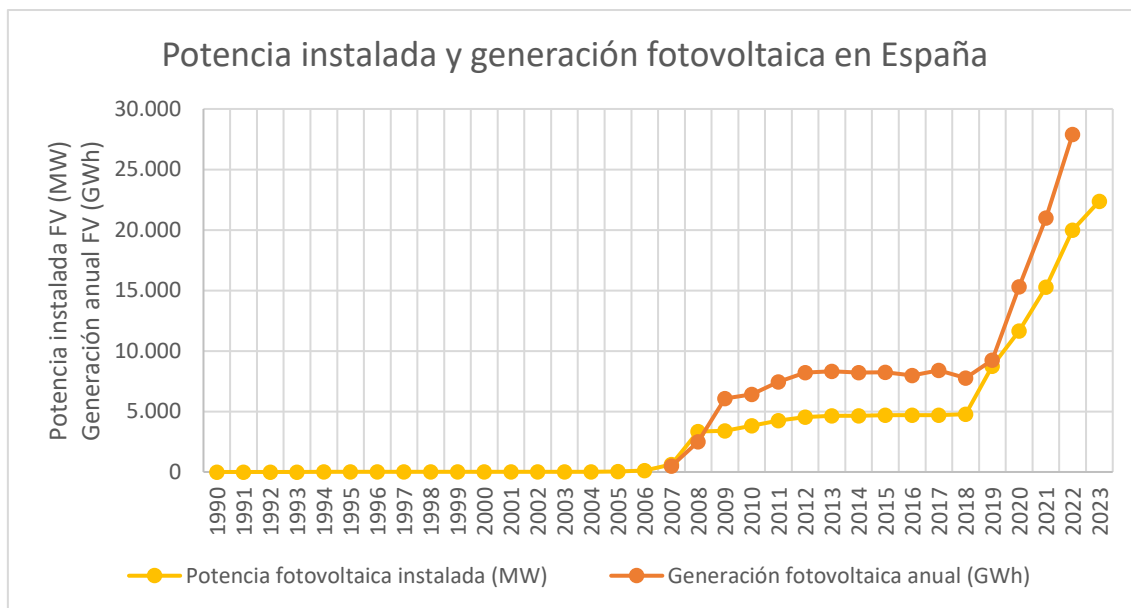


Figura 2: evolución de la potencia instalada y generación fotovoltaica en España.
Fuente: elaboración propia en base a datos de Red Eléctrica Española

2 EMPLAZAMIENTO

2.1 SELECCIÓN DEL EMPLAZAMIENTO

De acuerdo con las normativas y las directivas en materia de energía fotovoltaica a cualquier nivel, sea europeo, nacional o autonómico, es recomendable que para proyectar este tipo de instalaciones se busquen principalmente dos tipos de emplazamientos:

1. Integración arquitectónica en infraestructuras artificiales como cubiertas de edificios o aparcamientos.
2. Suelos degradados que carecen de interés natural y/o agrícola.

En el caso de este proyecto en el término municipal de Camporrobles, al no ser la zona a considerar una zona urbanizada, se tiene en cuenta la segunda opción.

Dada la dificultad de conocer si un terreno realmente se considera suelo degradado o no y que dicho estudio se saldría del alcance de este trabajo, una parcela se considerará como tal si cumple todos los siguientes criterios:

1. De acuerdo con catastro, la totalidad de la parcela tiene una intensidad productiva “00”. Es decir, no tiene declarado ningún uso agrícola.
2. Visualmente, la parcela alberga poca vegetación, de forma que el impacto ambiental para la adaptación de la misma para la instalación fotovoltaica se reduce.

Además, las parcelas a seleccionar deberán estar caracterizadas como “Suelo no urbanizable común” (SNU-C) en el Plan de Urbanismo de la Comunidad Valenciana. Si bien el Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell [1] contempla algunos casos en los que la implantación de instalaciones fotovoltaicas en ciertas zonas protegidas sería susceptible de ser valorada, se evitaría interferir en zonas de posible interés natural, así como trámites administrativos y estudios adicionales.

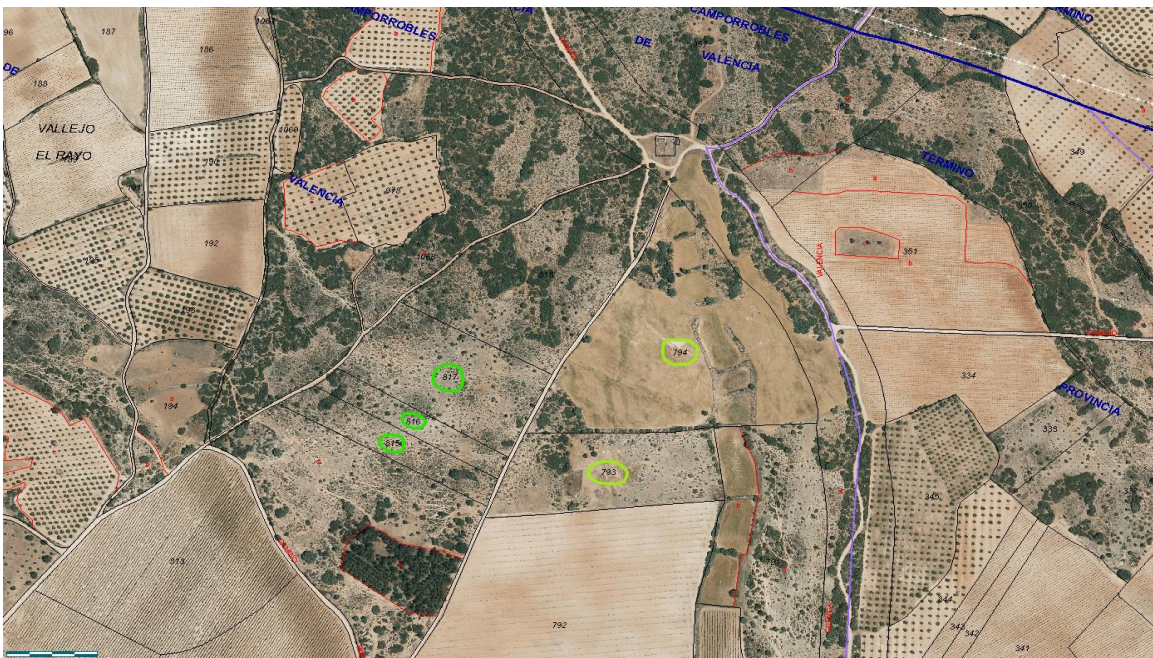


Ilustración 1: delimitación catastral de la zona donde se pretende proyectar la instalación y parcelas seleccionadas. Fuente: Visor Cartográfico GVA

Acogiéndose a los criterios mencionados anteriormente, se seleccionan 5 parcelas para la instalación: 793, 794, 815, 816 y 817, disponiendo con una superficie total de 113.334 m² y siendo sus coordenadas geográficas 39,68°N, 1,3554°W.

Cumpliendo aparentemente los criterios de selección, se descartan las parcelas 814 y 818 por los siguientes motivos:

-La parcela 814, aunque tiene poca concentración de vegetación en la mayoría de su superficie, tiene una subdivisión con mucha más vegetación y con intensidad productiva distinta de “00”.

-La parcela 818, aún teniendo poca densidad vegetal en gran parte de su extensión, tiene zonas con una cantidad importante de vegetación.

En la siguiente tabla se recogen las referencias catastrales, los usos, las intensidades productivas, las superficies y la caracterización en el Plan de Urbanismo de las parcelas seleccionadas:

nº	Referencia catastral	Cultivo o Aprovechamiento	Intensidad Productiva	Superficie (m ²)	Plan Urbanismo
793	46082A001007930000MH	E - Pastos	00	22.551	SNU-C
794	46082A001007940000MW	E - Pastos	00	52.384	SNU-C
815	46082A001008150000MJ	E - Pastos	00	9.239	SNU-C
816	46082A001008160000ME	E - Pastos	00	6.869	SNU-C
817	46082A001008170000MS	E - Pastos	00	22.291	SNU-C

Tabla 1: características de las parcelas seleccionadas. Fuente: elaboración propia en base a datos de catastro.

Considerando la ubicación y la disposición de las parcelas (hay un camino que separa y no existe limitación física entre varias de ellas), la instalación fotovoltaica constará de dos vallados perimetrales: uno que contendrá las parcelas 793 y 794, y otro que contendrá las parcelas 815, 816 y 817.

2.2 CONDICIONES CLIMATOLÓGICAS

Con anterioridad al diseño de la instalación es pertinente realizar un estudio de las condiciones climatológicas de la localización, pues están directamente ligadas a su funcionamiento y al dimensionado. Para llevarlo a cabo, se utilizará el histórico de datos de la estación meteorológica de Utiel disponibles en la AEMET, [2] situada a unos 10 kilómetros del emplazamiento de la planta fotovoltaica, así como la base de datos de PVGIS [3].

Dada su influencia, se analizan las siguientes variables:

2.2.1 IRRADIACIÓN

La producción energética de los módulos fotovoltaicos depende en gran medida de la radiación solar que captan, tal y como se puede apreciar en las curvas intensidad-tensión de la siguiente figura:

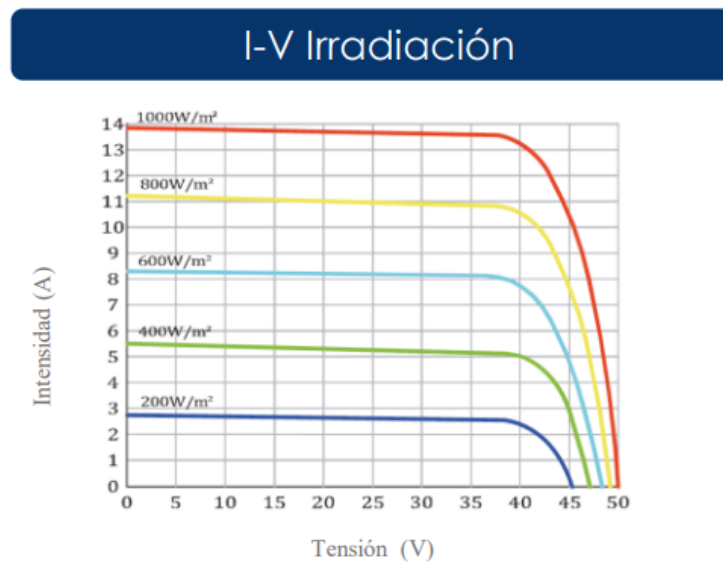


Figura 3: curvas I-V en función de la irradiación solar correspondiente al módulo fotovoltaico ATERSA A-500M.

Si bien la tensión del punto de máxima potencia sufre variaciones muy pequeñas, es la corriente de dicho punto la que varía de manera aproximadamente proporcional con la irradiación, por lo que se concluye que la potencia entregada por el módulo depende directamente de la radiación que capta.

La irradiación en horas pico en el emplazamiento, en plano horizontal, oscila a lo largo del año entre $400 W/m^2$ en invierno y aproximadamente $900 W/m^2$ en verano, pudiéndose alcanzar hasta $1.050 W/m^2$, tal y como se muestra en la gráfica a continuación, donde se recoge, para plano horizontal, la irradiación hora a hora para cada mes del año, en base a valores medios obtenidos con los datos horarios disponibles en la base de datos PVGIS [3] desde 2005 hasta la actualidad:

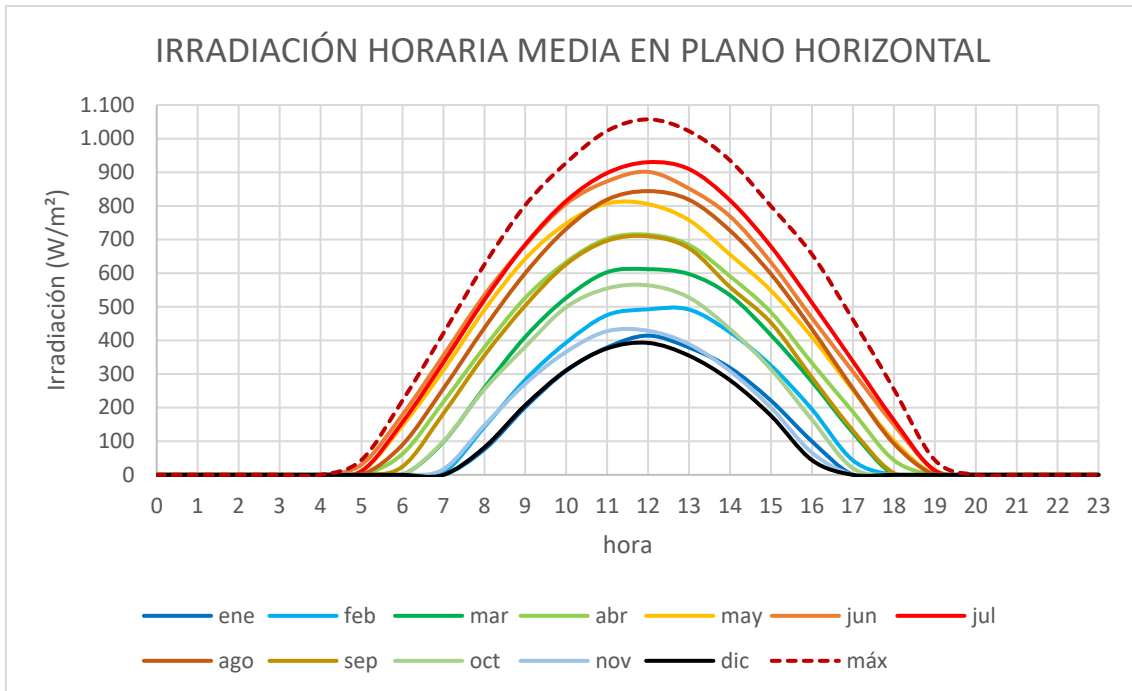


Figura 4: irradiación horaria media en plano horizontal, mes a mes, en el emplazamiento. Fuente: elaboración propia en base a datos de PVGIS.

2.2.2 TEMPERATURA

Puesto que los parámetros eléctricos del módulo dependen de la temperatura de funcionamiento de la célula y, por extensión, de la temperatura ambiente, indicándose en las fichas técnicas coeficientes a aplicar según la variación de la temperatura respecto a condiciones STC (1000W/m², 25°C de temperatura del aire) , es necesario estudiar la evolución de la temperatura ambiente para determinar condiciones extremas con las que dimensionar la instalación, así como unas condiciones de funcionamiento nominal.

En la siguiente gráfica, se recogen las temperaturas máximas y mínimas diarias medias a lo largo del año, así como las máximas y mínimas absolutas, en base a los registros de la estación meteorológica de Utiel a lo largo de los últimos 30 años:

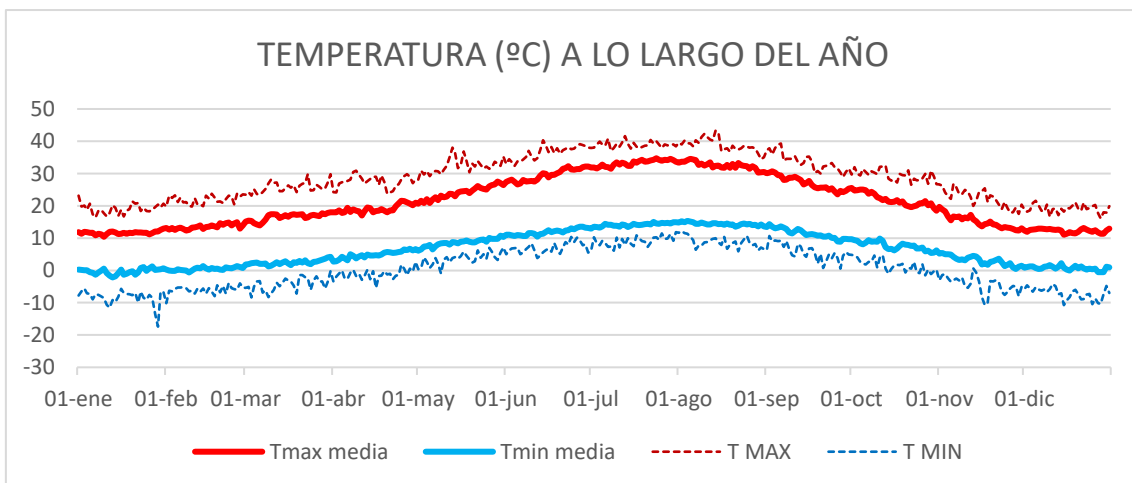


Figura 5: evolución diaria de la temperatura a lo largo del año y valores extremos de los últimos 30 años. Fuente: elaboración propia en base a datos de AEMET.

Aunque para un año promedio, la temperatura oscila entre 0°C y 35°C, durante los últimos 30 años se han registrado extremos de temperatura máxima de 43,3°C (14/08/2021) y de temperatura mínima de -17,4°C (29/01/2006).

Dado que en los últimos años se han superado los 40°C con mayor frecuencia y teniendo en cuenta que los veranos son cada vez más extremos a causa del cambio climático, es coherente suponer una temperatura ambiente máxima de 50°C para dimensionar la instalación fotovoltaica y contar con cierto margen.

Por otro lado, teniendo en cuenta el extremo inferior de temperatura registrada (-17,4°C), una temperatura ambiente mínima de diseño de -20°C se considera aceptable para guardar algo de margen.

2.2.3 VIENTO

Por último y aunque su influencia en el funcionamiento y producción de la instalación tiene menor relevancia, es importante conocer las velocidades y las direcciones del viento dado que su fuerza determinará la selección de unas estructuras de mayor o menor perfil y/o peso para soportar estos esfuerzos asegurando tanto su integridad como la de los módulos.

Se deben tomar en mayor consideración los vientos de dirección perpendicular a la orientación acimutal de los módulos (habitualmente, en el hemisferio norte, lo más hacia el sur posible) y en sentido hacia estos, pues una velocidad excesivamente alta podría traducirse en el vuelco de hileras de módulos.

En las siguientes gráficas se recogen las frecuencias a lo largo del año de direcciones y velocidades del viento de acuerdo a los datos de los últimos 30 años extraídos de la base de AEMET [2]:

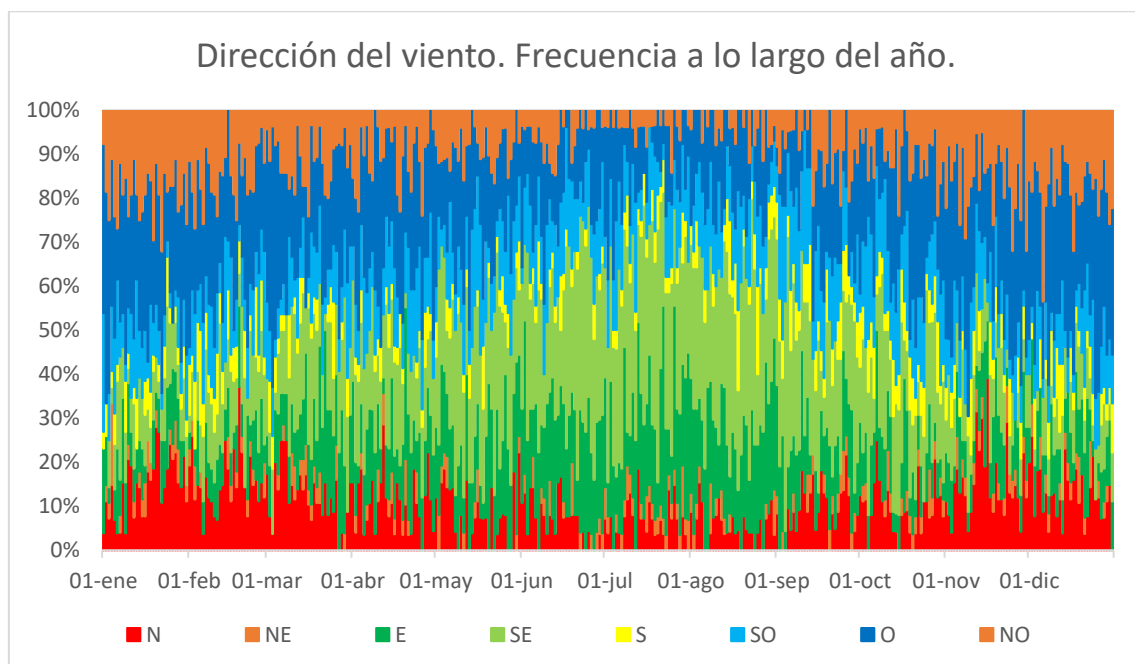


Figura 6: direcciones del viento y su frecuencia a lo largo del año. Fuente: elaboración propia en base a datos de AEMET.

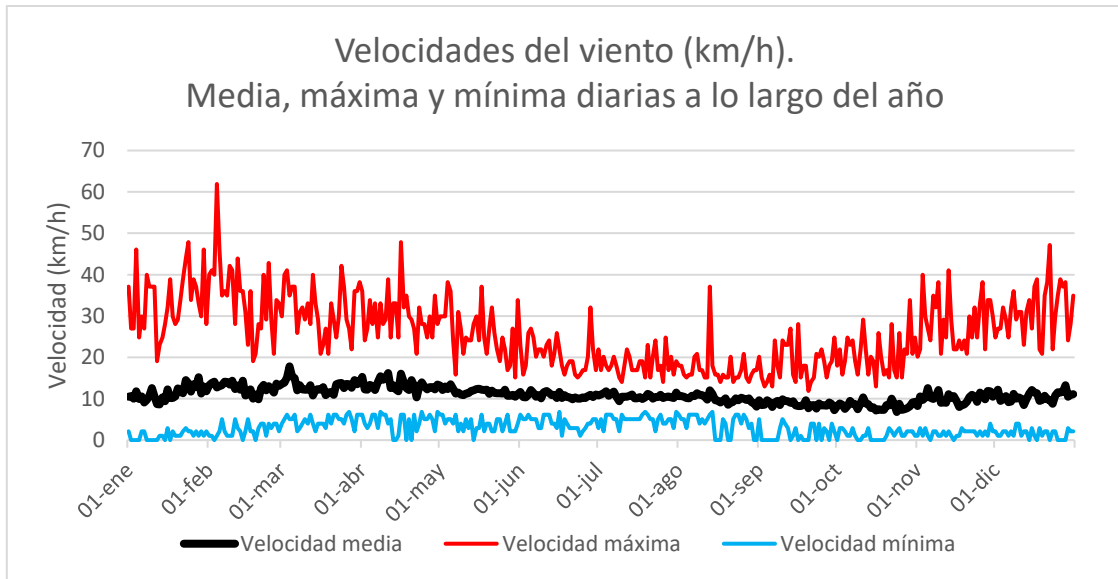


Figura 7: velocidades del viento media, máxima y mínima. Fuente: elaboración propia en base a datos de AEMET.

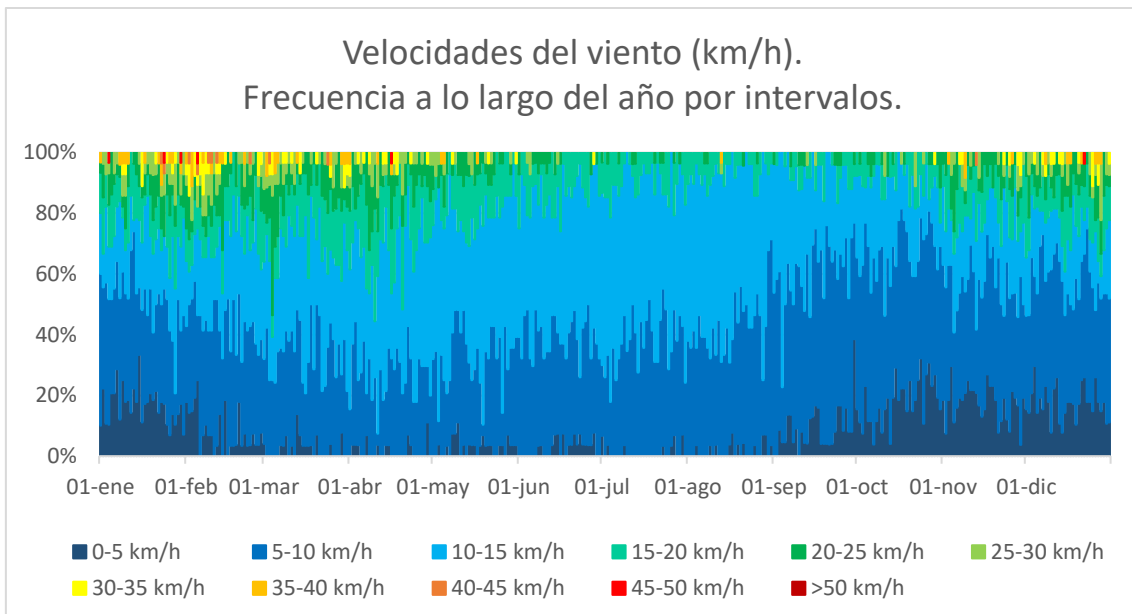


Figura 8: intervalos de velocidad del viento y su frecuencia. Fuente: elaboración propia en base a datos de AEMET.

Tal y como se puede observar en las gráficas, los vientos predominantes son los de dirección oeste y los de dirección sureste (aproximadamente el 44% del tiempo). Como se ha comentado anteriormente en este apartado, se deben vigilar los vientos que soplan en dirección perpendicular a la orientación de los módulos y en sentido hacia estos. Si se orientan perfectamente hacia el sur, se debe prestar atención a los vientos que soplan hacia el norte, que para el emplazamiento representan una frecuencia de en torno al 10%, siendo algo más habituales en los meses de invierno.

No obstante, como la velocidad del viento se mueve entre 5 y 15 km/h durante la mayoría del año, superándose rara vez los 30 km/h, se puede concluir que los efectos estructurales del viento serán, con una probabilidad muy alta, muy pequeños o casi nulos.

3 SELECCIÓN DE EQUIPOS

3.1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Para seleccionar el módulo fotovoltaico que se utilizará para la instalación, se han valorado alternativas entre módulos de potencia pico del orden de 550 Wp de fabricantes reconocidos.

Aunque las características de los módulos sondeados son bastante similares, tanto a nivel económico como técnico (parámetros de tensiones e intensidades, eficiencia, degradación anual y garantía de funcionamiento), se decide escoger finalmente la opción ATERSA A-550M-GS por las siguientes razones:

-Al tratarse de un proveedor local con una sede física geográficamente próxima y representar los módulos la mayor parte del volumen a transportar, se cuenta con una cadena de suministro cercana y fiable, se facilita la posibilidad de transporte por carretera y se ahorra en posibles gastos de envío.

-Un parámetro adecuado para determinar el módulo más rentable económicamente es el precio por unidad de energía producida a lo largo de la vida útil garantizada. Como todos los módulos valorados tienen características técnicas muy similares y aseguran una vida útil de 25 años, el ratio €/kWp se considera equivalente, siendo la opción de ATERSA la que menor coste de propiedad supone.

A-550M^{GS}
Mono PERC 144 Half-Cell
520-550 Wp

atersa
Our Module, Your Energy

- Alta **eficiencia** de 21.3%
- Excelente **rendimiento** con baja irradiancia
- PID** Alta **resistencia** PID
- Doble control de **calidad**
- Mayor **potencia** a 25 años

Marca España

Ilustración 2: extracto de la ficha del módulo seleccionado ATERSA A-550M.

3.2 INVERSOR Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

El inversor se elegirá del catálogo del fabricante Huawei, ampliamente recomendado en el sector y cuya expansión en el ámbito de la fotovoltaica en los últimos años ha sido notable.

Teniendo en cuenta que la tendencia actual en inversores es de potencias cada vez más grandes, se selecciona el inversor HUAWEI SUN2000-215KTL, de potencia nominal 200kW y tensión de salida 800V, reduciendo la intensidad de corriente y por ende las pérdidas por efecto Joule respecto al valor típico de 400V.

SUN2000-215KTL-H0 Smart String Inverter



Ilustración 3: extracto de la ficha del inversor seleccionado HUAWEI SUN2000-215KTL.

En cuanto al centro de transformación, los equipos elegidos serán también de Huawei:

-Al minimizar la cantidad de proveedores, se facilitan gestiones de transporte, consultas técnicas o actuaciones ante posibles incidencias.

-Mayoritariamente, los CTs comercializados actualmente trabajan con tensiones de entrada de 400V y potencias del orden de, como máximo, unos 2 MVA. El fabricante seleccionado dispone de un catálogo de centros de transformación con tensión de entrada 800V y potencias de hasta 6MVA.

Para el presente proyecto, será posible escoger uno de entre los 3 modelos de la serie HUAWEI STS XXXXK de acuerdo con la disposición final y las características y necesidades específicas para la instalación:

-STS 2500K (potencia aparente 2.500kVA)

-STS 3000K (potencia aparente 3.000kVA)

-STS 6000K (potencia aparente 6.000kVA)

Los equipos en cuestión disponen de un Cuadro de Baja Tensión con 18 cuadros de CA y de 2 salidas, lo que permite su configuración en anillo o conectar un único centro de transformación a 2 líneas de evacuación.

2.2.1 STS-2500K Appearance

Appearance

Figure 2-2 Appearance

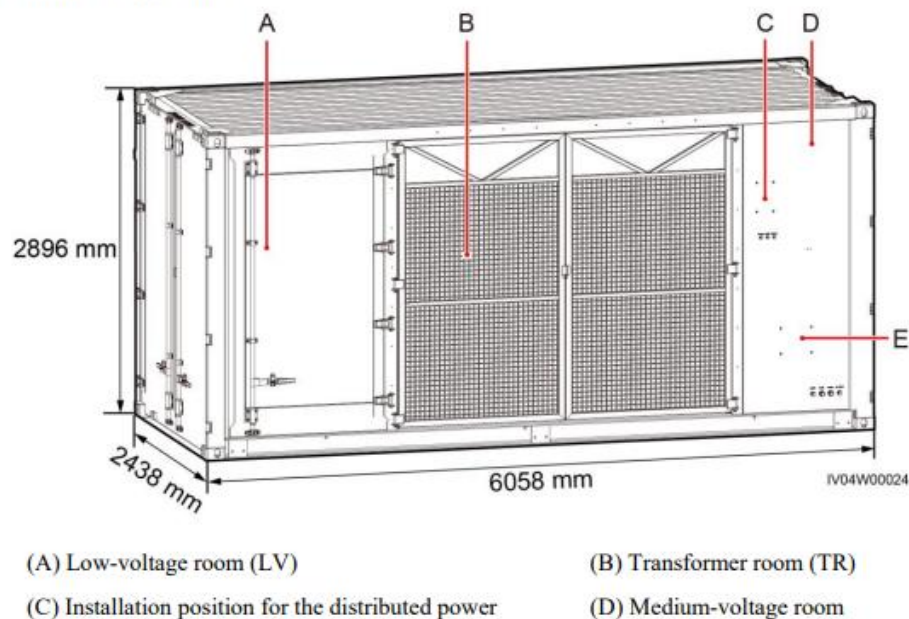


Ilustración 4: extracto del catálogo de la serie de modelos de CTs de la marca Huawei seleccionada. Modelo STS-2500K, de 2.500kV

4 DISPOSICIÓN DE LOS EQUIPOS EN EL CAMPO FOTOVOLTAICO

4.1 CONDICIONES INICIALES

Para distribuir en planta los módulos fotovoltaicos, los inversores y los centros de transformación se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones preliminares sobre las que se realizarán los cálculos correspondientes a este apartado:

-En el recinto conformado por las parcelas 793 y 794, dado que es la zona más grande y permitiría un acceso más fácil a través de los caminos exteriores, se reservará un área que albergará:

- Instalaciones de monitorización de la planta fotovoltaica.
- El primer apoyo de la línea de evacuación aérea, si fuere de esta tipología.
- Zona de aparcamiento de vehículos.
- Punto limpio.

-Por sencillez, coste y, dado que pueden ser empleadas como toma de tierra al estar las partes metálicas en contacto directo tanto con módulos como con el terreno, se utilizarán estructuras metálicas hincadas para la suportación de los módulos. Adicionalmente, se considerará integrar seguimiento en inclinación.

-Cada fila tendrá un número de módulos múltiplo de la cantidad de módulos a conectar en serie (N_s) que se calcule de acuerdo con los parámetros de tensiones e intensidades de inversores y paneles para facilitar el conexionado de los módulos evitando que la separación entre filas divida algún string.

-Se determinará la distancia (m) entre filas, considerando:

$$D_{min} = D_1 + D_{2min}$$

1. La distancia mínima siguiendo la fórmula recomendada por el IDAE:

$$D_1 = L_{paneles} [m] \cdot \cos (Inclinación \text{ módulos } [^\circ])$$

$$D_{2min} = \frac{h [m]}{\tan(61^\circ - Lat [^\circ])} = \frac{L_{paneles} [m] \cdot \sin (Incl. \text{ mód. } [^\circ])}{\tan(61^\circ - Lat [^\circ])} = 2,5622 \cdot h[m]$$

2. La distancia mínima sin sombras para el solsticio de invierno el 21 de diciembre, cuando la altura solar es mínima y, por ende, la proyección de sombras en el mediodía solar alcanzará la longitud máxima en todo el año:

$$D_1 = L_{paneles} [m] \cdot \cos (Inclinación \text{ módulos } [^\circ])$$

$$D_{2min} = \frac{h [m]}{\tan(h_{solar,21dic})} = \frac{L_{paneles} [m] \cdot \sin (Incl. \text{ mód. } [^\circ])}{\tan(h_{solar,21dic} [^\circ])} = 1,9737 \cdot h[m]$$

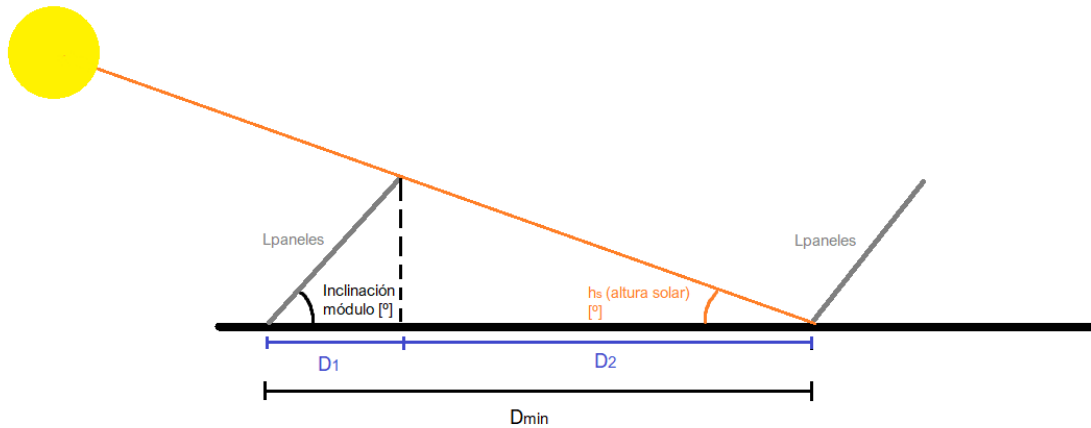


Figura 9: esquema de la distancia entre filas de módulos. En este caso, D_2 representa la longitud mínima de la proyección de sombras el mediodía del solsticio de invierno.

Siendo:

· L_{paneles} : longitud de los módulos. Al colocarse 2 módulos apilados verticalmente, será dos veces la longitud de un módulo ($2 \cdot 2,279\text{m} = 4,558\text{m}$).

· D_1 : distancia de la proyección horizontal de los módulos

· $D_{2\text{min}}$: distancia entre la zona más alta de los módulos de una fila y la zona más baja de los módulos de la siguiente fila.

· D_{min} : distancia entre las zonas más bajas de los módulos de una fila y la siguiente.

· $h[\text{m}]$: diferencia de altura entre la zona más elevada de la fila delantera y la zona más baja de la siguiente fila (teniendo en cuenta la segunda condición y al ser una instalación sobre suelo, llano, corresponde a la longitud vertical de 2 módulos, $L_{\text{paneles}}[\text{m}]$, multiplicada por el seno de su inclinación respecto a la horizontal).

· $\text{Lat}[\text{°}]$: latitud del emplazamiento de la planta ($39,68\text{°}$).

· $h_{\text{solar},21\text{dic}}[\text{°}]$: altura solar en el mediodía del solsticio de invierno el 21 de diciembre. Se calcula como el ángulo complementario de la suma de los ángulos de la latitud del emplazamiento ($39,68\text{°}$) y la inclinación del eje de rotación terrestre ($23,45\text{°}$):

$$h_{\text{solar},21\text{dic}}[\text{°}] = 90\text{°} - (39,68\text{°} + 23,45\text{°}) = 26,87\text{°}$$

-Se opta por aplicar la fórmula recomendada por el IDAE, asegurando un mayor margen para evitar áreas sombreadas, especialmente durante las primeras y las últimas horas de luz solar, pues la altura calculada corresponde a la máxima alcanzada a lo largo del día en el mediodía. También, aumentando la distancia entre filas, se facilita la circulación y el acceso a las zonas interiores de la planta.

-Partiendo de esta premisa, las filas de módulos guardarán, como mínimo, una distancia de 10 metros con el vallado perimetral, para tener una distancia suficiente a los caminos circundantes, evitar pérdidas por sus sombras y permitir una adecuada circulación de personas, vehículos y maquinaria por el interior de la instalación.

-La planta fotovoltaica se dividirá en subinstalaciones definidas por el centro de transformación al que se conecte cada elemento. No existirá separación física entre dichas subunidades a excepción de la distancia entre filas o, si se diera el caso, el camino y el vallado perimetral que separan las parcelas 793 y 794 y las parcelas 815, 816 y 817.

-La potencia total de cada CT no será inferior a la potencia nominal de sus inversores ni al 90% de la potencia pico de módulos de su subinstalación.

-Los centros de transformación se colocarán lo más cerca posible del centro de gravedad de las cargas (módulos) de cada subinstalación. Cada CT se colocará en el centro de un área vallada rectangular de 15m x 25m, la cual guardará una distancia de al menos 5 metros con las filas de módulos circundantes.

-La disposición de los centros de transformación no cortará ningún string.

-En caso de haber más de un CT, estos se conectarán en anillo, configuración que brinda una mayor fiabilidad al suministro de energía eléctrica.

-Como la potencia entregada por los módulos depende de condiciones de irradiación y de temperatura, es conveniente sobredimensionar ligeramente la potencia pico de módulos respecto a la de inversores en función de la latitud. Teniendo en cuenta esto, la potencia de inversores de cada subinstalación no será inferior al 85% de la potencia pico de módulos fotovoltaicos.

-Los inversores se colocarán lo más cerca posible tanto del centro de gravedad de sus módulos conectados como del centro de transformación de su subinstalación para optimizar el cableado necesario y homogeneizar las caídas de tensión.

4.2 CONEXIONADO DE MÓDULOS E INVERSORES

Para determinar el modo de conexión de módulos e inversores (número de módulos en serie, cantidad de strings en paralelo y número de módulos por inversor) hay que atender a los parámetros característicos de tensiones, intensidades y potencias recogidos en sus fichas técnicas.

Teniendo en cuenta la variación de dichos parámetros con la temperatura, en la siguiente tabla se muestran valores de temperaturas que se utilizarán para los cálculos:

Temperatura ambiente condiciones STC (25°C y 1000 W/m ²), <i>T_{stc}</i>	25	°C
Temperatura nominal de funcionamiento de la célula, <i>T_{ONC}</i>	45	°C
Temperatura ambiente de funcionamiento, <i>T_{amb}</i>	20	°C
Temperatura ambiente mínima de diseño, <i>T_{amb_min}</i>	-20	°C
Temperatura ambiente máxima de diseño, <i>T_{amb_max}</i>	50	°C

Tabla 2: temperaturas a utilizar en cálculos.

4.2.1 CONEXIÓN DE MÓDULOS EN SERIE

Para obtener el número de módulos que conformará cada string se deben considerar los parámetros de tensión de los equipos, mostrados en las tablas a continuación:

Módulo fotovoltaico ATERSA A-550GM		
Tensión de circuito abierto en condiciones STC, <i>V_{oc}</i>	49,6	V
Tensión en el punto de máxima potencia en condiciones STC, <i>V_{pmp}</i>	40,83	V
Coefficiente de temperatura de tensión, <i>T_{K_Voc}</i>	-0,28	%/°C
Tensión máxima del sistema, <i>V_{dc_max_mod}</i>	1.500	V

Tabla 3: parámetros de tensión del módulo fotovoltaico

Inversor HUAWEI SUN2000-215KTL		
Tensión de entrada de arranque (mínima), <i>V_{inv_in_min}</i>	550	V
Tensión de entrada máxima de los MPPT, <i>V_{inv_in_max}</i>	1.500	V

Tabla 4: parámetros de tensión de entrada del inversor

El número mínimo de módulos a conectar en serie será determinado por la tensión de entrada de arranque del inversor y por la mínima tensión que alcanzaría el sistema en el punto de máxima potencia, lo que ocurriría cuando la temperatura ambiente alcanzara la máxima de diseño (*T_{amb_max} = 50°C*) y, en consecuencia, la temperatura de operación la célula alcanzará también su máximo de diseño (*T_{max}*).

La máxima temperatura de operación a la que llegaría la célula viene dada por la siguiente expresión:

$$T_{max} = T_{amb_{max}} + 1000 \cdot \frac{T_{ONC} - 20}{800} = 81,25 \text{ °C}$$

La tensión mínima de un módulo, V_{pmp_min} , sería:

$$V_{pmp_min} = V_{pmp_nom} \cdot (1 + TK_{Voc} \cdot (T_{max} - T_{stc})) = 34,40 \text{ V}$$

Considerando ahora la tensión de entrada de arranque, el número mínimo de módulos que formarán los strings, N_{s_min} , será:

$$N_{s_min} = \frac{V_{inv_in_min}}{V_{pmp_min}} = 15,99 \rightarrow 16 \text{ módulos en serie}$$

Por otro lado, la tensión máxima del sistema ($V_{dc_max_mod} = 1.500\text{V}$), la tensión de entrada máxima del inversor ($V_{inv_in_max} = 1.500\text{V}$) y la tensión en circuito abierto a la temperatura mínima se encargarán de definir el número máximo de módulos a conectar en serie.

Se supone que la temperatura de operación de la célula en estas condiciones equivaldría a la temperatura ambiente.

La tensión máxima que alcanzaría un módulo, V_{oc_max} , sería:

$$V_{oc_max} = V_{oc} \cdot (1 + TK_{Voc} \cdot (T_{amb_min} - T_{stc})) = 55,85 \text{ V}$$

Considerando ahora la tensión máxima tanto del sistema como de entrada del inversor (1.500V), los strings estarán conformados por un máximo de N_{s_max} módulos:

$$N_{s_max} = \frac{V_{inv_in_max}}{V_{oc_max}} = 26,86 \rightarrow 26 \text{ módulos en serie}$$

Dada la amplitud del rango de número admisible de módulos conectados en serie, se decide escoger el número par con el que se obtenga una tensión en continua de funcionamiento del sistema (en el punto de máxima potencia), en condiciones nominales de diseño, lo más cercana posible a 1.000 V.

En dichas condiciones, la tensión que proporcionaría un módulo (V_{pmp_nom}) sería:

$$V_{pmp_nom} = V_{pmp} \cdot (1 + TK_{Voc} \cdot (T_{amb} - T_{stc})) = 41,40 \text{ V}$$

Conectando 24 módulos en serie en cada string se obtiene, en las condiciones nominales de diseño, una tensión de funcionamiento del sistema de 993,60 V en la parte de continua.

4.2.2 CONEXIÓN DE STRINGS EN PARALELO

Para el conexionado de strings en paralelo se han de considerar los parámetros de intensidad de los equipos, recogidos en la siguiente tabla:

Parámetros de intensidad de los equipos utilizados		
Intensidad máxima admisible por MPPT del inversor, I_{max_MPPT}	30	A
Intensidad en el punto de máxima potencia (condiciones STC) del módulo, I_{pmp}	13,48	A
Intensidad de cortocircuito (condiciones STC) del módulo, I_{sc}	14,04	A
Coefficiente de temperatura de intensidad del módulo, TK_{Isc}	0,048	%/°C

Tabla 5: parámetros de intensidad de módulo e inversor

Se debe comprobar que la corriente suministrada por los módulos sería soportada por los MPPT incluso en las condiciones de diseño más desfavorables. Dado que en la ficha técnica no se especifica una intensidad mínima, el número de strings en paralelo estará limitado únicamente por su valor máximo.

Para la temperatura de operación máxima que alcanzaría la célula, ya calculada en el apartado anterior (81,25°C), la corriente de cortocircuito máxima, I_{sc_max} , sería:

$$I_{sc_max} = I_{sc} \cdot (1 + TK_{I_{sc}} \cdot (T_{max} - T_{stc})) = 14,42 A$$

Teniendo en cuenta que cada MPPT consta de 2 entradas y la intensidad máxima admisible por cada uno (30 A), solo se conectará un string en cada entrada:

$$I_{entrada_{T_{max}}} = I_{sc_max} = 14,42 A$$

$$I_{mppt_{T_{max}}} = 2 \cdot I_{entrada_{T_{max}}} = 28,84 A$$

En condiciones nominales de diseño (temperatura ambiente de 20°C), las intensidades en el punto de máxima potencia serán:

$$I_{pmp_{nom}} = I_{entrada_{T_{amb}}} = I_{pmp} \cdot (1 + TK_{I_{sc}} \cdot (T_{amb} - T_{stc})) = 13,45 A$$

$$I_{mppt_{T_{amb}}} = 2 \cdot I_{entrada_{T_{amb}}} = 26,90 A$$

En la siguiente imagen, se puede apreciar el esquema eléctrico de los elementos que conforman el inversor, así como las dos entradas a las que está conectado cada uno de los 9 MPPT (18 entradas en total):

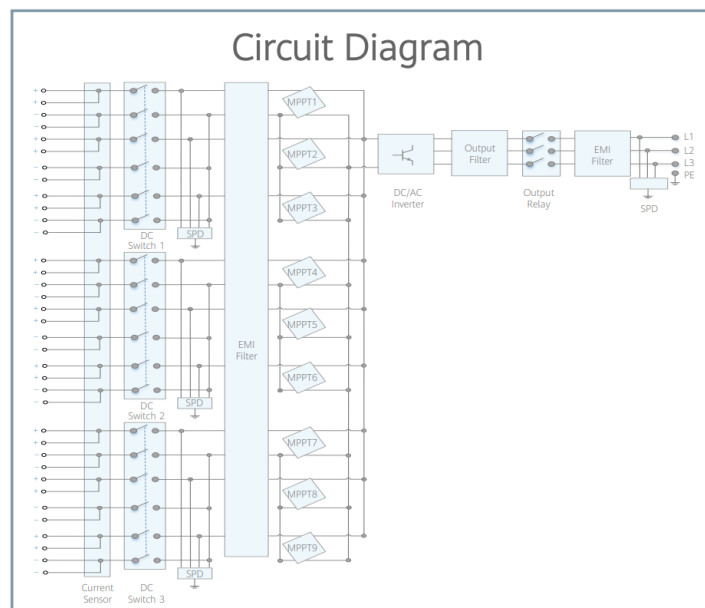


Figura 10: esquema eléctrico del inversor. Fuente: extraído de la ficha técnica del inversor HUAWEI SUN2000-215KTL.

Conocidos todos los parámetros para la conexión eléctrica de módulos e inversores, es pertinente añadir una nueva condición al listado de condiciones iniciales del apartado correspondiente:

-Según lo requiera la subinstalación, cada inversor tendrá o 16 ó 18 strings conectados, de modo que el número de strings de cada subinstalación se podrá expresar como la siguiente combinación:

$$Nstrings_i = n_{16,i} \cdot 16 + n_{18,i} \cdot 18$$

Se utilizarán todos los MPPT de todos los inversores, por lo que en caso de conectar 16 strings, el inversor en cuestión tendrá 7 MPPT con ambas entradas ocupadas y 2 MPPT con una entrada libre, y en caso de que se conecten 18 strings, el inversor tendrá todas las entradas ocupadas en sus 9 MPPTs.

En la tabla mostrada a continuación se recoge un resumen de las tensiones e intensidades de operación del campo fotovoltaico, comunes a todas las opciones de disposición a estudiar:

Tensiones e intensidades de operación		
Tensión en el pmp de cada string en condiciones nominales	993,68	V
Tensión máxima en circuito abierto de cada string para temperatura mínima	1.340,40	V
Tensión mínima en el pmp de cada string para temperatura máxima	825,6	V
Intensidad en el pmp de cada string en condiciones de nominales	13,45	A
Intensidad máxima de cortocircuito de cada string para temperatura máxima	14,42	A

Tabla 6: tensiones e intensidades de operación del campo fotovoltaico, hasta salida de inversores, para varias condiciones de funcionamiento.

4.3 OPCIONES DE DISPOSICIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO

En el presente apartado, previamente a los cálculos eléctricos, se propondrán 2 opciones para la configuración del campo fotovoltaico: estructura fija a 30º y seguimiento en inclinación limitada a 55º.

En primer lugar, utilizando herramienta CAD, se dispondrán los módulos en planta siguiendo las condiciones iniciales relativas a cantidad de módulos por fila y separación entre ellas, distancia de las mesas a los vallados perimetrales de parcelas y teniendo en cuenta las áreas reservadas.

Ha de tenerse en cuenta que para la colocación de cada centro de transformación, que será lo más cerca posible del centro de gravedad de los módulos, deberá dejarse una zona libre de paneles. Dado que cada CT estará dentro de un vallado perimetral de 15 x 25m y dicho vallado deberá guardar una distancia de al menos 5 metros con las mesas más próximas, deberán restarse, por cada centro de transformación necesario, 192 módulos a la cantidad estimada inicialmente.

Definidas todas las opciones, se calcularán los centros de gravedad para determinar las ubicaciones de los centros de transformación.

4.3.1 OPCIÓN 1: ESTRUCTURA FIJA A 30°

En primer lugar, se propone disponer los módulos en estructuras con inclinación fija, siendo la opción más sencilla en cuanto a montaje y mantenimiento.

Dicha inclinación deberá ser lo más parecida posible a aquella que optimice la producción a lo largo de todo el año.

De acuerdo con la herramienta PVGIS [2], la inclinación óptima para todo el año en las coordenadas emplazamiento es de 37°, con una irradiación anual de 2.087,87 kWh/m² en ese plano. No obstante, con el fin de utilizar una inclinación más extendida comercialmente, se apuesta por emplear estructuras fijas a 30°.

Comprobando esta inclinación, PVGIS calcula una irradiación anual de 2.078,66 kWh/m² (apenas un 0,4% de diferencia), por lo que las pérdidas adicionales por variar la inclinación serán prácticamente despreciables.

Tomando la inclinación máxima de 30° y siguiendo la fórmula recomendada por el IDAE, ya enunciada en el apartado anterior, la distancia mínima entre módulos sería:

$$D_{filas, 30^\circ} = \frac{L_{paneles} [m] \cdot \text{sen}(30^\circ)}{\tan(61^\circ - Lat[^\circ])} = \frac{2 \cdot 2,279m \cdot \text{sen}(30^\circ)}{\tan(61^\circ - 39,68^\circ)} = 5,8393m \rightarrow 5,9m$$

Disponiendo los módulos utilizando una herramienta CAD, siguiendo las condiciones iniciales enunciadas en el apartado anterior y sin tener en cuenta las ubicaciones de los centros de transformación, sería posible colocar un total de 14.496 módulos para una potencia pico de 7.972,8 kWp.

Dado que para esta opción serían necesarios 3 centros de transformación de 2.500kVA (HUAWEI STS 2500K), se eliminarán 192 módulos por cada CT (576 módulos en total), de modo que el número final de módulos será 13.920, para una potencia pico de 7.656kWp.

Finalmente, se requerirán 35 equipos HUAWEI SUN2000-215KTL para una potencia nominal de inversores de 7.000kW, cumpliendo los ratios mínimos establecidos de potencia de inversores (91,43% de la potencia pico) y de potencia de CTs instalada (97,96% de la potencia pico y superior a la potencia nominal de inversores).

4.3.2 OPCIÓN 2: SEGUIMIENTO EN INCLINACIÓN HASTA 55°

En segunda instancia, se aborda la alternativa que permitiría que los módulos puedan variar su inclinación para que estén lo más perpendiculares posible a los rayos solares a lo largo de todo el año, maximizando la producción por unidad de superficie de panel.

La inclinación óptima de los módulos, β_{opt} , es equivalente al ángulo complementario de la altura solar y, para cada día del año, se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\beta_{opt} = Lat [^\circ] - 23,45^\circ \cdot \text{sen}\left(\frac{360}{365} \cdot (d_{jul} + 284)^\circ\right)$$

-Siendo:

·Lat[°]: latitud del emplazamiento de la planta (39,68°).

·d_{jul}: número del día del año en el calendario juliano (entre 1 para el 1 de enero y 365 para el 31 de diciembre).

Para acotar el seguimiento y determinar la distancia mínima entre filas de paneles para evitar sombras, debe tenerse en cuenta la máxima inclinación que alcanzaría esta fórmula en el solsticio de invierno, cuando la altura solar es mínima y los rayos inciden más oblicuamente. Para el 21 de diciembre, este valor es de 63,13°.

No obstante, en búsqueda de una mayor facilidad para encontrar modelos de estructuras y por tener algo más de margen para la separación entre filas, se decide limitar el seguimiento a 55°, implicando unas pérdidas por orientación-inclinación prácticamente despreciables.

En la siguiente gráfica se compara la inclinación de los módulos con la limitación a 55° frente a la inclinación óptima para el mediodía solar cada día del año:

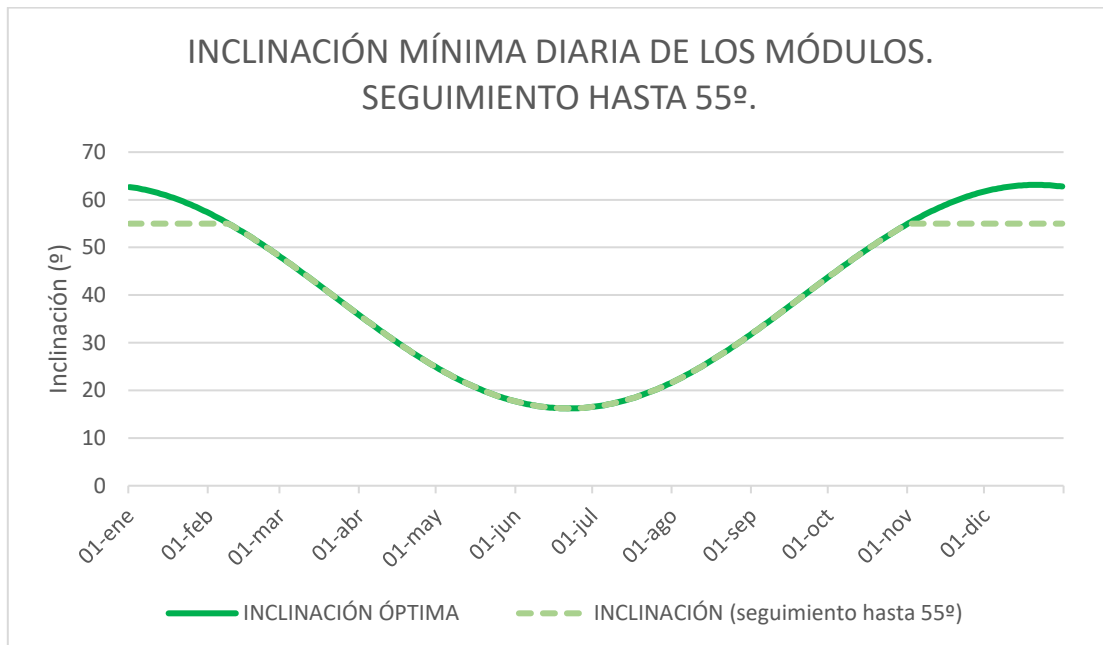


Figura 11: inclinación óptima vs. inclinación con seguimiento limitado a 55°.

Como se puede observar, la inclinación será la óptima durante la mayoría del año y apenas se desviará muy ligeramente en los meses de invierno (alcanzando una diferencia máxima entre óptima y limitada de 8,13° el día 21 de diciembre).

Tomando la inclinación máxima de 55° y siguiendo la fórmula recomendada por el IDAE, ya enunciada en el apartado anterior, la distancia mínima entre módulos sería:

$$D_{\text{filas}, 55^\circ} = \frac{L_{\text{paneles}} [m] \cdot \text{sen} (55^\circ)}{\tan(61^\circ - \text{Lat} [^\circ])} = \frac{2 \cdot 2,279m \cdot \text{sen} (55^\circ)}{\tan(61^\circ - 39,68^\circ)} = 9,5666m \rightarrow 9,6m$$

Disponiendo los módulos utilizando una herramienta CAD, siguiendo las condiciones iniciales enunciadas en el apartado anterior y sin tener en cuenta las ubicaciones de los centros de transformación, sería posible colocar un total de 11.808 módulos para una potencia pico de 6.494,4 kWp:

Dado que para esta opción serían necesarios 2 centros de transformación de 3.000kVA (HUAWEI STS 3000K), se eliminan 192 módulos por cada CT (384 módulos en total), de modo que el número final será 11.424 módulos para una potencia pico de 6.283,2 kWp.

Finalmente, se requerirán 28 equipos HUAWEI SUN2000-215KTL para una potencia nominal de inversores de 5.600kW, cumpliendo los ratios mínimos establecidos de potencia de inversores (89,12% de la potencia pico) y de potencia de CTs instalada (95,49% de la potencia pico y superior a la potencia nominal de inversores).

4.3.3 COLOCACIÓN DE LAS ESTACIONES DE TRANSFORMACIÓN. CENTROS DE GRAVEDAD

Instalando los centros de transformación a la menor distancia posible del centro de masas de las cargas (módulos), se consigue optimizar el cableado necesario para la conexión de los elementos, reduciendo tanto la longitud total de canalizaciones como la magnitud de la desigualdad entre las caídas de tensión de los puntos más favorables y las de los más desfavorables. Esto último homogeniza el abanico de secciones de conductor a utilizar, facilitando los cálculos y la elaboración de la partida del presupuesto destinada a material eléctrico.

Dado que cada CT requiere un área libre de módulos conformado por recinto rectangular vallado de 15m x 25m, además de que dicho recinto se sitúa a una distancia de al menos 5 metros de cualquier módulo circundante, se deberá comprobar que los puntos obtenidos caen dentro de las superficies libres de módulos.

La cantidad de cargas a considerar dificulta sustancialmente expresar el detalle de cálculo numérico en la memoria, por lo que es conveniente auxiliarse en una hoja de cálculo y considerar cada subinstalación como una forma homogénea donde los centros geométricos de los módulos son puntos pertenecientes a dicha región. El procedimiento seguido se recoge a continuación:

1. Para cada subinstalación, se trazan dos ejes perpendiculares sur-norte (eje Y) y oeste-este (eje X), cuyo origen de coordenadas se sitúa el punto definido por la posición “X” del centro del módulo situado más hacia el oeste y por la posición “Y” del centro del módulo situado más hacia el sur.
2. Se anotan las coordenadas X de los módulos situados más hacia el oeste de cada fila (X_o) en la tabla siguiente:

Coordenadas Xo por fila e instalación (Opción 1)							
Fila	Subinstalación			Fila	Subinstalación		
	A1	A2	B		A1	A2	B
1	0,0000	0,0000	149,9137	10	36,8834	52,8678	3,8730
2	3,7958	4,8711	131,1882	11	41,2420	58,6527	21,5133
3	7,6758	10,0413	112,4267	12	45,7088	64,9019	33,1788
4	11,6060	15,7826	93,6396	13	50,2692	71,5302	43,6754
5	15,5867	22,8515	74,8414	14	54,8731	78,1337	50,9726
6	19,6022	28,9245	56,0699	15	59,5335	84,4800	58,2904
7	23,6256	34,3616	37,3288	16	-	90,3598	65,0402
8	27,6563	40,1758	18,6383	17	-	95,5108	72,3532
9	31,6945	46,5109	0,0000	18	-	99,9235	87,2941

Tabla 7: coordenadas X de los módulos situados más hacia el oeste por subinstalación y fila para la Opción 1.

Coordenadas Xo por fila e instalación (Opción 2)					
Fila	Subinstalación		Fila	Subinstalación	
	A	B		A	B
1	0	221,3075	12	69,8325	31,1103
2	6,0965	225,8522	13	77,2025	7,9565
3	11,4984	230,6935	14	85,2245	0
4	17,0606	235,6124	15	92,5302	21,223
5	22,7381	240,5909	16	100,2771	35,3423
6	28,4897	245,583	17	108,544	46,5418
7	34,3441	147,4724	18	116,5713	55,9108
8	40,4233	124,2342	19	124,0508	64,3715
9	47,0309	100,9485	20	130,4483	73,6639
10	55,3059	77,6315	21	135,713	85,2411
11	63,0029	54,3459			

Tabla 8: coordenadas X de los módulos situados más hacia el oeste por subinstalación y fila para la Opción 2.

3. La coordenada X de cada módulo, $X_{s,f,i,j}$, queda definida por la siguiente expresión:

$$X_{s,f,i,j} = X_{o_{s,f}} + (i - 1) \cdot Lx_{panel}$$

4. La coordenada Y de cada módulo, $Y_{s,f,i,j}$, es definida por la siguiente expresión:

$$Y_{s,f,i,j} = Y_o + (f - 1 - p) \cdot (2Ly_{panel} \cdot \cos(\beta) + D_{filas}) + (j - 1) \cdot Ly_{panel}$$

Siendo:

- $X_{o_{s,f}}$: coordenada X del módulo más hacia el oeste de la fila "f" de la subinstalación "s"
- Lx_{panel} : longitud horizontal del módulo (1,134m)
- Ly_{panel} : longitud vertical del módulo (2,279m)
- D_{filas} : distancia entre filas de módulos (5,9m para la Opción 1; 9,6m para la Opción 2)
- β : inclinación de los módulos (30° en la Opción 1; 55° en la Opción 2)

- s: subinstalación “s” (A1, A2 o B en la Opción 1, A o B en la Opción 2).
- f: fila “f” de la subinstalación “s” (entre 1 y el número de filas de cada subinstalación)
- i: posición X “i” del módulo en la fila “f” de la subinstalación “s” (entre 1 y el número de módulos de cada fila).
- j: posición Y “j” del módulo dentro de la posición X “i” en la fila “f” de la subinstalación “s” (toma el valor 0 para el módulo más cercano al suelo y el valor 1 para el módulo de encima).
- Yo: toma el valor 0 para todos los módulos en la Opción 1. Para la Opción 2, toma el valor 0 en los módulos de la subinstalación A y en las filas 1 a 6 de la subinstalación B. En los módulos ubicados las filas 7 a 27 de la subinstalación B (Opción 2), toma el valor 31,6198m.
- p: en los módulos ubicados en las filas 7 a 27 de la subinstalación B de la Opción 2 toma el valor 6. Para el resto de módulos de la Opción 2 y en todos los módulos de la Opción 1, toma el valor 0.

Definidas las coordenadas X e Y de todos los módulos, las coordenadas de los centros de gravedad (Xg_s, Yg_s) se calcularán como sigue:

$$Xg_s = \frac{\sum_{f=1}^{f=N_{\text{filas}}_s} \sum_{i=1}^{i=N_{\text{módulos}}_f} \sum_{j=0}^{j=1} X_{s,f,i,j}}{N'_{\text{módulos}}_s}$$

$$Yg_s = \frac{\sum_{f=1}^{f=N_{\text{filas}}_s} \sum_{i=1}^{i=N_{\text{módulos}}_f} \sum_{j=0}^{j=1} Y_{s,f,i,j}}{N'_{\text{módulos}}_s}$$

Siendo:

$$\text{Opción 1} \rightarrow N'_{\text{módulos}}_{A1} = 4.896 ; N'_{\text{módulos}}_{A2} = 4.944 ; N'_{\text{módulos}}_B = 4.656$$

$$\text{Opción 2} \rightarrow N'_{\text{módulos}}_A = 6.000 ; N'_{\text{módulos}}_B = 5.808$$

Finalizado el proceso de cálculo, se obtienen los siguientes resultados:

Coordenadas de los centros de gravedad de cada subinstalación (Opción 1)		
Subinstalación	Xg	Yg
A1	121,3948	68,4222
A2	127,5801	63,8955
B	131,4186	87,1262

Tabla 9: coordenadas Xg, Yg, de los centros de gravedad por subinstalación para la Opción 1

Coordenadas de los centros de gravedad de cada subinstalación (Opción 2)		
Subinstalación	Xg	Yg
A	144,2697	102,2286
B	198,2947	90,1012

Tabla 10: coordenadas Xg, Yg, de los centros de gravedad por subinstalación para la Opción 2.

Determinadas estas coordenadas, se definen, lo más cerca posible, las áreas sin paneles habilitadas para los CTs y se comprueba que los puntos definidos por las mismas están contenidos en las áreas sin módulos habilitadas para colocar los CTs.

5 DISEÑO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Determinadas las 2 opciones a estudiar, en este apartado se procede al diseño y al cálculo de la instalación hasta la conexión de la parte de baja tensión con los centros de transformación.

Se distribuirán los strings y los inversores y se calculará todo el cableado y las protecciones (tanto de los elementos como para las personas) de la instalación eléctrica.

5.1 DISPOSICIÓN DE INVERSORES Y CONEXIÓN DE STRINGS

Teniendo definidas las posiciones de los centros de transformación y, por ende, las localizaciones de las áreas libres de módulos en cada subinstalación, es posible distribuir los inversores en el campo fotovoltaico.

Los inversores se identificarán empleando la siguiente codificación:

-La nomenclatura de cada inversor consistirá en el código de la subinstalación (A1, A2 o B en la Opción 1; A o B en la Opción 2), un guion y su número dentro de la subinstalación. Ejemplos: Inversor A2-5 (Opción 1), Inversor A-4 (Opción 2).

-Se asignará el número 1 al inversor situado más hacia el sur y más hacia el oeste.

-Los inversores se numerarán de sur a norte y de oeste a este. También se tendrá en cuenta la posición del string situado más hacia el sur o más hacia el oeste que tengan conectado.

Recapitulando las condiciones establecidas en apartados anteriores, se dispondrán los inversores y los strings de forma que se cumpla que:

-Cada string está formado por 24 módulos conectados en serie y no se conectarán strings en paralelo.

-Habrá inversores con 16 strings o con 18 strings conectados, de modo que el número de strings de cada subinstalación se podrá expresar como la siguiente combinación:

$$Nstrings_i = n_{16,i} \cdot 16 + n_{18,i} \cdot 18$$

Siendo $Nstrings_i$ la cantidad de strings de la subinstalación i , $n_{16,i}$ el número de inversores con 16 strings y $n_{18,i}$ el número de inversores con 18 strings de la subinstalación “ i ”.

-Teniendo en cuenta que cada inversor tiene 9 MPPTs con 2 entradas cada uno (18 entradas ó 18 strings como máximo por inversor), aquellos inversores con 16 strings conectados tendrán 7 MPPTs con ambas entradas ocupadas y 2 MPPTs con una entrada libre. Esta configuración permite aprovechar todos los MPPTs dejando alguna entrada libre por si fuera necesario en caso de ampliación o de avería.

-La potencia de inversores de cada subinstalación no será inferior al 85% de la potencia pico de módulos fotovoltaicos.

Proyecto del parque fotovoltaico “CAMPASOL CRPH” de 11 hectáreas en Camporrobles, Valencia

-Los inversores se instalarán debajo de las filas de módulos para que estén resguardados de la radiación solar directa, evitando calentamientos innecesarios y eventualmente perjudiciales. Se dispondrán de manera que se optimice el coste total del cableado (CC+CA) y se equilibren las caídas de tensión de los strings conectados (es decir, buscando minimizar la diferencia entre la caída de tensión del string más alejado del inversor y la del más próximo). Esto se consigue colocando los inversores lo más próximos posible al centro geométrico de la forma definida por los módulos conectados a cada inversor.

En las siguientes tablas se resume la disposición final de los inversores y el reparto de los strings de cada uno:

Subinstalación	Nº strings	Nº módulos	Nº inversores	n16	n18	kWp módulos	kW inversores	Ratio Pinv/Ppico
A1	196	4.704	12	10	2	2.587,20	2.400,00	92,76%
A2	198	4.752	12	9	3	2.613,60	2.400,00	91,83%
B	186	4.464	11	6	5	2.455,20	2.200,00	89,61%
Total	580	13.920	35	25	10	7.656,00	7.000,00	91,43%

Tabla 11: resumen de la distribución de inversores y strings para la Opción 1.

Subinstalación	Nº strings	Nº módulos	Nº inversores	n16	n18	kWp módulos	kW inversores	Ratio Pinv/Ppico
A	242	5.808	14	5	9	3.194,4	2.800,00	87,65%
B	234	5.616	14	9	5	3.088,8	2.800,00	90,65%
Total	476	11.424	28	14	14	6.283,2	5.600,00	89,13%

Tabla 12: resumen de la distribución de inversores y strings para la Opción 2.

Inversor	Fila	Strings	Inversor	Fila	Strings	Inversor	Fila	Strings
A1-1	2	18	A2-1	2	18	B-1	2	16
A1-2	3	16	A2-2	2	18	B-2	5	18
A1-3	4	16	A2-3	2	16	B-3	6	16
A1-4	5	16	A2-4	5	16	B-4	7	16
A1-5	5	16	A2-5	5	16	B-5	9	16
A1-6	7	16	A2-6	6	16	B-6	9	18
A1-7	8	16	A2-7	8	16	B-7	11	16
A1-8	10	16	A2-8	8	16	B-8	12	18
A1-9	10	16	A2-9	10	16	B-9	13	18
A1-10	12	16	A2-10	10	16	B-10	14	16
A1-11	14	18	A2-11	13	16	B-11	16	18
A1-12	14	16	A2-12	16	18			

Tabla 13: resumen de la distribución de inversores y strings por subinstalación para la Opción 1.

Proyecto del parque fotovoltaico “CAMPASOL CRPH” de 11 hectáreas en Camporrobles, Valencia

Inversor	Fila	Strings	Inversor	Fila	Strings
A-1	2	18	B-1	2	16
A-2	3	16	B-2	3	16
A-3	4	18	B-3	4	16
A-4	5	18	B-4	5	16
A-5	7	16	B-5	6	18
A-6	7	18	B-6	9	18
A-7	9	18	B-7	11	16
A-8	9	18	B-8	11	16
A-9	11	18	B-9	13	16
A-10	11	16	B-10	14	18
A-11	13	18	B-11	16	18
A-12	15	16	B-12	16	16
A-13	16	16	B-13	18	16
A-14	19	18	B-14	19	18

Tabla 14: resumen de la distribución de inversores y strings por subinstalación para la Opción 2.

5.2 CABLEADO

Definidas las posiciones de los centros de transformación y de los inversores, y determinados los strings que se conectarán a cada inversión, en este apartado se calcularán, conforme al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión [4] y a las normas UNE-HD 60364-5-22 [5] (actualizada a noviembre de 2022), las secciones de cableado desde los strings hasta los inversores (lado de continua) y desde los inversores hasta los CTs (lado de alterna) adecuadas en base a los criterios térmico y de caída de tensión máxima.

Con anterioridad al cálculo, es necesario conocer las siguientes características de la instalación:

-Se utilizará cableado de cobre (Cu) con aislamiento de polietileno reticulado (XLPE2 para el cableado entre strings e inversor y XLPE3 para los tramos entre inversores y centros de transformación).

-El cableado de continua de los strings se distribuirá mediante bandejas metálicas perforadas, por lo que se considerará instalación tipo E (cables multipolares). Además, tendrá un agrupamiento de, como máximo, 6 circuitos. Este agrupamiento conlleva aplicar un coeficiente a los valores tabulados de intensidades máximas admisibles. De acuerdo con la Tabla UNE B.52.17, dicho coeficiente tomaría un valor de 0,73. No obstante, si los circuitos están separados más de 2 diámetros de cable, no es necesario aplicar factor de corrección:

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares											Para usarse con las corrientes admisibles, referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F
2	Capa única sobre pared, suelo o sistemas de bandejas de cables sin perforar	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	Sin factor de reducción suplementario para más de nueve circuitos o cables multipolares	B.52.2 a B.52.7 Método C		
3	Capa única fijada directamente bajo techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	Capa única sobre sistemas de bandejas perforadas horizontales o verticales	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72			B.52.8 a B.52.13 Métodos E y F	
5	Capa única sobre sistemas de escalera, o bridas de amarre, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				
NOTA 1 Estos factores se aplican a grupos homogéneos de cables, cargados por igual.														
NOTA 2 Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro total, no es necesario ningún factor de reducción.														
NOTA 3 Los mismos factores de corrección se aplican: - a los grupos de dos o tres cables unipolares; - a los cables multipolares.														
NOTA 4 Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores aislados, se toma el número total de cables como el número de circuitos y se aplica el factor de corrección a las tablas para dos conductores cargados para los cables de dos conductores aislados y a las tablas para tres conductores cargados para los cables de tres conductores aislados.														
NOTA 5 Si un agrupamiento está formado por n cables unipolares, puede ser considerado como $n/2$ circuitos de dos conductores cargados o como $n/3$ circuitos de tres conductores cargados.														
NOTA 6 Los valores indicados son la media en el rango de las dimensiones de conductores y de los métodos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.13, la precisión general de los valores tabulados está en un $\pm 5\%$.														
NOTA 7 Para algunas instalaciones y para otros métodos de instalación no contemplados en esta tabla puede ser apropiado utilizar factores calculados para casos específicos, véase por ejemplo las tablas B.52.20 y B.52.21.														

Tabla 15: Tabla UNE B.52.17: “Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.”. Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022.

-La temperatura ambiente máxima se supondrá de 50°C. Será preciso considerar un coeficiente adicional por temperatura ambiente diferente de 30°C para los valores tabulados de intensidades máximas admisibles a la hora de calcular las secciones del cableado de continua. Siguiendo la Tabla UNE 52-D1, este coeficiente es 0,82:

Temperatura ambiente ^a °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral ^a	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
30	1,00	1,00	1,00	1,00
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,78	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	-	0,65	-	0,70
70	-	0,58	-	0,65
75	-	0,50	-	0,60
80	-	0,41	-	0,54
85	-	-	-	0,47
90	-	-	-	0,40
95	-	-	-	0,32


^a Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 16: Tabla UNE 52-D1: “Factores de corrección para temperatura ambiente distinta de 30°C (cables al aire libre). Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022.


-El cableado de alterna entre inversores y CTs se distribuirá por conductos enterrados, por lo que esta parte será de tipología D. Se supondrá un agrupamiento de como máximo 3 circuitos y que la distancia entre cables será de no menos de 0,25m, por lo que se aplicará un factor de corrección por agrupamiento cuyo valor es 0,8 de acuerdo con la Tabla UNE B.52.18:

Número de circuitos	Distancia entre cables ^a				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	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

a Cables multipolares



a Cables unipolares



NOTA 1 Los valores indicados se aplican para una profundidad de instalación de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K-m/W. Estos valores están promediados para las dimensiones de los cables y los tipos de las tablas B.52.2 a B.52.5. Los valores medios, redondeados, pueden comportar un error de hasta el ±10% en ciertos casos. (Si son necesarios valores más precisos, pueden calcularse por los métodos de la Norma IEC 60287-2-1).

NOTA 2 En caso de una resistividad térmica menor que 2,5 K-m/W los factores de corrección en general se pueden incrementar y se pueden calcular con los métodos indicados en la Norma IEC 60287-2-1.

NOTA 3 Si un circuito consta de *m* conductores paralelos por fase, para determinar el factor de reducción, este circuito debería considerarse como *m* circuitos.

Tabla 17: Tabla UNE B.52.18: "Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados".
Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022.

-En cuanto al terreno:

1. Se supondrá que su temperatura no sobrepasará los 45°C para aplicar el factor de corrección por temperatura del terreno distinta de 20°C correspondiente. Cifrándose a la Tabla UNE B.52.15, toma un valor de 0,8:

Temperatura del terreno °C	Aislamiento	
	PVC	XLPE y EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Tabla 18: Tabla UNE B.52.15: "Factores de corrección para temperatura del terreno diferente a 20°C a las intensidades admisibles para cables en conductos enterrados". Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022".

2. De acuerdo con el Visor Cartográfico de la Generalitat Valenciana, el terreno sobre el que se proyecta la instalación está compuesto principalmente de arcillas, cuya resistividad térmica es aproximadamente 1Km/W. Conforme a la Tabla UNE B.52.16, se debe aplicar un factor de corrección por resistividad térmica diferente de 2,5Km/W y cuyo valor es 1,18 en este caso:

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90
<p>NOTA 1 Los factores de corrección dados están promediados para los rangos de dimensiones de conductores y los tipos de instalación de las tablas B.52.2 a B.52.5. La precisión global de los factores de corrección es de ±5%.</p> <p>NOTA 2 Los factores de corrección se aplican a los cables en conductos enterrados; para cables tendidos directamente en el terreno los factores de corrección para resistividades térmicas inferiores a 2,5 K·m/W serán más elevados. Si se necesitan valores más precisos, pueden calcularse por medio de los métodos dados en la Norma IEC 60287.</p> <p>NOTA 3 Los factores de corrección se aplican a los conductos enterrados hasta una profundidad de 0,8 m.</p> <p>NOTA 4 Se asume que las propiedades del terreno son uniformes. No se ha contemplado la posibilidad de la migración de humedad que puede comportar la existencia de una región de alta resistividad térmica alrededor del cable. Si se prevé el secado parcial del terreno, la corriente admisible debería determinarse a partir de los métodos especificados en la Norma IEC 60287.</p>							

Tabla 19: Tabla UNE B.52.16: “Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 Km/W a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para el método de referencia D”. Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022.

5.2.1 CÁLCULO DE SECCIONES SEGÚN CRITERIO TÉRMICO

En este apartado se determinarán las secciones mínimas de cableado aplicando un criterio térmico y de intensidades máximas admisibles. El procedimiento a seguir es el siguiente:

1. Las secciones del cableado deben dimensionarse para soportar, como mínimo, las intensidades máximas que suministrarían los equipos:
 - a. Módulos: la intensidad a considerar es la intensidad de cortocircuito de un string (no se conectan strings en paralelo) cuando la temperatura ambiente es máxima:

$$I_{sc_{max}} = 14,42 A$$

- b. Inversores: se toma la corriente máxima de salida por fase, extraída de la ficha técnica del dispositivo:

$$I_{inv, out_{max}} = 155,20 A$$

2. Se comprueba que la intensidad máxima admisible de la sección elegida, para el tipo de instalación que corresponda y aplicados los coeficientes de corrección por temperatura, agrupamiento y resistividad pertinentes, es capaz de soportar con cierto margen, para evitar el sobrecalentamiento del conductor con su consecuente deterioro prematuro, empleando las Tablas UNE.

Para el cableado de conexión de strings a inversores, se consulta la Tabla UNE B.52.12, en la columna correspondiente a tipología de instalación E y aislamiento XLPE2:

Sección nominal del conductor mm ²	Métodos de instalación de la tabla B.52.1						
	Cables multipolares		Cables unipolares				
	Dos conductores cargados	Tres conductores cargados	Dos conductores cargados en contacto	Tres conductores cargados al tresbolillo	Tres conductores cargados en plano	Separados	
						En contacto	Horizontales
Método E	Método E	Método F	Método F	Método F	Método G	Método G	
1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	26	23	-	-	-	-	-
2,5	36	32	-	-	-	-	-
4	49	42	-	-	-	-	-
6	63	54	-	-	-	-	-
10	86	75	-	-	-	-	-
16	115	100	-	-	-	-	-
25	149	127	161	135	141	182	161
35	185	158	200	169	176	226	201
50	225	192	242	207	216	275	246
70	289	246	310	268	279	353	318
95	352	298	377	328	342	430	389
120	410	346	437	383	400	500	454
150	473	399	504	444	464	577	527
185	542	456	575	510	533	661	605
240	641	538	679	607	634	781	719
300	741	621	783	703	736	902	833
400	-	-	940	823	868	1085	1008
500	-	-	1083	946	998	1253	1169
630	-	-	1 254	1 088	1 151	1 454	1 362

NOTA 1 Los conductores se suponen circulares para tamaños hasta los 16 mm² inclusive. Los valores para tamaños mayores se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a conductores circulares.

NOTA 2 D_e es el diámetro externo del cable.

Tabla 20: Tabla UNE B52.12: “Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación E, F y G de la tabla B.52.1. Aislamiento XLPE/EPR, conductores de cobre, temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente de referencia: 30 °C”. Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022.

Aplicando el factor de corrección por temperatura ambiente distinta de 30°C (0,82, 50°C) , las intensidades máximas admisibles para secciones entre 1,5mm² y 10mm² quedan recogidas en la siguiente tabla:

Sección (mm ²)	1,5	2,5	4	6	10
I _{max} admisible corregida (A)	21,32	29,52	40,18	51,66	70,52

Tabla 21: intensidades máximas admisibles corregidas para el cableado de strings hasta inversores.

La sección mínima para este tramo, según el criterio térmico y de intensidad máxima admisible, es de 1,5mm² (que además cumpliría con la condición del 125% recogida en la ITC-BT-40). No obstante, dado que la sección de los cables de conexión que incorporan los módulos es de 4mm², se tomará esta última, la cual se podrá ver aumentada al aplicar el criterio de máxima caída de tensión admisible en el apartado posterior.

Para el cableado entre inversores y centros de transformación, enterrado, se recurre a la Tabla UNE C.52.2, en la columna asignada al aislamiento XLPE3 (Termoestable, 90°C):

Método de instalación	Tamaño mm ²	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento			
		2 PVC	3 PVC	2 XLPE	3 XLPE
D1/D2	Cobre				
	1,5	22	18	26	22
	2,5	29	24	34	29
	4	38	31	44	37
	6	47	39	56	46
	10	63	52	73	61
	16	81	67	95	79
	25	104	86	121	101
	35	125	103	146	122
	50	148	122	173	144
	70	183	151	213	178
	95	216	179	252	211
	120	246	203	287	240
	150	278	230	324	271
	185	312	258	363	304
240	361	297	419	351	
300	408	336	474	396	

Tabla 22: Tabla UNE C52.2: “Intensidades admisibles para temperatura del terreno 20°C en tipología de instalación D, conductores enterrados”. Se muestra únicamente para cableado de cobre, Cu. Fuente: Norma UNE-HD 60634-5-22 de Noviembre 2022.

Aplicando los factores de corrección por agrupamiento (0,8, 3 circuitos a distancia 0,25m). por temperatura del terreno distinta de 20°C (0,8, 45°C) y por resistividad térmica del terreno distinta de 2,5 Km/W (1,18, resistividad térmica 1 Km/W) , las intensidades máximas admisibles de la columna de XLPE3 para secciones entre 70mm² y 300mm² quedan recogidas en la siguiente tabla:

Sección (mm ²)	70	95	120	150	185	240	300
Imax admisible corregida (A)	126,12	148,77	168,40	189,56	212,21	244,68	275,65

Tabla 23: intensidades máximas admisibles corregidas para el cableado entre inversores y centros de transformación.

La sección mínima para este tramo, según el criterio térmico y de intensidad máxima admisible, es de 120mm². No obstante, atendiendo a la referencia de condición de intensidad máxima mayorada un 25% (ITC-BT-40), la sección mínima a utilizar sería 185mm².

5.2.2 CÁLCULO DE SECCIONES SEGÚN CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN

Determinadas las secciones mínimas a utilizar al aplicar el criterio térmico, se debe comprobar que cumplen unos límites máximos de caída de tensión.

Dichos límites, dado que el RD 337/2014 [6] habitualmente aplicado a plantas generadoras convencionales está definido para Alta Tensión y aunque la normativa a consultar no sea obligatoriamente aplicable a esta tipología de instalación, se definirán tomando como referencia lo recogido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, aplicable a instalaciones que distribuyen la energía eléctrica, a las generadoras de electricidad para autoconsumo y a las receptoras.

Para ajustar la caída de tensión del lado de continua (conexionado de strings hasta inversores), se toma como referencia el límite recogido en la ITC-BT-40 [4] (1,5%). Este valor es puramente orientativo, dado que esta instrucción es aplicable a instalaciones de autoconsumo.

Para las canalizaciones entre inversores y centros de transformación (lado de alterna), se toma como referencia la ITC-BT-19 [4], que limita la caída de tensión admisible de la instalación interior de baja tensión de instalaciones industriales alimentadas en alta tensión por un transformador de distribución propio (origen de la instalación de baja tensión) a un 6,5% para usos distintos a alumbrado.

Conociendo los límites de caída de tensión a considerar, se detalla el procedimiento a seguir para el cálculo, el cual será un proceso iterativo en el que se utilizará una hoja de cálculo:

1. Determinar las corrientes y tensiones nominales a considerar:
 - a. Para el lado de continua, serán las que proporciona un string en el punto de máxima potencia a temperatura ambiente nominal 20°C, ya calculadas en un apartado anterior: $I_{pmp_nom} = 13,45A$ y $V_{pmp_nom} = 993,60V$.
 - b. Para el lado de alterna, serán los valores nominales de salida de cada inversor. De acuerdo con la ficha técnica:
 - i. $I_{inv_out_nom} = 144,40A$ (intensidad por fase)
 - ii. $V_{inv_out_nom} = 800V$
2. Medir las longitudes de todos los tramos de cableado (580 tramos de conexión strings-inversores y 35 tramos inversor-CT).
3. Seleccionar una sección de conductor.
4. Dado que la resistividad del conductor depende de su temperatura y la corriente tiene un efecto térmico, suponiendo que el cableado no recibe radiación solar directa, este valor se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$T_{cond} = T_{amb} + (T_{max_cable} - T_{amb}) \cdot \left(\frac{I_{cable}}{I_{max_cable}} \right)^2$$

Siendo $T_{max_cable} = 90^\circ C$, $T_{amb} = 20^\circ C$, I_{cable} la intensidad nominal e I_{max_cable} la intensidad máxima admisible de la sección de conductor seleccionada.

5. Calcular la resistividad del conductor con la temperatura obtenida en el punto 3 mediante la siguiente expresión:

$$\rho_{Cu}(T_{cond}) = \rho_{Cu}(20^{\circ}C) + (1 + \alpha) \cdot (T_{cond} - 20^{\circ}C)$$

$$\text{Siendo } \rho_{Cu}(20^{\circ}C) = 0,0176 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \text{ y } \alpha = 0,00392 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m \cdot K}$$

6. Calcular la caída de tensión:

- a. Para el cableado entre strings e inversores (nótese que, al ser el lado de continua, el cableado de cada string forma un camino cerrado con las entradas positiva y negativa del inversor) mediante la siguiente expresión:

$$\Delta V_{cc}(\%) = 2 \cdot \frac{\rho_{Cu}(T_{cond}) \cdot L_{cond} \cdot I_{pmp_nom}}{Sección \cdot V_{pmp_nom}} \cdot 100\%$$

- b. Para los tramos entre inversores y centros de transformación, se calculará la caída de tensión suponiendo un factor de potencia unitario y, por otro lado, la caída de tensión con el factor de potencia inductivo mínimo de la hoja de características del inversor (0,8), suponiendo una reactancia de 0,08Ω/km :

$$\Delta V_{ca,1}(\%) = \sqrt{3} \cdot \frac{\rho_{Cu}(T_{cond}) \cdot L_{cond} \cdot I_{inv_{out_nom}}}{Sección \cdot V_{inv_{out_nom}}} \cdot 100\%$$

$$\Delta V_{ca,0,8}(\%) = \sqrt{3} \cdot \left(\frac{\rho_{Cu}(T_{cond}) \cdot L_{cond} \cdot \cos\varphi}{Sección \cdot V_{inv_{out_nom}}} + X \cdot \text{sen}\varphi \right) \cdot I_{inv_{out_nom}} \cdot 100\%$$

5.2.3 SECCIONES A UTILIZAR EN LOS TRAMOS STRING-INVERSOR (CC)

Como se ha indicado anteriormente, el módulo ATERSA A-550M seleccionado incorpora por defecto cables conectores de sección 4mm² para la interconexión en serie, sección que cumple con un margen holgado el criterio térmico.

Dado que todos los strings están formados por 24 módulos en serie y no hay conexiones en paralelo, la longitud de los conectores incorporados y las tensiones e intensidades nominales serán las mismas para todos los strings, por lo que se calcula la caída de tensión de este tramo y se obtiene un valor de 0,40%, que será el mínimo o la caída de tensión base.

Empleando una sección de 4mm² para todos los strings, únicamente 3 strings de 580 en la Opción 1, con una caída de tensión más desfavorable de un 1,59%, y 8 strings de 476 en la Opción 2 (máxima caída de tensión 1,76%) superan el valor de referencia de caída de tensión de 1,5%, por lo que utilizar dicha sección se consideraría válido.

No se empleará conductor de tierra en este tramo al estar los módulos en contacto con el terreno a través de la estructura metálica, actuando esta como conexión a tierra.

No obstante, se aborda también la alternativa de aumentar a 6mm² la sección del tramo comprendido entre el conexionado de módulos y el inversor con el objeto de reducir las pérdidas y el desgaste del cableado y su aislamiento.

En la siguiente gráfica se puede apreciar, para cada alternativa, la distribución de las caídas de tensión, representando el eje vertical el porcentaje de strings con una caída de tensión igual o menor que los valores del eje horizontal.

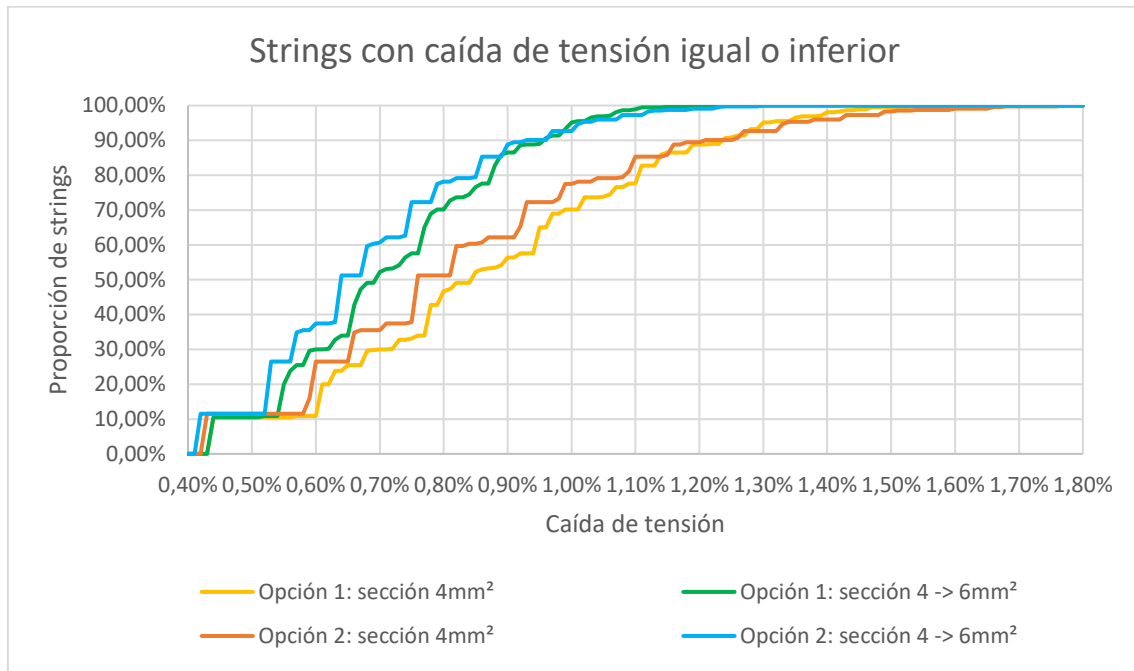


Figura 12: distribución de las caídas de tensión.

Por otro lado, para determinar la rentabilidad de este aumento de sección, se lleva a cabo un estudio sencillo para comparar el ahorro que supondría durante la vida útil de la instalación (25 años) la diferencia de pérdidas por efecto Joule (Pérdidas Joule = $R \cdot I^2$, siendo R la resistencia óhmica del cableado e I la intensidad que circularía por él) con el sobrecoste en la inversión inicial que implicaría.

Se supondrá, de manera aproximada, que a lo largo de todo el año, las pérdidas de la opción con estructura fija a 30° son las equivalentes a 4 HSP diarias funcionando a corriente nominal de diseño. Para la opción con seguimiento limitado a 55°, se estimarán 5 HSP diarias. Además, se tomará un factor de emisiones de CO₂ evitadas de 0,2 toneladas por cada MWh generado por la instalación fotovoltaica.

	Energía no perdida a los 25 años (MWh)	Toneladas de CO2 evitadas a los 25 años	Sobrecoste cableado inicial (€)
Opción 1: estructura fija 30°	434,95	86,99	16.961,91
Opción 2: seguimiento hasta 55°	423,49	84,70	13.211,92

Tabla 24: resumen del estudio de ahorro energético y sobrecoste inicial por aumento de sección de 4 a 6 mm².

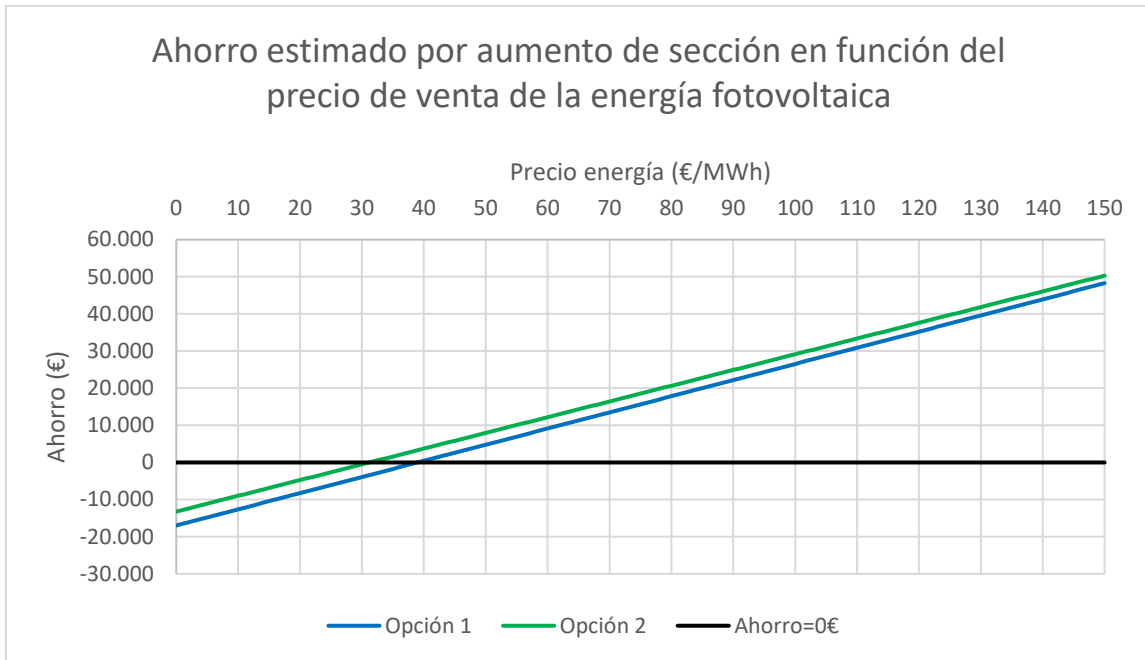


Figura 13: ahorro por aumento de sección en función del precio de venta de la energía.

Tal y como se puede apreciar en la gráfica, el aumento de sección sería rentable para un precio de venta de la energía fotovoltaica igual o superior a 30-40€/MWh, los cuales son valores bajos en comparación con el precio de mercado y las últimas subastas de energía fotovoltaica. En cualquier caso, el estudio de precios de venta energía se abordará posteriormente.

Si bien el ahorro obtenido no es determinante, resulta interesante aumentar la sección de los tramos comprendidos entre módulos y el inversor hasta los **6mm²** en vista de evitar pérdidas y reducir el deterioro del cableado y su aislante.

5.2.4 SECCIONES A UTILIZAR EN LOS TRAMOS INVERSOR-CT (CA)

Aunque la sección mínima a utilizar por criterio térmico, 120mm², tiene una intensidad máxima admisible superior a la máxima del inversor y cumple holgadamente la restricción de caída de tensión máxima (para la opción de estructura fija, la caída de tensión del tramo inversor-CT más desfavorable sería de un 0,67%, mientras que para la opción de estructura con seguimiento, dicha caída de tensión máxima sería de un 1,02%), se opta por aumentar la sección del cableado de estos tramos hasta los **185 mm²**, para mantener la temperatura de los conductores por debajo de 50°C a temperatura ambiente nominal (20°C), y por debajo de 70°C en condiciones de temperatura ambiente e intensidad de salida del inversor máxima.

Además, con la sección elegida, se cumpliría la condición de intensidad máxima admisible del cableado (125% de la intensidad máxima de salida del generador, en este caso el inversor) recogida en la ITC-BT-40 [4].

Para dimensionar la sección del neutro, se sigue la ITC-BT-18 [4], que determina que para secciones de fase mayores que 35mm², la sección mínima de los conductores de protección debe ser la normalizada igual o inmediatamente superior a la mitad de la sección de los conductores de fase (95mm²). En este caso, se adopta una sección del neutro y de la toma de tierra igual a la de fase, **185mm²**.

5.3 RESUMEN DE SECCIONES Y CAÍDAS DE TENSIÓN POR INVERSOR

-Opción 1: estructura fija a 30º:

Inversor	Sección CC (mm ²)	%cdt CC máxima	Sección CA (mm ²)	%cdt CA (fdp=1)	%cdt CA (fdp=0,8)
A1-1	6	0,99%	185	0,36%	0,46%
A1-2	6	0,88%	185	0,32%	0,41%
A1-3	6	0,99%	185	0,27%	0,35%
A1-4	6	0,88%	185	0,34%	0,43%
A1-5	6	0,99%	185	0,23%	0,29%
A1-6	6	1,10%	185	0,10%	0,12%
A1-7	6	0,99%	185	0,07%	0,09%
A1-8	6	1,03%	185	0,15%	0,19%
A1-9	6	1,10%	185	0,13%	0,16%
A1-10	6	1,09%	185	0,16%	0,21%
A1-11	6	1,00%	185	0,21%	0,27%
A1-12	6	0,95%	185	0,35%	0,45%
A2-1	6	1,18%	185	0,29%	0,37%
A2-2	6	0,96%	185	0,16%	0,21%
A2-3	6	1,07%	185	0,30%	0,39%
A2-4	6	1,03%	185	0,17%	0,22%
A2-5	6	1,03%	185	0,09%	0,11%
A2-6	6	1,14%	185	0,14%	0,18%
A2-7	6	0,92%	185	0,09%	0,11%
A2-8	6	0,92%	185	0,12%	0,16%
A2-9	6	0,83%	185	0,26%	0,33%
A2-10	6	0,83%	185	0,23%	0,29%
A2-11	6	0,78%	185	0,25%	0,31%
A2-12	6	0,81%	185	0,37%	0,47%
B-1	6	1,06%	185	0,25%	0,32%
B-2	6	0,99%	185	0,24%	0,31%
B-3	6	1,17%	185	0,15%	0,19%
B-4	6	0,87%	185	0,18%	0,23%
B-5	6	0,84%	185	0,28%	0,35%
B-6	6	1,10%	185	0,09%	0,12%
B-7	6	0,77%	185	0,23%	0,30%
B-8	6	0,99%	185	0,30%	0,39%
B-9	6	1,09%	185	0,23%	0,29%
B-10	6	1,06%	185	0,19%	0,25%
B-11	6	0,92%	185	0,29%	0,38%

Tabla 25: resumen de secciones y caídas de tensión por inversor para la Opción 1 (estructura fija a 30º).

-Opción 2: seguimiento en inclinación hasta 55º:

Inversor	Sección CC (mm ²)	%cdt CC máxima	Sección CA (mm ²)	%cdt CA (fdp=1)	%cdt CA (fdp=0,8)
A-1	6	1,24%	185	0,38%	0,48%
A-2	6	0,80%	185	0,32%	0,41%
A-3	6	1,02%	185	0,36%	0,45%
A-4	6	0,86%	185	0,24%	0,30%
A-5	6	1,13%	185	0,20%	0,25%
A-6	6	1,25%	185	0,20%	0,26%
A-7	6	0,98%	185	0,17%	0,21%
A-8	6	1,03%	185	0,24%	0,30%
A-9	6	0,94%	185	0,14%	0,18%
A-10	6	1,05%	185	0,22%	0,27%
A-11	6	1,05%	185	0,17%	0,21%
A-12	6	1,09%	185	0,22%	0,28%
A-13	6	1,02%	185	0,26%	0,33%
A-14	6	0,75%	185	0,38%	0,48%
B-1	6	1,02%	185	0,39%	0,49%
B-2	6	1,24%	185	0,58%	0,73%
B-3	6	1,02%	185	0,35%	0,44%
B-4	6	1,13%	185	0,58%	0,73%
B-5	6	1,31%	185	0,42%	0,53%
B-6	6	0,91%	185	0,25%	0,32%
B-7	6	1,16%	185	0,37%	0,46%
B-8	6	0,91%	185	0,24%	0,30%
B-9	6	1,13%	185	0,47%	0,59%
B-10	6	0,91%	185	0,20%	0,25%
B-11	6	1,08%	185	0,41%	0,52%
B-12	6	0,76%	185	0,19%	0,23%
B-13	6	0,98%	185	0,39%	0,50%
B-14	6	0,90%	185	0,40%	0,51%

Tabla 26: resumen de secciones y caídas de tensión por inversor para la Opción 2 (seguimiento en inclinación hasta 55º).

5.4 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

En este apartado se calcularán los parámetros que deberán cumplir los dispositivos que protegerán la instalación eléctrica frente a sobrecargas y cortocircuitos.

5.4.1 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN DEL LADO DE CONTINUA

La protección de la instalación eléctrica desde los módulos hasta los inversores se llevará a cabo mediante fusibles en cada uno de los strings.

Por razones de seguridad, el rango de funcionamiento de estos dispositivos debe ser tal que su corriente de actuación sea superior a la máxima que circularía por los strings a temperatura ambiente máxima de diseño ($I_{sc_max}=14,42A$), pero menor que la intensidad máxima admisible del cableado (37,72A) en dichas condiciones.

La norma UNE-HD 60364 considera que la protección frente a sobrecargas es efectiva si se cumplen dos condiciones, a las que se debe añadir una tercera determinada por la norma UNE-HD 60269 dado que la instalación se protegerá con fusibles normalizados tipo gG.

Dichas condiciones, aplicadas a este caso particular se recogen a continuación:

$$I_B(I_{sc_{max}} = 14,42A) \leq I_N(I_{fusible}) \leq I_Z(I_{max\ adm\ cableado} = 37,72A)$$

$$I_2(fusible\ gG \rightarrow 1,6 \cdot I_N) \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Se podría escoger entre fusibles de 16A, 20A, 25A y 32A para satisfacer las desigualdades anteriores. No obstante, antes de decantarse por una de las opciones, es conveniente analizar si protegen también en caso de cortocircuito.

Para garantizar la protección frente a cortocircuitos, se deberá cumplir la siguiente desigualdad:

$$I^2t < K^2S^2$$

Siendo I^2t un parámetro del fusible indicado en su ficha técnica, K una constante que depende de los materiales de conductor y aislante (para cobre aislado con XLPE, toma un valor de 140) y S la sección del cableado (6mm² para todos los strings).

Considerando lo recogido en la siguiente tabla, se puede comprobar que todas las opciones son adecuadas para la protección frente a cortocircuitos:

Fusible normalizado	Poder de corte	I^2t	K^2S^2
16A	20kA	333	705.600
20A	20kA	392	705.600
25A	20kA	508	705.600
32A	20kA	976	705.600

Tabla 27: verificación de la protección frente a cortocircuitos de las posibles alternativas de fusible.

Dado que todas las opciones garantizan una adecuada protección ante cortocircuitos, se opta por escoger la opción más conservadora de fusibles de **16A**.

5.4.2 PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN DEL LADO DE ALTERNA

La protección frente a sobrecargas y cortocircuitos de la instalación eléctrica de alterna se asegurará mediante interruptores automáticos.

El intervalo de corrientes donde este dispositivo actuaría correctamente debe tener como límite inferior la intensidad de salida máxima de los inversores, y como límite superior la intensidad máxima del cableado en las condiciones más desfavorables cuando la temperatura ambiente es la máxima de diseño (50°C).

Del mismo modo que en el apartado anterior, se verificará el cumplimiento de las condiciones establecidas por la norma UNE-HD 60364 [7]. No obstante, al emplearse interruptores automáticos en este caso, se debe considerar la norma UNE 60947:

$$I_B(I_{inv\ out,max} = 155,20A) \leq I_N IA \leq I_Z (I\ máx\ adm\ cableado\ alterna = 212,21A)$$

$$I_2(IA \rightarrow 1,3 \cdot I_N IA) \leq 1,45 \cdot I_Z$$

Se selecciona un interruptor automático de **160A** para satisfacer todas las condiciones anteriores.



Ilustración 5: Interruptor automático de 160A seleccionado, de Schneider Electric

Elegido el dispositivo, se verifica que proteja adecuadamente frente a cortocircuitos comprobando, análogamente al apartado de protecciones de la parte de continua, que se cumple la siguiente desigualdad:

$$I^2t < K^2S^2$$

Siendo I^2t un parámetro determinado por la curva de respuesta del interruptor ante la intensidad de cortocircuito, K una constante que depende de los materiales de conductor y aislante (al tratarse también de cobre aislado con XLPE, se mantiene el valor de 140) y S la sección del cableado (120mm² para todos los tramos).

Se analizará la línea más corta puesto que es la que menor resistencia ofrecería a un cortocircuito, de modo que si esta se concluye protegida, esta condición se extenderá a todas.

En primer lugar, se supondrá una intensidad de cortocircuito inicial de 50 veces la corriente máxima de salida de inversores:

$$I_{inv, cc_{inicio}} = 50 \cdot I_{inv, out_{max}} = 50 \cdot 155,20A = 7.760A$$

Para entrar a la curva del interruptor, es necesario conocer el cociente de la intensidad de cortocircuito y la nominal:

$$\frac{I_{inv, cc_{inicio}}}{I_{n_{IA}}} = \frac{7.760A}{160A} = 48,5$$

De acuerdo con la curva de comportamiento de la ficha técnica, se garantiza un tiempo de disparo inferior a 0,01s para corrientes mayores o iguales que 25 veces la nominal (4.000A), por lo que se tomará este valor para comprobar la desigualdad indicada anteriormente:

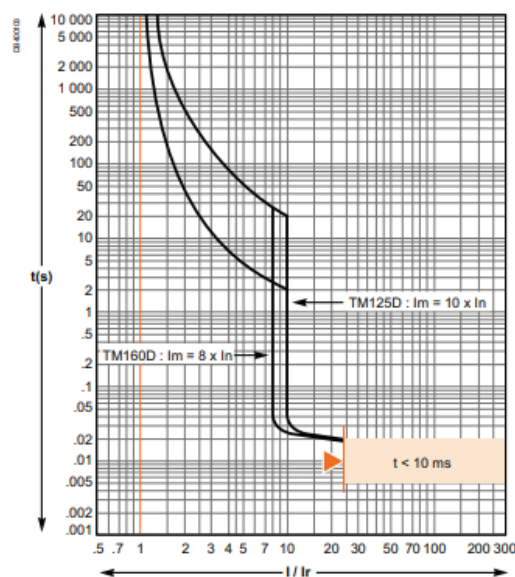


Figura 14: curva de funcionamiento del IA seleccionado

Se verifica el cumplimiento de la desigualdad para la intensidad de cortocircuito inicial:

$$I^2 t < K^2 S^2 \rightarrow 7.760^2 \cdot 0,01 < 140^2 \cdot 185^2 \rightarrow 602.176 < 6,71 \cdot 10^8$$

Para poder dar por asegurada la protección de esta parte de la instalación frente a cortocircuitos, se comprueba que protege la línea más corta hasta la intensidad final del cortocircuito (la intensidad al final de la línea cuando el conductor ha alcanzado la temperatura máxima de 90°C):

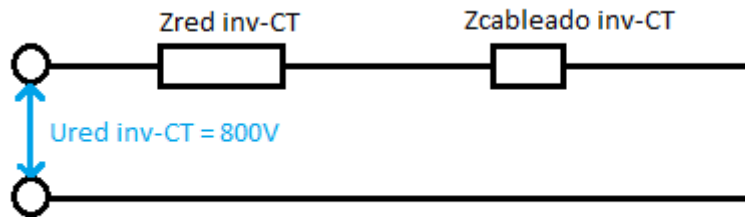


Figura 15: esquema básico de las líneas desde inversores hasta centros de transformación

Dicha intensidad se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$I_{inv, cc_{fin}} = \frac{U_{red_{inv-CT}}}{\sqrt{3} \cdot (Z_{red_{inv-CT}} + Z_{cableado_{inv-CT}})}$$

Siendo $U_{red_{inv-CT}}$ la tensión de salida de inversores (800V), $Z_{red_{inv-CT}}$ la impedancia de la red al inicio del cortocircuito entre inversores y centros de transformación y $Z_{cableado_{inv-CT}}$ la resistencia del cableado a 90°C al final de la línea:

$$Z_{red_{inv-CT}} = \frac{U_{red_{inv-CT}}}{\sqrt{3} \cdot I_{inv, cc_{inicio}}} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot 7.760} = 0,0595\Omega$$

Dado que la longitud de la línea más corta es de 22,10m (inversor A1-7), y teniendo en cuenta que la resistividad del cobre a 90°C toma el valor $\rho_{Cu,90^\circ C} = 0,022429 \frac{\Omega \cdot mm^2}{m}$, la resistencia de un conductor en dichas condiciones es:

$$Z_{cableado_{inv-CT}} = \rho_{Cu,90^\circ C} \cdot \frac{L_{línea\ inv.A1-7}}{S} = 0,022429 \cdot \frac{22,10}{185} = 0,0027\Omega$$

Conocidos todos los parámetros necesarios, se calcula la intensidad de cortocircuito final y su cociente respecto a la intensidad nominal del IA:

$$I_{inv, cc_{fin}} = \frac{800}{\sqrt{3} \cdot (0,0595 + 0,0027)} = 7.425,73A$$

$$\frac{I_{inv, cc_{fin}}}{I_{n_{IA}}} = \frac{7.425,73}{160A} = 46,41$$

Como se ha indicado anteriormente, el interruptor automático garantiza un tiempo de disparo inferior a 0,01s para corrientes mayores o superiores a 25 veces la nominal, por lo que se toma nuevamente este valor para determinar que, efectivamente, se cumple:

$$I^2t < K^2S^2 \rightarrow 7.425,73^2 \cdot 0,01 < 140^2 \cdot 185^2 \rightarrow 551.415 < 6,71 \cdot 10^8$$

Tras todos los cálculos y verificaciones realizadas, se concluye que esta parte de la instalación está protegida frente tanto a sobrecargas como a cortocircuitos.

5.5 PROTECCIÓN PARA LAS PERSONAS

5.5.1 LADO DE ALTERNA

En el presente apartado se dimensionará la puesta a tierra del lado de alterna de la instalación, siguiendo un esquema TT (neutro y masas a tierra), para garantizar la seguridad de las personas siguiendo la ITC-BT-24 [4], para lo cual deberá tenerse en cuenta la resistividad eléctrica del terreno (de acuerdo con el visor cartográfico de la GVA, el terreno del emplazamiento está constituido principalmente por arcillas, por lo que toma un valor de $\rho_{\text{terreno}}=100\Omega \cdot m$)

Dado que la planta se encuentra al aire libre, se tomará una tensión límite de 24V (local húmedo), empleando interruptores diferenciales de 300mA.

Se debe cumplir la siguiente desigualdad:

$$I_{\Delta N}(300mA) \cdot R_A(R \text{ puesta a tierra}) \leq U_L (24V, \text{local húmedo})$$

Por ende, la longitud de la pica, teniendo en cuenta que un tramo de 80cm no estará enterrado, debe ser tal que se satisfaga:

$$\frac{24V}{0,3A} = R_A = 80\Omega \geq \frac{\rho_{\text{terreno}}(100\Omega \cdot m)}{L_{\text{pica}}} \rightarrow L_{\text{pica}} > \frac{R_A}{\rho_{\text{terreno}}}$$

Se obtiene una longitud de pica mínima de **1,29m** para poder emplear interruptores diferenciales de 300mA.

5.5.2 LADO DE CONTINUA

El sistema de protección frente a contactos indirectos en el lado de corriente continua es IT y, en consecuencia, las partes activas de la instalación están aisladas de tierra y tanto las envolventes conductoras accesibles de los módulos como las estructuras soporte se conectan a una puesta a tierra de protección.

La vigilancia de aislamiento la realiza una de las protecciones del propio inversor que se regulará conforme lo recogido en la ITC-BT-19 [4], que establece una resistencia de aislamiento mayor o igual a $1M\Omega$.

No obstante, al ser la longitud total del cableado de este tramo muy superior a 1 hectómetro, se puede tomar una resistencia de aislamiento mínima inferior a $1M\Omega$:

$$R_{\text{aislamiento}} \geq \frac{1M\Omega}{L_{\text{cableado CC}}(Hm)}$$

Teniendo en cuenta la opción con menor longitud de cableado en este tramo, se obtiene una resistencia de aislamiento mínima de $3k\Omega$, por lo que para guardar un margen se ajustará a **$10k\Omega$** este parámetro del inversor.

6 INSTALACIÓN DE ALTA TENSIÓN

6.1 PUESTA A TIERRA DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

En el presente apartado se realizarán los cálculos y comprobaciones necesarias para garantizar la seguridad de las personas en la instalación, siguiendo las indicaciones de la ITC-RAT-13 [6], y de los documentos de Iberdrola MT 2.11.33 (Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal inferior a 30kV, fecha Mayo 2019) [13] y MT 2.11.20 (Proyecto tipo para centro de seccionamiento para conexión de instalaciones particulares, fecha Mayo 2019) [14].

Datos de partida

- La resistividad del terreno, como se ha indicado anteriormente, es 100Ωm
- La tierra de protección y la tierra de servicio (neutro) están unidas
- Las pantallas de los cables de media tensión se conectan a tierra en ambos extremos
- La puesta a tierra del neutro en las Subestaciones a las que se conecta esta instalación es una reactancia zig-zag de 500A con una reactancia equivalente $XL_{Th}=25,4 \Omega$.
- El valor $I_1 F_p' \cdot t=400 \text{ A}\cdot\text{s}$ en las subestaciones a las que se conecta esta instalación

Teniendo en cuenta las dimensiones de los CT y del CS prefabricados de superficie, el Manual Técnico MT indica que le corresponde una Configuración de Puesta a Tierra: CPT-CT-A-(5x8)+8P

Para esta configuración:

- $K_r=0,06133$
- $K_r'=0,088$
- $K_{p_{t-t}}=0,01216$
- $K_{p_{a-t}}=0,02948$

En consecuencia, para cada CT o CS:

Resistencia a tierra del CT

$$R_T = K_r \cdot \rho_{\text{terreno}} = 0,06133 \cdot 100 = 6,133\Omega$$

Parámetro r_E

Dado que las tierras de protección y la de servicio están unidas y hay varios CTs, todas las tierras están en paralelo. Se calcula su resistencia equivalente y el cociente entre dicho equivalente y la resistencia a tierra del CT.

$$R_{pant} = \frac{\rho_{terreno} \cdot K_r'}{N} = \frac{100 \cdot 0,088}{3} = 2,93\Omega$$

$$R_{TOT} = \frac{R_T \cdot R_{pant}}{R_T + R_{pant}} = \frac{6,133 \cdot 2,93}{6,133 + 2,93} = 1,98\Omega$$

$$r_E = \frac{R_{TOT}}{R_T} = \frac{1,98}{6,133} = 0,323$$

Corriente de defecto a tierra

$$I'_{1FP} = \frac{1,1 \cdot U_N}{r_E \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_T)^2 + \left(\frac{X_{LTH}}{r_E}\right)^2}} = \frac{1,1 \cdot 20.000}{0,323 \cdot \sqrt{3} \cdot \sqrt{(6,133)^2 + \left(\frac{25,4}{0,323}\right)^2}} = 498,55A$$

Tensiones de paso máximas que aparecen en la instalación

$$U'_{p1} = K_{p,t-t} \cdot \rho_{terreno} \cdot r_E \cdot I'_{1FP} = 0,01216 \cdot 100 \cdot 0,323 \cdot 497,12 = 195,25V$$

$$U'_{p2} = K_{p,a-t} \cdot \rho_{terreno} \cdot r_E \cdot I'_{1FP} = 0,02948 \cdot 100 \cdot 0,323 \cdot 497,12 = 473,36V$$

Tensión máxima aplicada a la persona

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_{terreno}}{Z_b}} = \frac{27,32}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 100}{1000}} = 34,88V$$

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p2}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_{terreno} + 3\rho_s}{Z_b}} = \frac{66,23}{1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 100 + 3 \cdot 3000}{1000}} = 33,09V$$

Siendo U'_{pa1} la tensión aplicada con ambos pies en el terreno y U'_{pa2} la tensión aplicada con un pie en el terreno y otro en la acera.

Duración de la corriente de falta para actuación de las protecciones

$$t_F = \frac{400}{I'_{1FP}} = 0,8s$$

Tensión de paso admisible establecida por el RAT

Para un tiempo de actuación de 0,8s, la tensión de contacto admisible es 146V, por lo que la tensión de paso aplicada máxima admisible ($U_{pa}=10 \cdot U_{ca}$) para dicho tiempo no será superior a 1.460V.

Dado que las tensiones aplicadas son menores que la máxima admisible, la puesta a tierra considerada cumple con los requisitos reglamentarios. Además, presenta una resistencia de $R_T=61,33\Omega$, que cumple también con lo exigido.

Tensión que aparece en la instalación

$$V_{inst} = I'_{1FP} \cdot R_{TOT} = 497,12 \cdot 1,98 = 984,3 \text{ V}$$

Como la tensión máxima que aparecería en la instalación es inferior a la que soporta el cableado de BT (1kV), se cumple con el requisito establecido.

Para evitar riesgo por tensión de contacto en el exterior, se instalará una acera perimetral de hormigón a 1,2m de las paredes del CT, con un mallazo electrosoldado con redondos de al menos 4mm de diámetro que formarán una retícula de máximo 0,3 x 0,3m a una profundidad de al menos 0,1m, el cual se conectará a un punto de la puesta a tierra de protección del CT.

Con el mismo fin pero en el interior, se instalará en el suelo del CT un mallazo electrosoldado de iguales características, recubierto con una capa de hormigón de al menos 10cm de espesor, y conectado en, como mínimo, dos puntos preferentemente opuestos a la puesta de tierra de protección.

Dado que el centro de seccionamiento también será prefabricado y de dimensiones idénticas a los centros de transformación, la puesta a tierra será idéntica a la calculada para los CTs.

6.2 LÍNEAS DE EVACUACIÓN DE 20 kV

En el presente apartado, se dimensionarán las líneas de evacuación de 20kV para transportar la energía producida a la subestación o las subestaciones más próximas e inyectarla a la red de distribución, basándose en todo momento en el Proyecto Tipo de Línea Subterránea de A.T. hasta 30kV de Iberdrola [8] (Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.31.01).

En contraposición a la instalación de baja tensión, las líneas de evacuación utilizarán conductores de aluminio, enterrados a 1 metro de profundidad.

Los centros de transformación del parque se conectarán formando una red anillada de la cual saldrán dos líneas de evacuación, de forma que se incrementa la garantía del suministro.

6.2.1 SUBESTACIONES PRÓXIMAS

Subestación más cercana: Sierra de Mira

La subestación construida más cercana, perteneciente al parque eólico Sierra de Mira, se encuentra a una distancia de aproximadamente 6km en línea recta, aunque la longitud de la línea se verá incrementada debido al trazado.

Dicho parque eólico, operado por Iberdrola, cuenta con 45 turbinas eólicas Gamesa G52/850, de 52m de diámetro y 850kW de potencia nominal cada una, para un total de potencia instalada de 38,25MW.

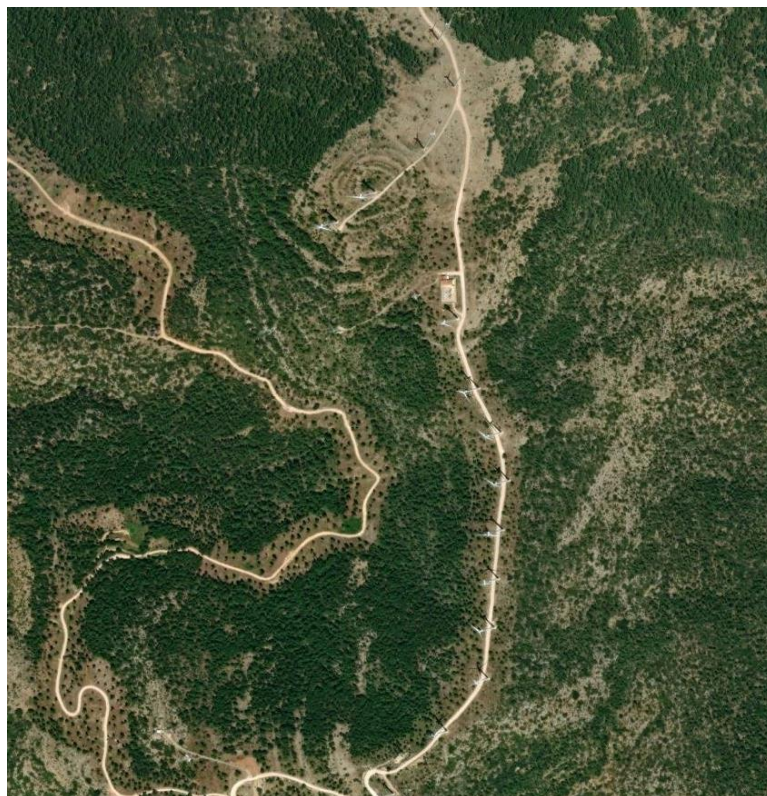


Ilustración 6: vista aérea del parque eólico Sierra de Mira. Fuente: visor cartográfico GVA.

Parque Fotovoltaico Las Sabinillas

El parque Campasol CRPH también podría evacuar su energía a la subestación del Parque Fotovoltaico Las Sabinillas, de potencia nominal 32MW y situada a 9km de distancia en línea recta.

Aunque esta alternativa será considerada, dado que tener conexión con dos subestaciones aumentaría notablemente la fiabilidad del suministro de energía, debe tenerse en cuenta de que se trata de un proyecto en tramitación, por lo que se desconoce cuándo estará operativa la subestación y si finalmente esta será construida.

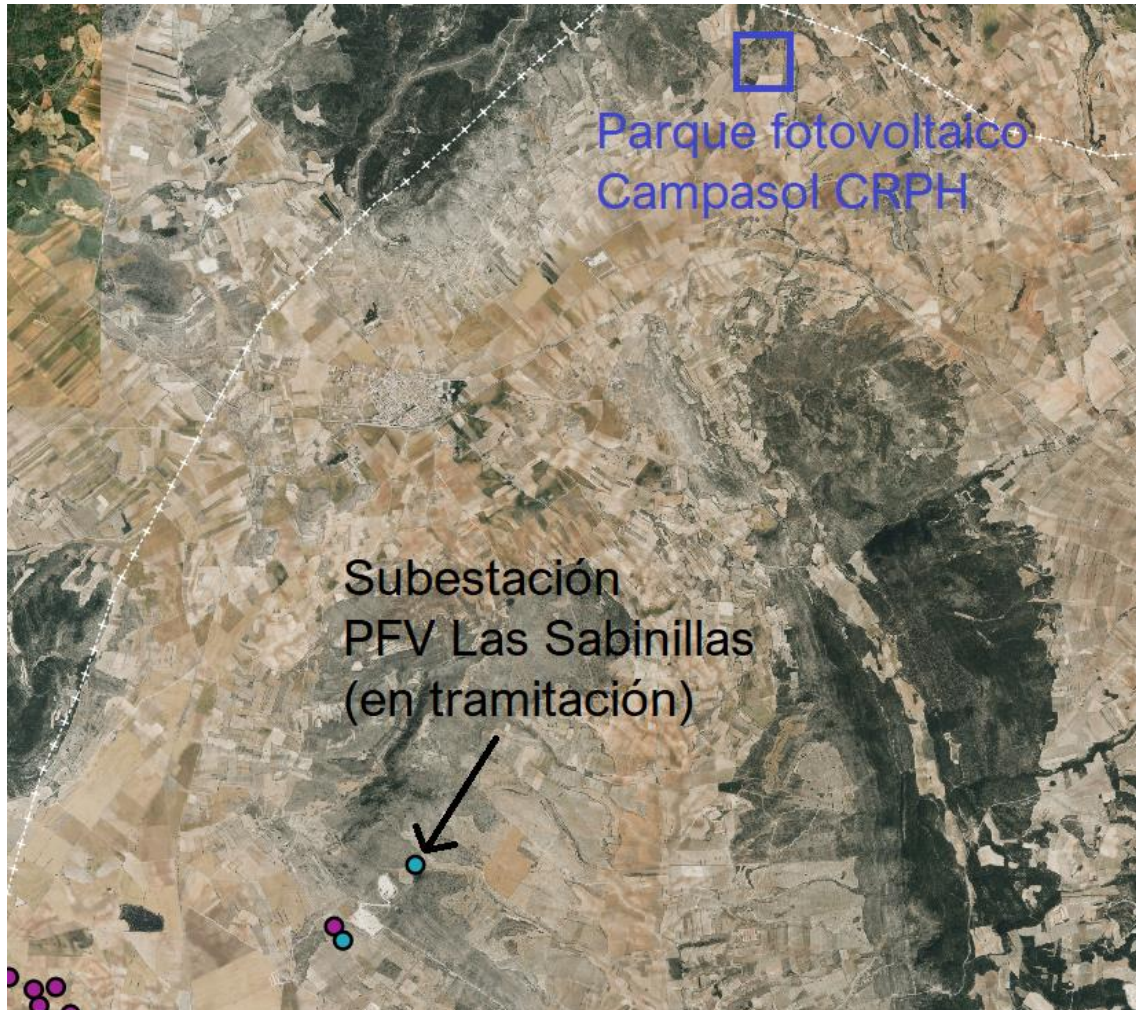


Ilustración 7: localización de la subestación del PFV Las Sabinillas y de Campasol CRPH. Fuente: visor cartográfico GVA.

6.2.2 CÁLCULO DE LAS LÍNEAS

Trazado

El trazado de las líneas se realiza de manera que discurra por caminos públicos, evitando que interfiera por parcelas privadas para ahorrar costes y trámites administrativos.

Se obtiene una longitud de línea de 9,3km para la conexión con con el parque eólico Sierra de Mira, mientras que para enlazar con la fotovoltaica en tramitación Las Sabinillas, la longitud del trazado aumenta hasta los 12,3km.

Intensidades de línea

Conocidas las longitudes de las dos posibles trazados, se calcula la corriente que circularía por una línea al evacuar el total de potencia nominal de centros de transformación:

$$I_{LÍNEA} = \frac{S_{CT} (kVA)}{\sqrt{3} \cdot U_{LÍNEA} (20 kV)}$$

Para la Opción 1 (estructura fija a 30º, 7.500kVA de potencia instalada de CTs):

$$I_{LÍNEA_OPC1} = \frac{7.500 kVA}{\sqrt{3} \cdot U_{LÍNEA} (20 kV)} = 216,51A$$

Para la Opción 2 (seguimiento en inclinación hasta 55º, 6.000kVA de potencia instalada de CTs):

$$I_{LÍNEA_OPC2} = \frac{6.000 kVA}{\sqrt{3} \cdot U_{LÍNEA} (20 kV)} = 173,21A$$

Intensidad máxima admisible

En la siguiente tabla, se recogen las intensidades máximas admisibles en servicio permanente para conductores de aluminio en interior de tubos enterrados a una profundidad de 1 metro y resistividad térmica del terreno 1,5Wm/K.

Sección (mm ²)	Tipo de aislamiento	
	XLPE	HEPR
240	320	345
630	535	588

Tabla 28: intensidades máximas admisibles para conductores de aluminio en tubos enterrados (desde 18 hasta 30kV). Fuente: Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.31.01 Iberdrola [8]

Si no se aplica ningún factor de corrección, emplear una sección de 240 mm² pues su intensidad máxima admisible en servicio es holgadamente superior a la que circularía por la línea evacuando toda la potencia de centros de transformación, tanto para la Opción 1 como para la Opción 2.

No obstante, en caso de conectar la instalación solo a una subestación, se construirían dos líneas con el mismo recorrido, por lo que es conveniente tener en cuenta los factores de corrección por agrupamiento para dos ternas de cable, recogidos en la siguiente tabla:

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternas de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables bajo tubo	En contacto (d=0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	-
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	-	-	-	-

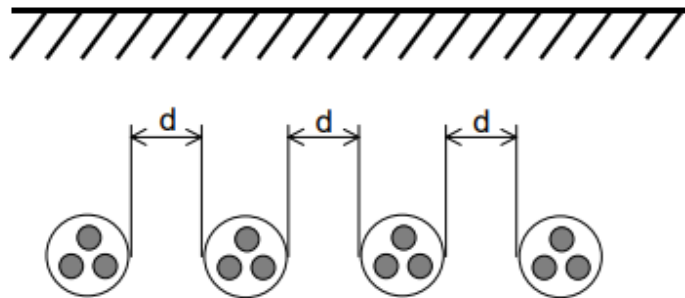


Tabla 29: Factores de corrección por distancia entre ternos de cables unipolares agrupados bajo tierra. Fuente: Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.31.01 Iberdrola.

Tomando un valor de 0,8 (en contacto) como caso más extremo, las intensidades máximas admisibles corregidas se recogen en la siguiente tabla:

Sección (mm ²)	Aislamiento XLPE	Aislamiento HEPR
240	256,00	276,00
630	428,00	470,40

Tabla 30: intensidades máximas corregidas para conductores de aluminio enterrados.

Sigue siendo posible emplear una sección de 240 mm² para cumplir con el criterio de intensidad máxima admisible. No obstante, dicha sección se puede ver mayorada al comprobar el criterio de máxima caída de tensión admisible.

Se opta por emplear aislamiento HEPR, al tener una mayor intensidad máxima admisible y soportar una temperatura máxima en servicio superior (105°C).

Caída de tensión máxima admisible

Para determinar finalmente la sección a utilizar, se limita la caída de tensión al final de las líneas a un 5%.

La impedancia de la línea se calcula utilizando los parámetros de resistencias óhmicas y reactancias por unidad de longitud recogidos en la siguiente tabla:

Sección mm ²	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase al tresbolillo Ω /km
240	12/20	0,169	0,105
400		0,107	0,098
240	18/30	0,169	0,113
400		0,107	0,106
630		0,062	0,096

Tabla 31: características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR). Fuente: Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.31.01 Iberdrola.

La caída de tensión se calcula tomando la fórmula ya empleada en el diseño del tramo de corriente alterna de la instalación de baja tensión, aplicándola a este caso:

$$cdt (\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{LINEA} \cdot (R_{LINEA} \cdot \cos\varphi + X_{LINEA} \cdot \sen\varphi)}{20kV}$$

$$R_{LINEA} = 0,169 \frac{\Omega}{km} \cdot L_{LINEA}; X_{LINEA} = 0,105 \frac{\Omega}{km} \cdot L_{LINEA}; \cos\varphi = 0,9; \sen\varphi = 0,4359$$

En la siguiente tabla se recogen las caídas de tensión de calculadas para todas las posibilidades, siendo en todos los casos inferior al 5%:

Alternativa	Opción 1: I _{LÍNEA} =216,51A	Opción 2: I _{LÍNEA} =173,21A
Línea hasta SIERRA DE MIRA (L _{LÍNEA} =9,3km)	3,43%	2,74%
Línea hasta LAS SABINILLAS (L _{LÍNEA} =12,3km)	4,53%	3,63%

Tabla 32: caídas de tensión al final de la línea de evacuación para todas las posibilidades

Se cumplen tanto el criterio de caída de tensión como el de intensidad máxima admisible, por lo que se empleará una sección de conductor de aluminio de **240mm²**, con aislamiento HEPR, en tubo enterrado a 1 metro de profundidad para las líneas de evacuación.

6.2.3 PROTECCIONES DE LA LÍNEA

Conforme indica la MIE-RAT del Reglamento de Instalaciones Alta Tensión y el Manual Técnico MT 3.53.02 SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LÍNEA EN INSTALACIONES DE GENERACIÓN CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE IBERDROLA, se disponen las siguientes funciones de protección:

-27: Relé de subtensión.

-59: Relé de sobretensión.

-81: Relé de frecuencia (máxima y mínima).

-50/51: Protección para sobrecargas y cortocircuitos en fases: instantáneo para cortocircuitos y temporizada para sobrecargas.

-50N/51N: Protección para sobrecargas y cortocircuitos en y en corriente circulando a tierra: instantáneo para cortocircuitos y temporizada para sobrecargas.

-87: Relé diferencial.

-52: Interruptores (A y D normalmente cerrados, B y E normalmente abiertos).

Conexión a ST en Entrada/Salida de una línea acoplada a dos subestaciones

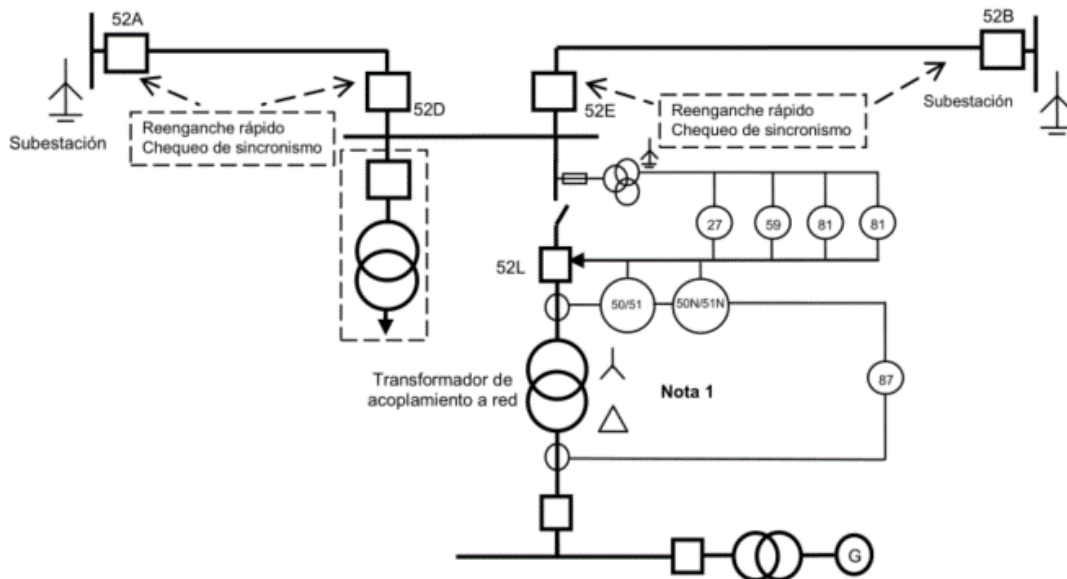


Figura 16: esquema de protección de las líneas subterráneas. Fuente: Manual Técnico MT 3.53.02 SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LÍNEA EN INSTALACIONES DE GENERACIÓN CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE IBERDROLA

Además, la protección de las pantallas de los cables de MT frente a cortocircuitos a tierra está garantizada porque la corriente de cortocircuito calculada es inferior a 500A para un tiempo inferior a 1 segundo. Dado que se utiliza una pantalla de 16mm², es perfectamente admisible.

Intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre, en kA

Aislamiento	Sección mm ²	Duración en segundos								
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
HEPR	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01
XLPE	16	6,08	4,38	3,58	2,87	2,12	1,72	1,59	1,41	1,32
	25	8,46	6,85	4,85	4,49	3,32	2,77	2,49	2,12	2,01

Se supone en el cálculo que las temperaturas iniciales de las pantallas son 20°C inferiores a la temperatura de los conductores.

El cálculo se ha realizado siguiendo la guía de la Norma UNE 211003, aplicando el método indicado en el documento UNE 21192.

Tabla 33: intensidades de cortocircuito admisible en la pantalla de cobre en función de la duración de la falta. Fuente: Manual Técnico MT 3.53.02 SISTEMA DE PROTECCIÓN DE LÍNEA EN INSTALACIONES DE GENERACIÓN CONECTADAS A LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE IBERDROLA

7 ANÁLISIS ENERGÉTICO Y ECONÓMICO

7.1 PRODUCCIÓN ENERGÉTICA DE LA INSTALACIÓN

Haciendo uso de la plataforma PVGIS [3] y teniendo en cuenta la degradación anual lineal de los equipos (2% el primer año y 0,55% a partir del segundo año), se estima la producción fotovoltaica mensual de la instalación para una vida útil de 25 años, obteniendo los siguientes resultados:

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MENSUAL A 25 AÑOS (MWh). OPCIÓN 1: ESTRUCTURA FIJA A 30º													
año mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
1	859	903	1.125	1.146	1.265	1.294	1.371	1.293	1.133	1.030	835	841	13.094
2	842	884	1.102	1.123	1.239	1.268	1.344	1.267	1.111	1.010	818	824	12.833
3	837	879	1.096	1.117	1.232	1.261	1.336	1.260	1.104	1.004	813	820	12.761
4	833	875	1.090	1.110	1.225	1.254	1.329	1.253	1.098	998	809	815	12.689
5	828	870	1.084	1.104	1.218	1.247	1.321	1.246	1.092	993	804	811	12.617
6	823	865	1.077	1.098	1.212	1.239	1.314	1.239	1.086	987	799	806	12.545
7	818	860	1.071	1.091	1.205	1.232	1.306	1.232	1.079	981	795	801	12.473
8	814	855	1.065	1.085	1.198	1.225	1.299	1.225	1.073	976	790	797	12.400
9	809	850	1.059	1.079	1.191	1.218	1.291	1.217	1.067	970	786	792	12.328
10	804	845	1.053	1.072	1.184	1.211	1.284	1.210	1.061	964	781	787	12.256
11	800	840	1.046	1.066	1.177	1.204	1.276	1.203	1.055	959	777	783	12.184
12	795	835	1.040	1.060	1.170	1.197	1.269	1.196	1.048	953	772	778	12.112
13	790	830	1.034	1.054	1.163	1.190	1.261	1.189	1.042	947	767	774	12.040
14	785	825	1.028	1.047	1.156	1.183	1.254	1.182	1.036	942	763	769	11.968
15	781	820	1.022	1.041	1.149	1.175	1.246	1.175	1.030	936	758	764	11.896
16	776	815	1.016	1.035	1.142	1.168	1.238	1.168	1.023	930	754	760	11.824
17	771	810	1.009	1.028	1.135	1.161	1.231	1.161	1.017	925	749	755	11.752
18	766	805	1.003	1.022	1.128	1.154	1.223	1.153	1.011	919	744	750	11.680
19	762	800	997	1.016	1.121	1.147	1.216	1.146	1.005	913	740	746	11.608
20	757	795	991	1.009	1.114	1.140	1.208	1.139	998	908	735	741	11.536
21	752	790	985	1.003	1.107	1.133	1.201	1.132	992	902	731	737	11.464
22	748	785	978	997	1.100	1.126	1.193	1.125	986	896	726	732	11.392
23	743	780	972	991	1.093	1.119	1.186	1.118	980	891	721	727	11.320
24	738	775	966	984	1.086	1.111	1.178	1.111	974	885	717	723	11.248
25	733	770	960	978	1.079	1.104	1.171	1.104	967	879	712	718	11.176
TOTAL	19.764	20.760	25.869	26.356	29.089	29.761	31.546	29.744	26.068	23.695	19.196	19.350	301.199

Tabla 34: producción energética mensual a 25 años para la Opción 1. Fuente: elaboración propia en base a datos de PVGIS.

Proyecto del parque fotovoltaico “CAMPASOL CRPH” de 11 hectáreas en Camporrobles, Valencia

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA MENSUAL A 25 AÑOS (MWh). OPCIÓN 2: SEGUIMIENTO EN INCLINACIÓN HASTA 55º													
año mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	TOTAL
1	922	948	1.145	1.156	1.269	1.302	1.416	1.348	1.153	1.071	884	916	13.530
2	904	929	1.122	1.133	1.244	1.276	1.387	1.321	1.130	1.050	866	897	13.259
3	899	923	1.116	1.126	1.237	1.269	1.380	1.314	1.124	1.044	861	892	13.185
4	894	918	1.110	1.120	1.230	1.262	1.372	1.306	1.117	1.038	856	887	13.110
5	889	913	1.103	1.114	1.223	1.255	1.364	1.299	1.111	1.032	852	882	13.036
6	884	908	1.097	1.107	1.216	1.248	1.356	1.291	1.105	1.026	847	877	12.961
7	879	903	1.091	1.101	1.209	1.240	1.349	1.284	1.098	1.020	842	872	12.887
8	873	897	1.085	1.095	1.202	1.233	1.341	1.277	1.092	1.014	837	867	12.813
9	868	892	1.078	1.088	1.195	1.226	1.333	1.269	1.085	1.009	832	862	12.738
10	863	887	1.072	1.082	1.188	1.219	1.325	1.262	1.079	1.003	827	857	12.664
11	858	882	1.066	1.076	1.181	1.212	1.317	1.254	1.073	997	822	852	12.589
12	853	877	1.059	1.069	1.174	1.205	1.310	1.247	1.066	991	818	847	12.515
13	848	871	1.053	1.063	1.167	1.197	1.302	1.239	1.060	985	813	842	12.441
14	843	866	1.047	1.056	1.160	1.190	1.294	1.232	1.054	979	808	837	12.366
15	838	861	1.041	1.050	1.153	1.183	1.286	1.225	1.047	973	803	832	12.292
16	833	856	1.034	1.044	1.146	1.176	1.278	1.217	1.041	967	798	827	12.217
17	828	850	1.028	1.037	1.139	1.169	1.271	1.210	1.035	961	793	822	12.143
18	823	845	1.022	1.031	1.132	1.162	1.263	1.202	1.028	956	788	817	12.069
19	818	840	1.015	1.025	1.125	1.154	1.255	1.195	1.022	950	784	812	11.994
20	813	835	1.009	1.018	1.118	1.147	1.247	1.188	1.016	944	779	807	11.920
21	807	830	1.003	1.012	1.111	1.140	1.240	1.180	1.009	938	774	802	11.845
22	802	824	996	1.006	1.104	1.133	1.232	1.173	1.003	932	769	797	11.771
23	797	819	990	999	1.097	1.126	1.224	1.165	997	926	764	792	11.696
24	792	814	984	993	1.090	1.119	1.216	1.158	990	920	759	787	11.622
25	787	809	978	987	1.083	1.111	1.208	1.151	984	914	754	781	11.548
TOTAL	21.215	21.797	26.344	26.587	29.191	29.954	32.566	31.006	26.520	24.640	20.330	21.061	311.211

Tabla 35: producción energética mensual a 25 años para la Opción 2. Fuente: elaboración propia en base a datos de PVGIS.

En vista de los resultados obtenidos, la producción energética total y por ende los ingresos por venta de energía y las emisiones de CO₂ evitadas serán prácticamente idénticos para ambas opciones.

No obstante, la opción con seguimiento en inclinación hasta 55º tiene un ratio de energía producida por unidad de potencia pico instalada/superficie de módulos fotovoltaicos un 26% superior al de la opción de inclinación fija de 30º.

7.2 PRECIO DE VENTA DE LA ENERGÍA FOTOVOLTAICA

En el presente apartado se lleva a cabo un estudio para establecer escenarios de precios de venta de la energía eléctrica producida por la instalación fotovoltaica, parte fundamental para la realización del análisis económico de las alternativas y determinar su rentabilidad e idoneidad.

Con el objeto de poder cuantificar dichos precios para cada posibilidad y, se consideran los datos publicados en el B.O.E. y accesibles al público de las últimas 4 subastas del Régimen Económico de Energías Renovables del Gobierno para energía fotovoltaica [9], así como los de los resultados del Mercado Ibérico de la Electricidad (MIBEL), teniendo en cuenta tanto el mercado diario (OMIE) como el mercado a futuros (OMIP).

7.2.1 SUBASTAS DEL RÉGIMEN ECONÓMICO DE ENERGÍAS RENOVABLES

En virtud del Real Decreto 960/2020 del 3 de noviembre de 2020, se regula el régimen económico de energías renovables para instalaciones de producción de energía eléctrica estableciendo un marco retributivo basado en el reconocimiento a largo plazo de un precio de la energía mediante la convocatoria de subastas por resolución por parte de la Secretaría de Estado de Energía.

En la siguiente tabla se resumen los resultados de las adjudicaciones de instalaciones fotovoltaicas de las 4 últimas subastas convocadas:

Fecha subasta	Potencia total FV adjudicada (MW)	Precio medio de adjudicación FV (€/MWh)	Cantidad de adjudicatarios FV	Cantidad de Unidades de Adjudicación FV
26 de enero de 2021	2.036,21	24,47	25	64
19 de octubre de 2021	843,82	31,64	12	42
25 de octubre de 2022	31,00	53,88	6	10
26 de noviembre de 2022	0,00	-	0	0

Tabla 36: resumen de los resultados de las últimas subastas de energías renovables para fotovoltaica. Fuente: elaboración propia en base a datos de las últimas 4 subastas de renovables reguladas por el RD 960/2020 del 3 de noviembre de 2020 [9].

Se observa un acusado descenso de las adjudicaciones de fotovoltaica de 2021 a 2022, llegando a no adjudicarse ninguna unidad en la última subasta celebrada el pasado 26 de noviembre de 2022.

Entre las posibles causas de la menor adhesión a estas subastas, pueden estar la voluntad de vender la energía fotovoltaica a precio horario de mercado, el encarecimiento de los equipos y la fragilidad de las cadenas de suministro a raíz de la Guerra entre Rusia y Ucrania, el auge de la fotovoltaica destinada a autoconsumo o la mayor protección del suelo rural ante la masificación de las plantas conectadas a red.

Por otra parte, para tratar de encontrar una relación entre la potencia adjudicada y el precio de adjudicación, así como para una mejor interpretación visual de los datos, se disponen las unidades de adjudicación en gráficas de ejes precio de adjudicación (€/MWh) y potencia adjudicada (MW):

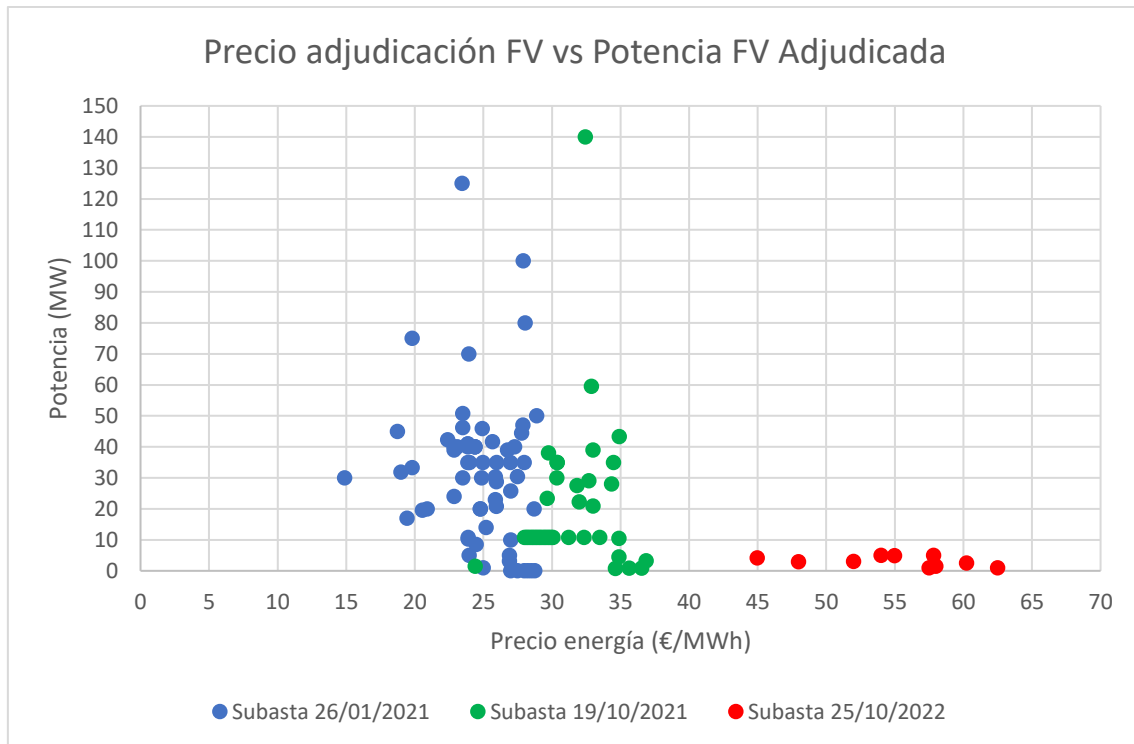


Figura 17: potencias adjudicadas y precios de adjudicación. Fuente: elaboración propia en base a datos de las últimas 4 subastas de renovables reguladas por el RD 960/2020 del 3 de noviembre de 2020 [9].

No existe, individualmente, una dependencia definida entre potencia de la instalación y precio de adjudicación. No obstante, sí que se deduce que a menor potencia total subastada, mayor será el precio de la energía para las unidades de adjudicación.

Dado que la gran mayoría de unidades de adjudicación han estado comprendidas en precios de entre 25 y 35 €/MWh, sería razonable suponer un escenario con un precio de **30 €/MWh**, que se podría dar en caso de que la instalación se acogiera a este mecanismo de subasta.

Por otro lado, en vista de la evolución en el tiempo de las potencias y los precios de las unidades de adjudicación, sería también coherente suponer otro escenario con un precio de **50 €/MWh**.

7.2.2 MERCADO A FUTUROS OMIP

Otra posibilidad es que la energía producida por la planta fotovoltaica se venda a un precio basado en las condiciones del mercado, bien a tiempo real o bien fijando precios a largo plazo determinados por las cotizaciones a futuros.

Aunque dichas cotizaciones pueden sufrir fluctuaciones puntuales y variaciones de tendencia extendidas en el tiempo a causa de factores externos (geopolíticos, sociales, ambientales), pueden servir como aproximación para añadir escenarios o verificar la probabilidad de los ya propuestos.

En la siguiente tabla se resumen los detalles de las cotizaciones del mercado a futuros (OMIP) para los próximos 10 años:

COTIZACIONES A FUTUROS OMIP						
Año	Actual (€/MWh)	Tendencia actual	Máximo (€/MWh)	Fecha máximo	Mínimo (€/MWh)	Fecha mínimo
2024	105,75	Oscilante entre 90 y 110€/MWh	204	26/08/2022	39,85	27/03/2020
2025	79,27	Ascendente, superaría 80€/MWh	97	16/12/2022	36,4	26/04/2021
2026	65	Oscilante entre 60 y 70€/MWh	75	30/11/2022	33,96	20/04/2021
2027	58	Ligeramente descendente, 55€/MWh	67	30/11/2022	30,46	17/05/2021
2028	53	Estable	59	30/11/2022	29,78	13/05/2021
2029	46,96	Estable	56,22	30/11/2022	28,42	17/05/2021
2030	45,52	Estable	54,79	30/11/2022	28,07	17/05/2021
2031	44,31	Estable	53,61	30/11/2022	27,78	17/05/2021
2032	43,07	Estable	52,61	30/11/2022	35,1	13/09/2022
2033	43,05	Estable	45,41	02/01/2023	42,74	26/07/2023

Tabla 37: cotizaciones de OMIP para los próximos 10 años. Fuente: elaboración propia en base a datos de OMIP [10].

Las cotizaciones de los años más próximos en el tiempo son más elevadas debido a la continuidad del conflicto entre Rusia y Ucrania y a los efectos remanentes de la pandemia. No obstante, el precio de mercado se estabilizaría eventualmente en valores del orden de entre 40 y 50 €/MWh, por lo que el escenario propuesto en el apartado anterior (50€/MWh) adquiriría mayor plausibilidad.

7.2.3 MERCADO DIARIO OMIE

Analizando la evolución del precio de la energía en el mercado diario OMIE hasta la actualidad, es posible barajar más supuestos, conocer el precio horario para cada día, variar el precio según la época del año y/o verificar que los precios para los escenarios ya propuestos son coherentes.

Durante los últimos 15 años, el precio medio aritmético anual ha oscilado entre 40 y 60 €/MWh y apenas ha alcanzado 150 €/MWh en momentos puntuales, registrando valores algo más bajos durante 2020 debido a la reducción drástica de la demanda asociada a la pandemia de coronavirus, que trajo un confinamiento y numerosas restricciones.

No obstante, a partir de 2021, el precio de la energía se dispara como consecuencia de una crisis post-pandémica y la vuelta progresiva a la actividad, para experimentar un aumento aún más pronunciado en 2022 (llegándose a picos extremos de más de 700€/MWh) al estallar el conflicto que aún enfrenta a Rusia y Ucrania y al implementarse un mecanismo de ajuste, mediante el Real Decreto 10/2022 [12], para tratar de amortiguar un incremento descontrolado del precio del gas y mantenerlo inferior a un precio de referencia (40€/MWh desde su aprobación en junio de 2022 y durante los siguientes 6 meses, 45€/MWh en enero de 2023, 50€/MWh en febrero de 2023, 55€/MWh en marzo de 2023 y, finalmente, un aumento lineal siguiendo una tendencia más contenida que la anterior, hasta alcanzar 65€/MWh en diciembre.

Desde marzo de 2023, el mecanismo de ajuste de tope del precio del gas tiene un precio nulo desde marzo al mantenerse los precios del gas por debajo de la referencia.

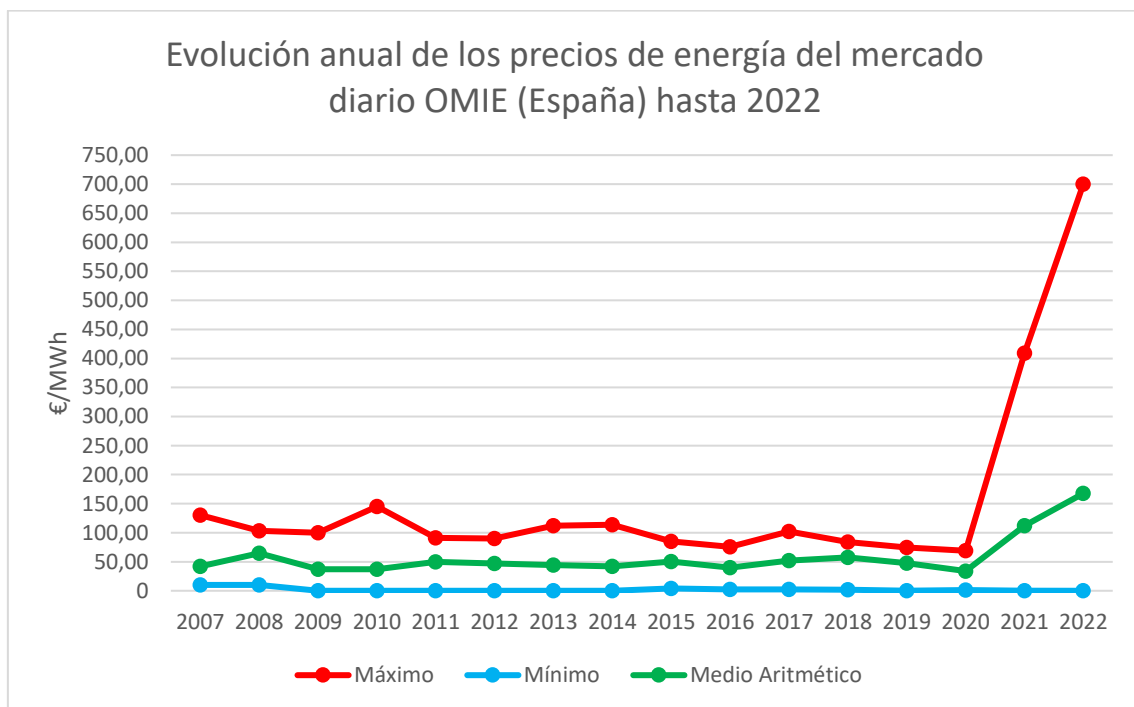


Figura 18: histórico de evolución del precio en OMIE. Fuente: elaboración propia en base a datos de OMIE [11].

Siguiendo la evolución del precio diario en OMIE durante 2023, se puede apreciar una ligera tendencia hacia la baja respecto al año anterior:



Figura 19: evolución del precio diario de OMIE en 2023. Fuente: OMIE [11].

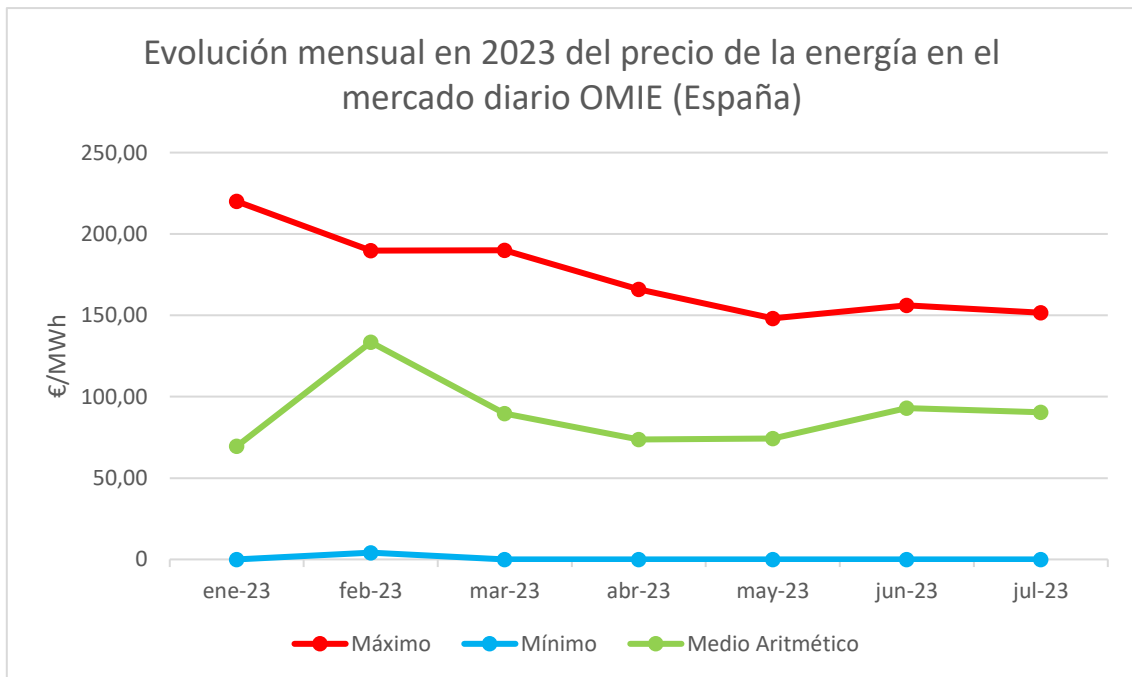


Figura 20: evolución mensual del precio de OMIE en 2023. Fuente: elaboración propia en base a datos de OMIE [11].

Por otro lado, dado que la generación de energía fotovoltaica está acotada a las horas de sol y que es esperable que sea más cara en los meses de invierno y más barata en los meses de verano (que es cuando la producción fotovoltaica es mayor ya que la irradiación solar es superior), es pertinente hacer un breve análisis del precio horario en días referencia de estas épocas.

Para evitar los efectos anómalos de la pandemia y de la guerra entre Rusia y Ucrania, se tomarán datos del año 2019:

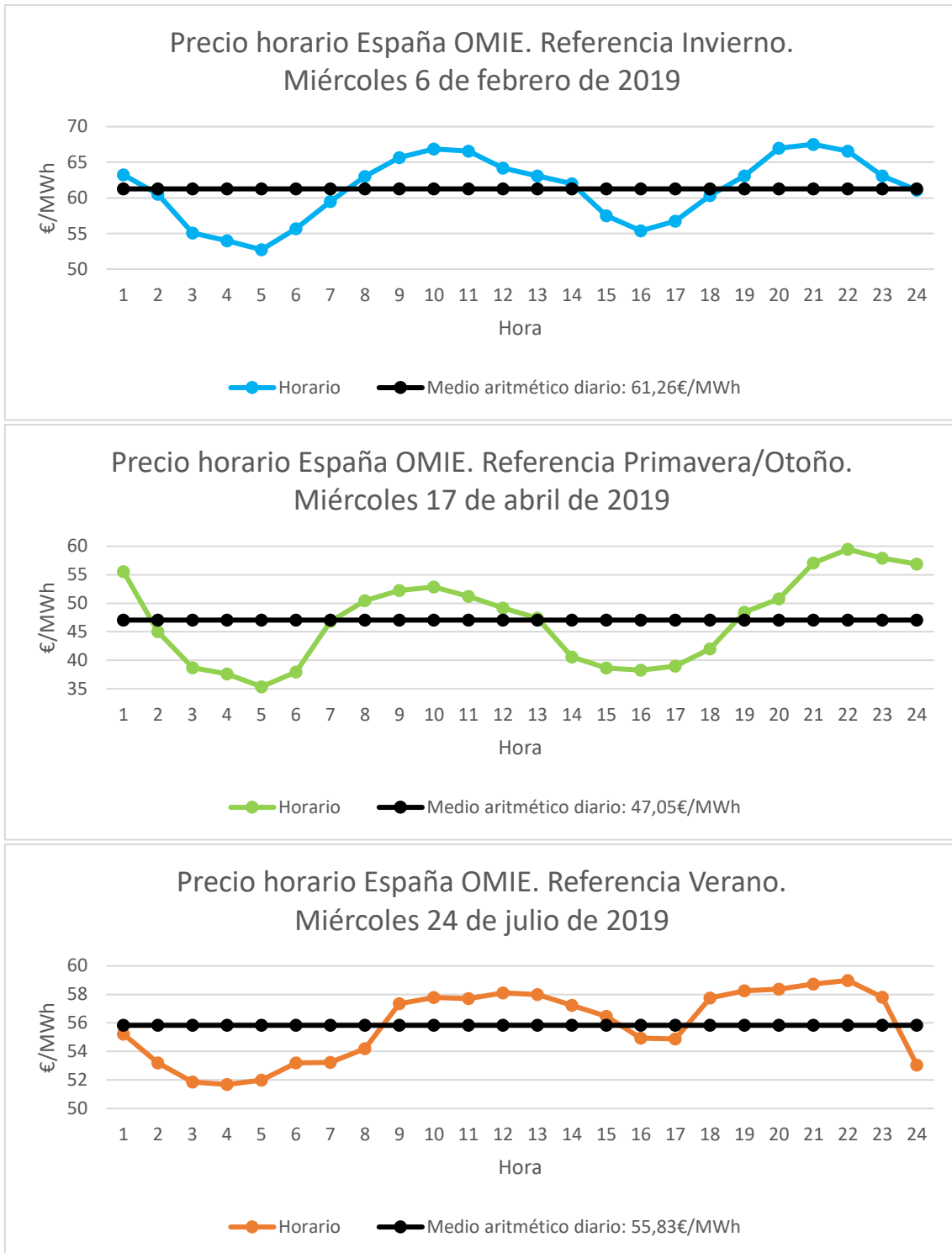


Figura 21: precios horarios de OMIE (España) para días referencia en diferentes épocas del año.
Fuente: elaboración propia en base a datos de OMIE [11].

Analizando los datos, y teniendo en cuenta el precio medio aritmético del año de referencia seleccionado (47,68 €/MWh para 2019), se puede concluir:

-El precio de la energía es más barato en los meses de primavera y otoño, y alcanza su máximo en invierno. Esto es, a priori, coherente con la generación fotovoltaica y la demanda energética (en primavera/otoño la producción fotovoltaica es relativamente alta y la demanda relativamente baja, mientras que en invierno la energía inyectada por fotovoltaica disminuye y aumenta la demanda de energía, por lo que tiene sentido que el precio de venta de esta fuente sea superior durante los meses más fríos y de menor irradiación solar).

-En principio, se esperaría que el precio fuera mínimo en verano ya que es cuando la generación fotovoltaica es máxima. No obstante, este precio resultaría ser un valor intermedio entre primavera/otoño e invierno (superior al esperado), pues la demanda de energía aumenta a causa de, por ejemplo, las necesidades de climatización y refrigeración.

-El precio horario es inferior al medio aritmético diario en primavera y otoño durante la mayoría de horas de producción fotovoltaica. No obstante, en verano e invierno, esta diferencia es bastante menor.

Con las conclusiones obtenidas, y tomando como premisas el valor base de 50€/MWh comentado en los apartados anteriores y que el precio medio anual se ha movido en valores de entre 40€/MWh y 60€/MWh, se construye un escenario de precios con 3 escalones: **60€/MWh** para los meses de invierno, **50€/MWh** para el periodo estival y **40€/MWh** para primavera y otoño.

Adicionalmente, teniendo en cuenta los elevados precios de mercado registrados en 2021 y 2022 y que la tendencia descendente está siendo lenta, se decide implementar un cuarto escenario, con los mismos escalones pero con precios superiores: **90€/MWh** para el periodo invernal, **75€/MWh** para los meses de verano y **60€/MWh** para primavera y otoño.

7.2.4 ESCENARIOS DE PRECIOS DE VENTA DE ENERGÍA FOTOVOLTAICA

Precios mensuales de venta de la energía fotovoltaica (€/MWh)												
Escenario	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
1. 30€/MWh todos los meses	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
2. 50€/MWh todos los meses	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
3. Escalonado 60-50-40 €/MWh	60	60	40	40	40	50	50	50	50	40	60	60
4. Escalonado 90-75-60 €/MWh	90	90	60	60	60	75	75	75	75	60	90	90

Tabla 38: resumen de escenarios de precios de venta de energía fotovoltaica por mes

7.3 ANÁLISIS ECONÓMICO. VALOR ACTUAL NETO.

En este apartado se realizará el análisis económico de las dos opciones de proyecto en los cuatro escenarios de precios de venta de energía (la fuente de ingresos de la instalación) utilizando el Valor Actual Neto (VAN), para determinar su rentabilidad:

$$VAN = -Inversión\ inicial + \sum_{i=1}^{N=25} \frac{Ingresos\ por\ venta\ de\ energía\ (año\ i)}{(1 + Tasa\ de\ actualización)^i}$$

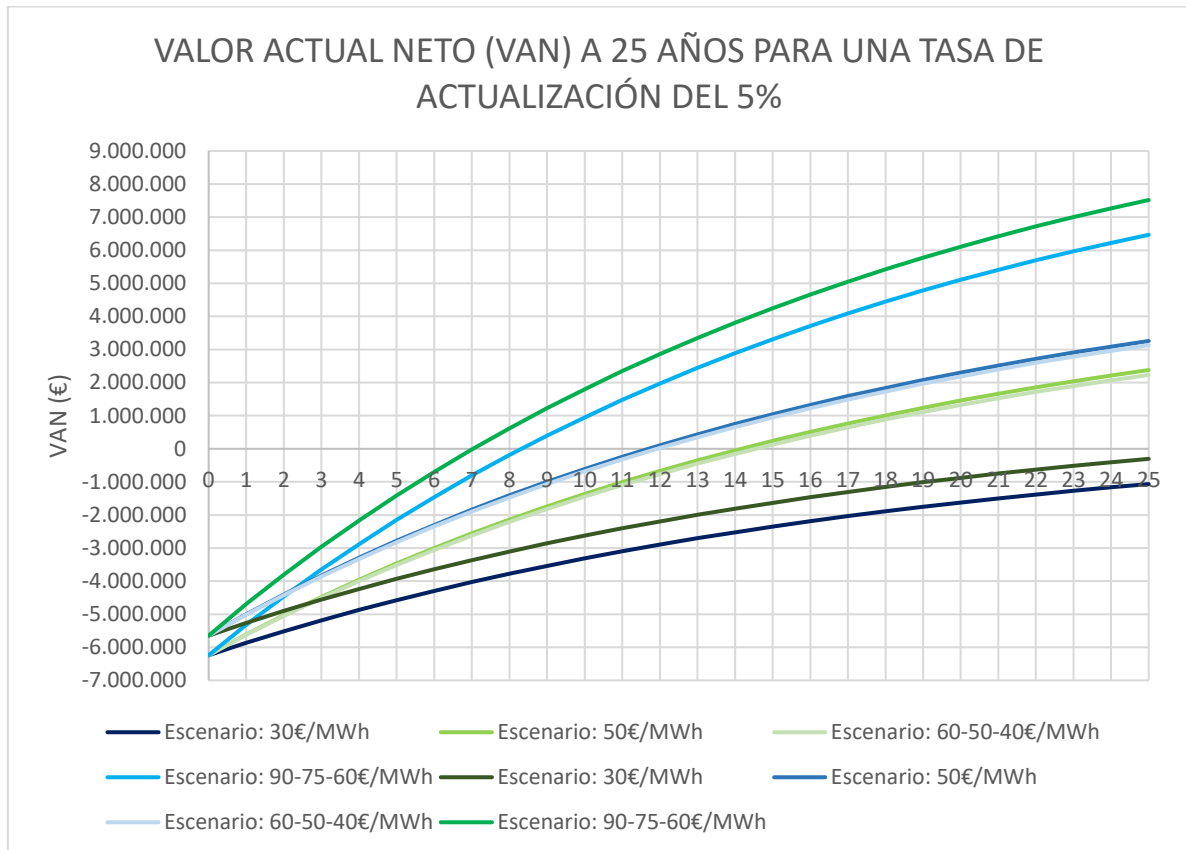


Figura 22: valor actual neto de las dos opciones en todos los escenarios planteados.
Azul: Opción 1 (estructura fija a 30°). Verde: Opción 2 (estructura con seguimiento en inclinación hasta 55°).

Opción	Escenario	VAN (€)	Retorno (años)
Opción 1	Escenario: 30€/MWh	-1.068.441,04	>25
	Escenario: 50€/MWh	2.379.375,26	15
	Escenario: 60-50-40€/MWh	2.230.918,69	15
	Escenario: 90-75-60€/MWh	6.466.460,78	9
Opción 2	Escenario: 30€/MWh	-304.600,01	>25
	Escenario: 50€/MWh	3.257.337,31	12
	Escenario: 60-50-40€/MWh	3.129.364,25	12
	Escenario: 90-75-60€/MWh	7.518.394,37	7

Tabla 39: VAN numéricos a 25 años y periodos de retorno

8 SELECCIÓN DE LA MEJOR OPCIÓN

Analizadas todas las posibilidades, para finalizar este trabajo se escogerá la mejor opción teniendo en cuenta criterios técnicos, mecánicos, de mantenimiento, energéticos, ambientales y económicos.

8.1 CRITERIO TÉCNICO-MECÁNICO

Desde el punto de vista mecánico, de mantenimiento y del montaje, la estructura fija a 30º sería más interesante, pues los seguidores pueden experimentar problemas mecánicos y es conveniente que sean revisados cada cierto tiempo. No obstante, la probabilidad de fallo es baja y los hipotéticos gastos de mantenimiento se estima que serían relativamente bajos en comparación a los ingresos por venta de energía.

8.2 CRITERIOS ENERGÉTICO Y AMBIENTAL

Como se ha comprobado en el apartado de producción energética, si los seguidores funcionan correctamente durante toda la vida útil de la instalación, ambas opciones producirían prácticamente la misma cantidad de energía y evitarían prácticamente las mismas emisiones de CO₂, con apenas una diferencia de un 3% a favor de la alternativa con seguimiento.

	Energía producida a los 25 años (MWh)	Emisiones de CO ₂ evitadas a los 25 años (tCO ₂)
Opción 1: estructura fija a 30º	301.199	60.240
Opción 2: estructura con seguimiento en inclinación hasta 55º	311.211	62.242

Tabla 40: energía producida y emisiones de CO₂ evitadas a los 25 años para las dos alternativas

8.3 CRITERIO ECONÓMICO

Atendiendo a la rentabilidad económica, implementar seguimiento en inclinación se traduciría en una instalación más rentable en todos los escenarios, con un valor actual neto adicional respecto a opción de estructura fija de hasta algo más de 1 millón de euros en el caso más favorable, además de disminuir los periodos de retorno de 9-15 años hasta 7-12 años.

8.4 DECISIÓN FINAL

Al ser la mejor alternativa en los aspectos energético, ambiental y económico, además en este último con una diferencia considerable, se opta por la OPCIÓN 2: SEGUIMIENTO EN INCLINACIÓN HASTA 55º.

9 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)

Como conclusión de la memoria este trabajo, se incluye un apartado donde se encuadra el proyecto del parque fotovoltaico Campasol CRPH dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS):

Objetivo	Poco relacionado	Muy relacionado
1. Fin de la pobreza	3	
2. Hambre cero	2	
3. Salud y bienestar	3	
4. Educación de calidad	1	
5. Igualdad de género	1	
6. Agua limpia y saneamiento	2	
7. Energía asequible y no contaminante		9
8. Trabajo decente y crecimiento económico	3	
9. Industria, innovación e infraestructura		7
10. Reducción de las desigualdades	3	
11. Ciudades y comunidades sostenibles		8
12. Producción y consumo responsables		6
13. Acción por el clima		9
14. Vida submarina	2	
15. Vida de ecosistemas terrestres	4	
16. Paz, justicia e instituciones sólidas	2	
17. Alianzas por los objetivos	1	

Tabla 41: relación del proyecto con los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible

Al tratarse de una instalación que produce energía mucho más limpia, sin emisiones y a coste más bajo que las fuentes convencionales, guarda una estrecha relación con los Objetivos 7 y 13 (Energía asequible y no contaminante y Acción por el clima, respectivamente).

También está notablemente ligado al Objetivo 11, pues el auge de la fotovoltaica de autoconsumo en zonas urbanas aumenta la procedencia renovable del consumo y descarga las redes de distribución al prácticamente coincidir la localización los puntos de generación y de consumo.

Por otro lado, se puede encuadrar también dentro de los Objetivos 9 y 12, aunque con algo menos de contundencia, pues el grado de innovación ha ido disminuyendo con el paso del tiempo al aumentar rápidamente la potencia fotovoltaica instalada.

Además, de continuar o acelerar dicho aumento en los próximos años, se podría llegar a un punto de “explosión de la burbuja fotovoltaica”, pues una expansión indiscriminada de los parques fotovoltaicos en zonas no urbanizadas, en principio beneficiosos si se proyectan en zonas lo más degradadas y con el menor valor natural posible, podría suponer una amenaza para el paisaje, la agricultura y el medioambiente si interfiere con zonas naturales y ecosistemas de interés en ausencia de un control en la selección de los emplazamientos.

10 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Decreto-ley 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOGV-r-2020-90356>
- [2] AEMET Open Data: <https://opendata.aemet.es/centrodedescargas/inicio>
- [3] PVGIS: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/
- [4] Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión
https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/abrir_pdf.php?fich=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC.pdf
- [5] Normas UNE-HD 60364-5-22: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070481>
- [6] 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:
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2014-6084>
- [7] UNE-HD 60364: <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0070481>
- [8] Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.31.01 Iberdrola: Proyecto tipo de línea subterránea de hasta 30kV: https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/lineas-alta-tension/Documents/proyectos-vigentes-anulados/iberdrola/MT%202.31.01_E10_may19-.pdf
- [9] Subastas del Régimen Económico de Energías Renovables:
<https://energia.gob.es/renovables/regimen-economico/Paginas/index-subastas-regimen-economico.aspx>
- [10] OMIP: <https://www.omip.pt/es>
- [11] OMIE: <https://www.omie.es/>
- [12] Real Decreto-ley 10/2022, de 13 de mayo, por el que se establece con carácter temporal un mecanismo de ajuste de costes de producción para la reducción del precio de la electricidad en el mercado mayorista: <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-7843>
- [13] Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.11.33 de Iberdrola: Especificaciones particulares para el diseño de puestas a tierra para centros de transformación de tensión nominal inferior o igual a 30kV: https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/instalaciones-alta-tension/Documents/reglamento-alta-tension/iberdrola/MT%202.11.33_E03_may19-.pdf
- [14] Edición 10 de mayo de 2019 del Documento MT 2.11.20 de Iberdrola: Proyecto tipo para centro de seccionamiento para conexión de instalaciones particulares:
https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/instalaciones-alta-tension/Documents/reglamento-alta-tension/iberdrola/MT%202.11.20_E02_may19-.pdf

B PRESUPUESTO

B.1 OPCIÓN SELECCIONADA: SEGUIMIENTO EN INCLINACIÓN HASTA 55°

El presupuesto para ejecutar el proyecto de la opción seleccionada (seguimiento en inclinación hasta 55°) asciende a SIETE MILLONES OCHOCIENTOS CINCUENTA Y UN MIL SEISCIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS CON CUARENTA Y CUATRO CÉNTIMOS DE EURO (7.851.687,44):

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario	Importe (€)
Módulo fotovoltaico ATERSA A-550M	11.484,00	ud	180,00	2.067.120,00
Módulo fotovoltaico ATERSA A-550M, de potencia pico 550Wp, dimensiones 2.279x1.134x35mm, peso 28,9kg, eficiencia 21,3%.				
Estructura fotovoltaica seguimiento hasta 55°	6.282,00	kWp	95,00	596.790,00
Estructura hincada biposte de acero con seguidor en inclinación hasta 55°.				
Inversor Huawei SUN2000-215KTL	28,00	ud	9.950,00	278.600,00
Inversor fotovoltaico HUAWEI SUN2000-215KTL, de potencia nominal 200kW, dimensiones 1.035x700x365mm, peso 86kg, eficiencia máxima 99%, eficiencia europea 98,6%.				
Huawei Smart Transformer Station STS-3000K	2,00	ud	78.000,00	156.000,00
Estación transformadora Huawei Smart Transformer Station STS-3000K. Incluye edificio prefabricado, transformador 20/0,8kV de potencia nominal 3MVA, celdas y protecciones.				
Cable solar Cu 6mm² 1,5kVdc	33.030,00	m	1,50	49.545,00
Cable solar PRYSMYAN conductor Cu de sección 6mm ² , tensión 1,5kVdc, aislamiento XLPE, para conexión entre strings e inversores				
Fusible cilíndrico gG 16A	952	ud	1,00	952,00
Fusible cilíndrico gG calibre normalizado 16A, tensión asignada 1000Vdc				
Bandeja metálica perforada	13.500,00	m	16,00	216.000,00
Bandeja metálica perforada sección 60x200mm				
Cable Cu 4x185mm²+TT(185mm²)	2.679,00	m	98,00	262.542,00
Conductor Cu trifásico sección 185mm ² , tensión asignada 0,6/1kV, incluye tierra y neutro (95mm ²), para tramos subterráneos entre inversores y centros de transformación.				
Interruptor automático 160A	28,00	ud	1.650,00	46.200,00
Interruptor automático Schneider Electric CVS160B TM160D, In=160A.				
Interruptor diferencial 300mA	28,00	ud	185,00	5.180,00
Interruptor diferencial de In=300mA				
Puesta a tierra	1,00	ud	99,00	99,00
Puesta a tierra de la instalación, incluye electrodo de cobre, arqueta con tapa de registro, grapa y puente para comprobación de puesta a tierra				
Obra Civil instalación fotovoltaica	113.334,00	m ²	2,00	226.668,00
Obra civil de la instalación fotovoltaica, incluye adecuación y limpieza del terreno, vallados perimetrales y excavación de zanjas.				
Mano de obra electricista instalación fotovoltaica	600,00	h	25,00	15.000,00
Mano de obra de electricista para la instalación fotovoltaica				
Línea distribución 20 Kv	21.600,00	m	80,00	1.728.000,00
Líneas de distribución de 20kV, incluye conductor Al HEPR-Z1 de sección 240mm ² y tensión asignada 12/20kV, obra civil y protecciones de la línea				
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL				5.648.696,00
GASTOS GENERALES (12%)				677.843,52
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)				338.921,76
IVA (21%)				1.186.226,16
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA				7.851.687,44

B.2 OPCIÓN ALTERNATIVA: ESTRUCTURA FIJA A 30°

El presupuesto para ejecutar el proyecto de la opción de estructura fija a 30° asciende a OCHO MILLONES SEISCIENTOS SETENTA Y TRES MIL OCHOCIENTOS TREINTA EUROS Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO (8.673.830,05€):

Concepto	Cantidad	Unidad	Precio unitario (€/ud)	Importe
Módulo fotovoltaico ATERSA A-550M	13.920,00	ud	180,00	2.505.600,00
Módulo fotovoltaico ATERSA A-550M, de potencia pico 550Wp, dimensiones 2.279x1.134x35mm, peso 28,9kg, eficiencia 21,3%.				
Estructura hincada biposte 30°	7.656,00	kWp	75,00	574.200,00
Estructura hincada biposte de acero con inclinación 30°.				
Inversor Huawei SUN2000-215KTL	35,00	ud	9.950,00	348.250,00
Inversor fotovoltaico HUAWEI SUN2000-215KTL, de potencia nominal 200kW, dimensiones 1.035x700x365mm, peso 86kg, eficiencia máxima 99%, eficiencia europea 98,6%.				
Huawei Smart Transformer Station STS-2500K	3,00	ud	68.000,00	204.000,00
Estación transformadora Huawei Smart Transformer Station STS-2500K. Incluye edificio prefabricado, transformador 20/0,8kV de potencia nominal 2,5MVA, celdas y protecciones.				
Cable solar Cu 6mm² 1,5kVdc	42.405,00	m	1,50	63.607,50
Cable solar PRYSMYAN conductor Cu de sección 6mm ² , tensión 1,5kVdc, aislamiento XLPE, para conexión entre strings e inversores				
Fusible cilíndrico gG 16A	1.160,00	ud	1.160,00	1.160,00
Fusible cilíndrico gG calibre normalizado 16A, tensión asignada 1000Vdc				
Bandeja metálica perforada	17.000,00	m	16,00	272.000,00
Bandeja metálica perforada sección 60x200mm				
Cable Cu 4x185mm²+TT(185mm²)	2.422,00	m	98,00	237.356,00
Conductor Cu trifásico sección 185mm ² , tensión asignada 0,6/1kV, incluye tierra y neutro, para tramos subterráneos entre inversores y centros de transformación.				
Interruptor automático 160A	35,00	ud	1.650,00	57.750,00
Interruptor automático Schneider Electric CVS160B TM160D, In=160A.				
Interruptor diferencial 300mA	35,00	ud	185,00	6.475,00
Interruptor diferencial de In=300mA				
Puesta a tierra	1,00	ud	99,00	99,00
Puesta a tierra de la instalación, incluye electrodo de cobre, arqueta con tapa de registro, grapa y puente para comprobación de puesta a tierra				
Obra Civil instalación fotovoltaica	113.334,00	m ²	2,00	226.668,00
Obra civil de la instalación fotovoltaica, incluye adecuación y limpieza del terreno, vallados perimetrales y excavación de zanjas.				
Mano de obra electricista instalación fotovoltaica	600,00	h	25,00	15.000,00
Mano de obra de electricista para la instalación fotovoltaica.				
Línea distribución 20 Kv	21.600,00	m	80,00	1.728.000,00
Líneas de distribución de 20kV, incluye conductor AI HEPR-Z1 de sección 240mm ² y tensión asignada 12/20kV, obra civil y protecciones.				
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL				6.240.165,50
GASTOS GENERALES (12%)				748.819,86
BENEFICIO INDUSTRIAL (6%)				374.409,93
IVA (21%)				1.310.434,76
PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA				8.673.830,05

C. ANEXOS

- Fichas de catastro de las parcelas
- Anexo 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada
- Anexo 2: Tablas de cálculo por inversor para la opción seleccionada
- Anexo 3: Coordenadas X de los módulos para la opción seleccionada
- Anexo 4: Coordenadas Y de los módulos para la opción seleccionada
- Anexo 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa
- Anexo 2F: Tablas de cálculo por inversor para la opción alternativa
- Anexo 3F: Coordenadas X de los módulos para la opción alternativa
- Anexo 4F: Coordenadas Y de los módulos para la opción alternativa
- Ficha técnica módulo ATERSA A-550M
- Ficha técnica inversor HUAWEI SUN2000-215KTL
- Fichas técnicas HUAWEI STS 2500K, 3000K y 6000K
- Ficha técnica fusibles
- Ficha curva de disparo IA

ANEXO 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
1	1-A-1	6	1,23%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	204,18
2	2-A-1	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	176,97
3	3-A-1	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	149,75
4	4-A-1	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	122,53
5	5-A-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	95,32
6	6-A-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	68,10
7	7-A-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	40,89
8	8-A-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	40,89
9	9-A-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	68,10
10	10-A-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	95,32
11	11-A-2	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	94,10
12	12-A-2	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	66,89
13	13-A-2	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	66,89
14	14-A-2	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	94,10
15	15-A-1	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	167,30
16	16-A-1	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	140,08
17	17-A-1	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	112,86
18	18-A-1	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	85,65
19	19-A-1	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	58,43
20	20-A-1	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	31,22
21	21-A-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	4,00
22	22-A-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	4,00
23	23-A-2	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	68,10
24	24-A-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	40,89
25	25-A-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	40,89
26	26-A-2	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	68,10
27	27-A-2	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	95,32
28	28-A-3	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	149,75
29	29-A-3	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	122,53
30	30-A-3	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	95,32
31	31-A-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	68,10
32	32-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
33	33-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
34	34-A-2	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	85,65
35	35-A-2	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	58,43
36	36-A-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	31,22
37	37-A-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	4,00
38	38-A-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	4,00
39	39-A-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	31,22
40	40-A-2	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	58,43
41	41-A-3	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	112,86
42	42-A-3	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	85,65
43	43-A-3	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	58,43
44	44-A-3	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	31,22
45	45-A-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	4,00
46	46-A-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	4,00
47	47-A-4	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	111,65
48	48-A-4	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	84,43
49	49-A-4	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	57,22
50	50-A-4	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	30,00
51	51-A-4	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	30,00
52	52-A-4	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	57,22
53	53-A-4	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	84,43
54	54-A-4	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	111,65
55	55-A-3	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	149,75
56	56-A-3	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	122,53
57	57-A-3	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	95,32
58	58-A-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	68,10
59	59-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
60	60-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
61	61-A-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	58,43
62	62-A-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	31,22
63	63-A-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	4,00
64	64-A-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	4,00
65	65-A-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	31,22
66	66-A-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	58,43
67	67-A-4	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	85,65
68	68-A-5	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	176,97
69	69-A-5	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	149,75
70	70-A-5	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	122,53
71	71-A-5	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	95,32
72	72-A-5	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	68,10
73	73-A-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	40,89
74	74-A-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	40,89
75	75-A-5	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	68,10
76	76-A-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	40,89
77	77-A-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	40,89
78	78-A-4	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	68,10
79	79-A-6	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	49,05
80	80-A-6	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	49,05
81	81-A-5	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	167,30
82	82-A-5	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	140,08
83	83-A-5	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	112,86
84	84-A-5	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	85,65
85	85-A-5	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	58,43

ANEXO 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
86	86-A-5	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	31,22
87	87-A-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	4,00
88	88-A-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	4,00
89	89-A-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	58,43
90	90-A-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	31,22
91	91-A-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	4,00
92	92-A-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	4,00
93	93-A-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	31,22
94	94-A-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	58,43
95	95-A-6	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	85,65
96	96-A-6	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	112,86
97	97-A-6	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	140,08
98	98-A-6	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	167,30
99	99-A-6	6	1,19%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	194,51
100	100-A-7	6	0,96%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	138,86
101	101-A-7	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	111,65
102	102-A-7	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	84,43
103	103-A-7	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	57,22
104	104-A-7	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	30,00
105	105-A-7	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	30,00
106	106-A-7	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	57,22
107	107-A-7	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	84,43
108	108-A-7	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	111,65
109	109-A-7	6	0,96%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	138,86
110	110-A-8	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	76,27
111	111-A-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	49,05
112	112-A-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	49,05
113	113-A-6	6	0,80%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	98,04
114	114-A-6	6	0,91%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	125,26
115	115-A-6	6	1,02%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	152,47
116	116-A-6	6	1,13%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	179,69
117	117-A-6	6	1,24%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	206,90
118	118-A-7	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	140,08
119	119-A-7	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	112,86
120	120-A-7	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	85,65
121	121-A-7	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	58,43
122	122-A-7	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	31,22
123	123-A-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	4,00
124	124-A-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	4,00
125	125-A-8	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	58,43
126	126-A-8	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	31,22
127	127-A-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	4,00
128	128-A-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	4,00
129	129-A-8	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	31,22
130	130-A-8	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	58,43
131	131-A-8	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	85,65
132	132-A-8	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	112,86
133	133-A-9	6	0,93%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	130,70
134	134-A-9	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	103,48
135	135-A-9	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	76,27
136	136-A-9	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	49,05
137	137-A-7	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	30,00
138	138-A-8	6	0,69%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	70,82
139	139-A-8	6	0,58%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	43,61
140	140-A-8	6	0,58%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	43,61
141	141-A-8	6	0,69%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	70,82
142	142-A-8	6	0,80%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	98,04
143	143-A-8	6	0,91%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	125,26
144	144-A-8	6	1,02%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	152,47
145	145-A-9	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	85,65
146	146-A-9	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	58,43
147	147-A-9	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	31,22
148	148-A-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	4,00
149	149-A-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	4,00
150	150-A-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	58,43
151	151-A-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	31,22
152	152-A-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	4,00
153	153-A-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	4,00
154	154-A-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	31,22
155	155-A-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	58,43
156	156-A-10	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	85,65
157	157-A-10	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	112,86
158	158-A-9	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	122,53
159	159-A-9	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	95,32
160	160-A-9	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	68,10
161	161-A-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	40,89
162	162-A-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	40,89
163	163-A-11	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	76,27
164	164-A-10	6	1,04%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	157,92
165	165-A-10	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	84,43
166	166-A-10	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	57,22
167	167-A-10	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	30,00
168	168-A-10	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	30,00
169	169-A-10	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	57,22
170	170-A-10	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	84,43

ANEXO 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
171	171-A-10	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	111,65
172	172-A-9	6	0,89%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	121,32
173	173-A-9	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	94,10
174	174-A-9	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	66,89
175	175-A-9	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	66,89
176	176-A-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	58,43
177	177-A-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	31,22
178	178-A-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	4,00
179	179-A-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	4,00
180	180-A-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	31,22
181	181-A-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	58,43
182	182-A-11	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	85,65
183	183-A-11	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	112,86
184	184-A-11	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	140,08
185	185-A-12	6	0,91%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	125,26
186	186-A-12	6	0,80%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	98,04
187	187-A-12	6	0,69%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	70,82
188	188-A-12	6	0,58%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	43,61
189	189-A-11	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	103,48
190	190-A-11	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	76,27
191	191-A-11	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	49,05
192	192-A-11	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	49,05
193	193-A-11	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	76,27
194	194-A-11	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	103,48
195	195-A-11	6	0,93%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	130,70
196	196-A-11	6	1,04%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	157,92
197	197-A-12	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	85,65
198	198-A-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	58,43
199	199-A-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	31,22
200	200-A-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	4,00
201	201-A-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	4,00
202	202-A-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	31,22
203	203-A-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	58,43
204	204-A-12	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	85,65
205	205-A-12	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	112,86
206	206-A-12	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	140,08
207	207-A-12	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	167,30
208	208-A-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	85,65
209	209-A-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	58,43
210	210-A-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	31,22
211	211-A-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	4,00
212	212-A-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	4,00
213	213-A-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	31,22
214	214-A-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	58,43
215	215-A-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	85,65
216	216-A-12	6	1,02%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	152,47
217	217-A-13	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	95,32
218	218-A-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	68,10
219	219-A-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	40,89
220	220-A-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	40,89
221	221-A-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	68,10
222	222-A-13	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	95,32
223	223-A-13	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	122,53
224	224-A-13	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	149,75
225	225-A-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	84,43
226	226-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
227	227-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
228	228-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
229	229-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
230	230-A-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	84,43
231	231-A-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	31,22
232	232-A-14	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	4,00
233	233-A-14	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	4,00
234	234-A-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	31,22
235	235-A-14	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	58,43
236	236-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
237	237-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
238	238-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
239	239-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
240	240-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	56,00
241	241-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	56,00
242	242-A-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	83,22
243	1-B-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	95,32
244	2-B-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	68,10
245	3-B-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	40,89
246	4-B-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	40,89
247	5-B-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	68,10
248	6-B-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	95,32
249	7-B-1	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	122,53
250	8-B-1	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	149,75
251	9-B-1	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	58,43
252	10-B-1	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	31,22
253	11-B-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	4,00
254	12-B-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	4,00
255	13-B-1	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	31,22

ANEXO 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
256	14-B-1	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	58,43
257	15-B-1	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	85,65
258	16-B-1	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	112,86
259	17-B-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	40,89
260	18-B-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	40,89
261	19-B-2	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	68,10
262	20-B-2	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	95,32
263	21-B-2	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	122,53
264	22-B-2	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	149,75
265	23-B-2	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	176,97
266	24-B-2	6	1,23%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	204,18
267	25-B-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	68,10
268	26-B-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	40,89
269	27-B-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	40,89
270	28-B-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	68,10
271	29-B-3	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	95,32
272	30-B-3	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	122,53
273	31-B-3	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	149,75
274	32-B-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	31,22
275	33-B-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	4,00
276	34-B-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	4,00
277	35-B-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	31,22
278	36-B-2	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	58,43
279	37-B-2	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	85,65
280	38-B-2	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	112,86
281	39-B-2	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	140,08
282	40-B-3	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	58,43
283	41-B-3	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	31,22
284	42-B-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	4,00
285	43-B-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	4,00
286	44-B-3	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	31,22
287	45-B-3	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	58,43
288	46-B-3	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	85,65
289	47-B-4	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	68,10
290	48-B-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	40,89
291	49-B-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	40,89
292	50-B-4	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	68,10
293	51-B-4	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	95,32
294	52-B-4	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	122,53
295	53-B-4	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	149,75
296	54-B-4	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	176,97
297	55-B-3	6	0,70%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	73,55
298	56-B-3	6	0,70%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	73,55
299	57-B-5	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	95,32
300	58-B-5	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	68,10
301	59-B-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	40,89
302	60-B-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	40,89
303	61-B-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	58,43
304	62-B-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	31,22
305	63-B-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	4,00
306	64-B-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	4,00
307	65-B-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	31,22
308	66-B-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	58,43
309	67-B-4	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	85,65
310	68-B-4	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	112,86
311	69-B-5	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	112,86
312	70-B-5	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	85,65
313	71-B-5	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	58,43
314	72-B-5	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	31,22
315	73-B-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	4,00
316	74-B-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	4,00
317	75-B-5	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	31,22
318	76-B-5	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	58,43
319	77-B-5	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	85,65
320	78-B-5	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	112,86
321	79-B-5	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	140,08
322	80-B-5	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	167,30
323	81-B-5	6	1,19%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	194,51
324	82-B-5	6	1,30%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	221,73
325	83-B-6	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	66,89
326	84-B-6	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	94,10
327	85-B-6	6	0,89%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	121,32
328	86-B-6	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	68,10
329	87-B-6	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	40,89
330	88-B-6	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	40,89
331	89-B-6	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	68,10
332	90-B-6	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	95,32
333	91-B-6	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	122,53
334	92-B-6	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	85,65
335	93-B-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	58,43
336	94-B-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	31,22
337	95-B-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	4,00
338	96-B-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	4,00
339	97-B-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	31,22
340	98-B-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	58,43

ANEXO 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
341	99-B-6	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	85,65
342	100-B-7	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	68,10
343	101-B-7	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	40,89
344	102-B-7	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	40,89
345	103-B-7	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	68,10
346	104-B-7	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	95,32
347	105-B-6	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	30,00
348	106-B-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	49,05
349	107-B-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	49,05
350	108-B-8	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	76,27
351	109-B-8	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	103,48
352	110-B-7	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	85,65
353	111-B-7	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	58,43
354	112-B-7	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	31,22
355	113-B-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	4,00
356	114-B-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	4,00
357	115-B-7	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	31,22
358	116-B-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	4,00
359	117-B-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	4,00
360	118-B-8	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	31,22
361	119-B-8	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	58,43
362	120-B-7	6	1,15%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	185,13
363	121-B-7	6	1,04%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	157,92
364	122-B-7	6	0,93%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	130,70
365	123-B-7	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	103,48
366	124-B-7	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	76,27
367	125-B-8	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	122,53
368	126-B-8	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	95,32
369	127-B-8	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	68,10
370	128-B-8	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	40,89
371	129-B-8	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	40,89
372	130-B-8	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	68,10
373	131-B-9	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	112,86
374	132-B-9	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	85,65
375	133-B-9	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	58,43
376	134-B-9	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	31,22
377	135-B-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	4,00
378	136-B-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	4,00
379	137-B-9	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	31,22
380	138-B-9	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	58,43
381	139-B-8	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	110,43
382	140-B-8	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	83,22
383	141-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
384	142-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
385	143-B-10	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	68,10
386	144-B-9	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	176,97
387	145-B-9	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	149,75
388	146-B-9	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	122,53
389	147-B-9	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	95,32
390	148-B-9	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	68,10
391	149-B-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	40,89
392	150-B-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	40,89
393	151-B-9	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	68,10
394	152-B-10	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	85,65
395	153-B-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	58,43
396	154-B-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	31,22
397	155-B-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	4,00
398	156-B-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	4,00
399	157-B-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	31,22
400	158-B-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	58,43
401	159-B-10	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	85,65
402	160-B-10	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	112,86
403	161-B-11	6	1,07%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	166,08
404	162-B-11	6	0,96%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	138,86
405	163-B-11	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	111,65
406	164-B-11	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	84,43
407	165-B-11	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	57,22
408	166-B-11	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	30,00
409	167-B-10	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	122,53
410	168-B-10	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	95,32
411	169-B-10	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	68,10
412	170-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
413	171-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
414	172-B-10	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	68,10
415	173-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
416	174-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
417	175-B-12	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	57,22
418	176-B-12	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	84,43
419	177-B-11	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	112,86
420	178-B-11	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	85,65
421	179-B-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	58,43
422	180-B-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	31,22
423	181-B-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	4,00
424	182-B-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	4,00
425	183-B-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	31,22

ANEXO 1: Tablas de cálculo por string para la opción seleccionada

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
426	184-B-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	58,43
427	185-B-12	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	85,65
428	186-B-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	58,43
429	187-B-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	31,22
430	188-B-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	4,00
431	189-B-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	4,00
432	190-B-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	31,22
433	191-B-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	58,43
434	192-B-11	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	111,65
435	193-B-11	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	84,43
436	194-B-11	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	57,22
437	195-B-11	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	30,00
438	196-B-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	68,10
439	197-B-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	40,89
440	198-B-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	40,89
441	199-B-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	68,10
442	200-B-12	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	84,43
443	201-B-12	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	57,22
444	202-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
445	203-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
446	204-B-12	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	57,22
447	205-B-13	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	112,86
448	206-B-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	85,65
449	207-B-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	58,43
450	208-B-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	31,22
451	209-B-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	4,00
452	210-B-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	4,00
453	211-B-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	31,22
454	212-B-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	58,43
455	213-B-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	85,65
456	214-B-13	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	112,86
457	215-B-13	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	140,08
458	216-B-14	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	112,86
459	217-B-14	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	85,65
460	218-B-14	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	58,43
461	219-B-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	31,22
462	220-B-13	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	30,00
463	221-B-14	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	4,00
464	222-B-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	31,22
465	223-B-14	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	58,43
466	224-B-14	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	85,65
467	225-B-14	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	111,65
468	226-B-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	84,43
469	227-B-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	57,22
470	228-B-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	30,00
471	229-B-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	30,00
472	230-B-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	57,22
473	231-B-14	6	0,89%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	121,32
474	232-B-14	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	94,10
475	233-B-14	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	66,89
476	234-B-14	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	66,89

ANEXO 2: Tablas de cálculo por inversor para la opción seleccionada

Inversor	Sección	% cdt (fdp=1)	% cdt (fdp=0,8)	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	I _{max adm c.term.} (T _{dist} +agrup)	T cond	p Cu (Tcond)	L cable (m)
A-1	185	0,38%	0,48%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	116,14
A-2	185	0,32%	0,41%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	98,55
A-3	185	0,36%	0,45%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	109,73
A-4	185	0,24%	0,30%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	74,08
A-5	185	0,20%	0,25%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	61,81
A-6	185	0,20%	0,26%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	62,72
A-7	185	0,17%	0,21%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	50,61
A-8	185	0,24%	0,30%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	74,08
A-9	185	0,14%	0,18%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	43,16
A-10	185	0,22%	0,27%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	66,19
A-11	185	0,17%	0,21%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	50,87
A-12	185	0,22%	0,28%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	67,72
A-13	185	0,26%	0,33%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	80,10
A-14	185	0,38%	0,48%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	116,92
B-1	185	0,39%	0,49%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	119,71
B-2	185	0,58%	0,73%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	177,97
B-3	185	0,35%	0,44%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	107,24
B-4	185	0,58%	0,73%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	177,96
B-5	185	0,42%	0,53%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	129,49
B-6	185	0,25%	0,32%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	77,31
B-7	185	0,37%	0,46%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	112,13
B-8	185	0,24%	0,30%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	72,51
B-9	185	0,47%	0,59%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	144,08
B-10	185	0,20%	0,25%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	61,16
B-11	185	0,41%	0,52%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	125,83
B-12	185	0,19%	0,23%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	57,16
B-13	185	0,39%	0,50%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	120,67
B-14	185	0,40%	0,51%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	123,07

ANEXO 3: Coordenadas X de los módulos para la opción seleccionada.

COORD. X		Instalación A																				Instalación B																					
Nx	Ny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
0	0	6.0965	11.4984	17.0626	22.7381	28.4897	34.3441	40.2333	47.0309	53.5059	63.0022	69.8325	77.2025	85.2245	92.5302	100.2771	108.544	116.5713	124.5058	130.4483	135.713	221.3075	225.8522	230.6935	235.6224	240.5909	245.583	147.4724	124.2342	100.9485	77.6315	54.3493	31.1103	7.9565	0	21.223	35.3423	46.5418	55.9108	64.3715	73.6693	85.2411	
1	0	6.0965	11.4984	17.0626	22.7381	28.4897	34.3441	40.2333	47.0309	53.5059	63.0022	69.8325	77.2025	85.2245	92.5302	100.2771	108.544	116.5713	124.5058	130.4483	135.713	221.3075	225.8522	230.6935	235.6224	240.5909	245.583	147.4724	124.2342	100.9485	77.6315	54.3493	31.1103	7.9565	0	21.223	35.3423	46.5418	55.9108	64.3715	73.6693	85.2411	
2	0	1.134	7.2305	12.6234	18.1946	23.8721	29.6237	35.4781	41.5573	48.1649	54.3999	64.1369	70.9665	78.3865	86.3585	93.6642	101.4111	109.678	117.7053	125.1848	131.5823	136.847	222.4415	226.9862	231.8275	236.7464	241.7249	246.717	148.6064	125.3882	102.0825	78.7655	55.4799	32.2443	9.0905	1.134	22.357	36.4763	47.6758	57.0448	65.5055	74.7979	86.3751
3	0	2.688	8.3645	13.7664	19.2886	25.0661	30.7577	36.6123	42.9193	49.2989	57.5739	65.2709	72.1005	79.4705	87.4925	94.7982	102.5451	110.812	118.8393	126.1188	132.7163	137.981	223.5755	228.1202	232.9615	237.8804	242.8589	247.851	149.7404	126.5022	103.2165	79.8995	56.6139	33.3783	10.2245	2.688	23.491	37.6103	48.8098	58.1788	66.6395	75.9319	87.5091
4	0	3.402	9.4985	14.9004	20.4626	26.1401	31.8917	37.7661	43.8253	50.4329	58.7079	66.4049	73.245	80.6405	88.2625	95.3272	102.6791	111.146	119.3773	127.4528	134.9503	139.115	224.7095	229.2542	233.9955	238.8244	243.6929	248.583	150.8744	127.6827	104.3005	81.0335	57.7479	34.5123	11.3585	3.402	24.625	38.7443	49.9438	59.3128	67.7735	77.0659	88.6431
5	0	4.302	10.9865	16.3884	22.0206	27.8481	33.8917	39.7661	45.9253	52.7079	60.7049	68.1019	74.9425	82.3380	90.0705	97.5452	104.8721	112.512	120.1773	127.7748	134.9503	141.115	225.7040	230.2487	234.9899	239.8188	244.5973	249.398	152.8044	129.7193	105.9873	82.7523	59.0123	36.027	12.4925	4.302	25.748	40.0673	51.2668	60.6358	70.0072	81.5844	
6	0	5.302	12.6325	18.0344	23.8666	29.9441	35.9977	42.1393	48.5169	55.5605	63.5575	71.1045	78.1015	85.5985	93.4360	101.1141	108.7322	116.1903	123.4884	130.4265	136.9046	142.8227	226.7095	231.2542	235.9955	240.8244	245.6929	250.583	156.8744	133.7893	110.4925	87.2873	63.5123	38.1767	5.302	26.893	41.2163	52.4158	61.7872	71.1586	82.7358		
7	0	6.804	12.9005	18.3024	23.8646	29.5421	35.2937	41.1481	47.2273	53.8349	62.1099	69.8069	76.6365	84.0065	92.0285	99.3342	107.0811	115.348	123.3753	130.8548	137.5253	142.517	228.1115	232.6562	237.4975	242.4164	247.3949	252.387	154.2764	131.0382	107.5525	84.4355	61.1499	37.9143	14.7605	6.804	28.027	42.1463	53.3458	62.7148	71.1755	80.6639	92.0451
8	0	8.034	12.9005	18.3024	23.8646	29.5421	35.2937	41.1481	47.2273	53.8349	62.1099	69.8069	76.6365	84.0065	92.0285	99.3342	107.0811	115.348	123.3753	130.8548	137.5253	142.517	228.1115	232.6562	237.4975	242.4164	247.3949	252.387	154.2764	131.0382	107.5525	84.4355	61.1499	37.9143	14.7605	8.034	28.027	42.1463	53.3458	62.7148	71.1755	80.6639	92.0451
9	0	9.072	15.1685	20.5704	26.1326	31.8101	37.5617	43.4161	49.4953	56.1029	63.7779	72.0749	78.9045	86.2745	94.2965	101.6022	109.3491	117.616	125.6433	133.1228	139.203	144.785	230.3795	234.9242	239.7655	244.6844	249.6229	254.555	156.5444	133.3062	110.0205	86.7035	63.4179	40.1823	17.0285	9.072	30.295	44.4143	55.6138	64.9828	73.4435	82.7359	94.3131
10	0	10.206	16.3025	21.7044	27.2666	32.9441	38.6957	44.5501	50.6293	57.2369	65.1119	73.2089	80.0385	87.4085	95.4305	102.7362	110.4831	118.75	126.7773	134.2568	140.6543	145.919	231.5335	236.0782	240.8995	245.8184	250.7969	255.789	157.6784	134.4002	111.1545	87.8375	64.5519	41.3163	18.1625	10.206	31.429	45.5483	56.7478	66.1168	74.5775	83.8699	95.4471
11	0	11.34	17.4365	22.8384	28.4006	34.0781	39.8297	45.6841	51.7633	58.3709	66.6459	74.9249	81.1725	88.5425	96.5645	103.8702	111.6171	119.884	127.9113	135.9308	141.7883	147.053	232.6475	237.1922	241.9335	246.8524	251.9309	256.923	158.8124	135.5742	112.2885	88.9715	65.6859	42.4503	19.2965	11.34	32.563	46.6823	57.8818	67.2508	75.7115	85.0039	96.5811
12	0	12.474	18.5705	23.9724	29.5346	35.2121	40.9637	46.8181	52.8973	59.5049	67.7799	76.1769	82.4245	89.7945	97.8165	105.5222	113.7691	122.366	130.8227	138.7302	145.6377	152.005	233.7415	238.2862	243.0275	247.9464	252.9249	257.917	160.8844	137.6402	114.4415	91.1545	67.8699	44.5323	20.412	12.474	33.697	47.8163	59.0158	68.3848	76.8455	86.1379	97.7151
13	0	13.608	19.7045	25.1064	30.6686	36.3461	42.0977	47.9521	54.0313	60.3839	68.1319	76.1049	83.405	91.0085	98.8325	106.382	113.8851	122.152	130.1793	137.6588	144.0563	149.321	234.9155	239.4602	244.3015	249.2204	254.1989	259.191	161.0804	138.4722	114.5655	91.2395	67.9539	44.7181	20.4643	13.608	34.831	48.9503	60.1498	69.5188	77.9795	87.2719	98.8491
14	0	14.742	20.8385	26.2404	31.8026	37.4801	43.2317	49.0861	55.1653	61.7279	70.0479	77.449	84.7545	92.9185	99.9665	107.2722	115.0911	123.286	131.3133	138.7928	145.1903	150.455	235.9495	240.4942	245.3355	250.2544	255.2329	260.2325	162.2144	139.6782	115.6905	92.3735	69.0879	45.8523	22.6985	14.742	35.965	50.0843	61.2838	70.6528	79.1395	88.4259	99.9831
15	0	15.876	21.9725	27.3744	32.9366	38.6141	44.3657	50.2021	56.2993	62.9069	71.1819	78.789	85.7085	92.9485	100.1005	108.4062	116.1531	124.2	132.4473	139.9268	146.3243	151.589	237.1835	241.7282	246.5695	251.4884	256.4669	261.459	163.3484	140.1107	116.8245	93.5075	70.2219	46.9223	23.8825	15.876	37.099	51.2183	62.4178	71.7868	80.2695	89.5999	101.1771
16	0	15.876	21.9725	27.3744	32.9366	38.6141	44.3657	50.2021	56.2993	62.9069	71.1819	78.789	85.7085	92.9485	100.1005	108.4062	116.1531	124.2	132.4473	139.9268	146.3243	151.589	237.1835	241.7282	246.5695	251.4884	256.4669	261.459	163.3484	140.1107	116.8245	93.5075	70.2219	46.9223	23.8825	15.876	37.099	51.2183	62.4178	71.7868	80.2695	89.5999	101.1771
17	0	17.01	23.1065	28.5084	34.0706	39.7881	45.8997	52.341	59.3333	67.0409	75.1319	82.6295	90.5975	98.9275	107.695	116.8122	125.584	134.491	143.3385	151.7068	159.9422	167.593	238.3175	242.8622	247.7035	252.6224	257.609	262.593	164.4824	141.2442	117.9585	94.6415	71.3559	48.1203	24.9665	17.01	38.299	52.323	63.5218	72.8908	81.3615	90.7928	102.3701
18	0	18.144	24.2405	29.6424	35.2046	40.8821	46.6337	52.4881	58.5673	65.1749	73.4499	81.1469	87.9765	95.3465	103.3685	110.6742	118.4211	126.688	134.7153	142.1948	149.5923	156.837	239.4515	243.9962	248.8375	253.7564	258.7349	263.727	165.6164	142.3782	119.0925	95.7755	72.4899	49.2543	26.1005	18.144	39.367	53.4863	64.6858	74.0548	82.5155	91.8079	103.3851
19	0	19.278	25.3745	30.7764	36.3386	42.0161	47.7677	53.6221	59.7013	66.3089	74.5839	82.2809	89.1105	96.4805	104.5025	111.8082	119.5551	127.822	135.8493	143.2288	149.7263	156.991	240.5855	245.1302	249.9715	254.8904	259.8689	264.861	166.7504	143.5122	120.2625	96.9095	73.6239	50.3883	27.2345	19.278	40.501	54.6203	65.8198	75.1888	83.6495	92.9419	104.5191
20	0	20.412	26.5085	31.9104	37.4726	43.1501	48.9017	54.7661	60.8353	67.4429	75.7179	83.4149	90.2445	97.6145	105.6365	113.4222	121.6891	129.945	138.1925	145.9398	152.637	160.061	241.7195	246.2642	251.1055	255.9468	260.9253	265.918	167.8844	144.6462	121.3605	98.0435	74.7579	51.5223	28.3685	20.412	41.635	55.7543	66.9538	76.3228	84.7835	94.0759	105.6531
21	0	21.546	27.6425	33.0444	38.6066	44.2841	50.0357	55.8901	61.9693	68.7659	76.8519	84.5489	91.7885	98.7485	106.7005	114.0762	121.8231	130.09	138.1173	145.5968	151.9494	157.529	242.835	247.3802	252.2215	257.1404	262.1369	267.129	169.0184	145.7802	122.4945	99.1775	75.8919	52.6565	29.5025	21.546	42.769	56.8883	68.0878	77.4568	85.9175	95.2099	106.7871
22	0	22.68	28.7765	34.1784	39.7406	45.4811	51.1697	57.0241	63.1033	69.7109	77.9859	85.8229	92.5125	99.8825	107.9045	115.2102	122.9571	131.224	139.2513	146.7308</																							

ANEXO 3: Coordenadas X de los módulos para la opción seleccionada

Código	X	Instalación A																				Instalación B																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
131	0	147.42	153.165	158.918	164.680	170.451	176.223	182.004	187.784	193.565	199.346	205.127	210.908	216.689	222.470	228.251	234.032	239.813	245.594	251.375	257.156	262.937	268.718	274.499	280.280	286.061	291.842	297.623	303.404	309.185	314.966	320.747	326.528	332.309	338.090	343.871	349.652	355.433	361.214	366.995	372.776	378.557	384.338	390.119	395.900	401.681	407.462	413.243	419.024	424.805	430.586	436.367	442.148	447.929	453.710	459.491	465.272	471.053	476.834	482.615	488.396	494.177	500.000	505.781	511.562	517.343	523.124	528.905	534.686	540.467	546.248	552.029	557.810	563.591	569.372	575.153	580.934	586.715	592.496	598.277	604.058	609.839	615.620	621.401	627.182	632.963	638.744	644.525	650.306	656.087	661.868	667.649	673.430	679.211	684.992	690.773	696.554	702.335	708.116	713.897	719.678	725.459	731.240	737.021	742.802	748.583	754.364	760.145	765.926	771.707	777.488	783.269	789.050	794.831	800.612	806.393	812.174	817.955	823.736	829.517	835.298	841.079	846.860	852.641	858.422	864.203	870.000	875.775	881.550	887.325	893.100	898.875	904.650	910.425	916.200	921.975	927.750	933.525	939.300	945.075	950.850	956.625	962.400	968.175	973.950	979.725	985.500	991.275	997.050	1002.825	1008.600	1014.375	1020.150	1025.925	1031.700	1037.475	1043.250	1049.025	1054.800	1060.575	1066.350	1072.125	1077.900	1083.675	1089.450	1095.225	1101.000	1106.775	1112.550	1118.325	1124.100	1129.875	1135.650	1141.425	1147.200	1152.975	1158.750	1164.525	1170.300	1176.075	1181.850	1187.625	1193.400	1199.175	1204.950	1210.725	1216.500	1222.275	1228.050	1233.825	1239.600	1245.375	1251.150	1256.925	1262.700	1268.475	1274.250	1280.025	1285.800	1291.575	1297.350	1303.125	1308.900	1314.675	1320.450	1326.225	1332.000	1337.775	1343.550	1349.325	1355.100	1360.875	1366.650	1372.425	1378.200	1383.975	1389.750	1395.525	1401.300	1407.075	1412.850	1418.625	1424.400	1430.175	1435.950	1441.725	1447.500	1453.275	1459.050	1464.825	1470.600	1476.375	1482.150	1487.925	1493.700	1499.475	1505.250	1511.025	1516.800	1522.575	1528.350	1534.125	1539.900	1545.675	1551.450	1557.225	1563.000	1568.775	1574.550	1580.325	1586.100	1591.875	1597.650	1603.425	1609.200	1614.975	1620.750	1626.525	1632.300	1638.075	1643.850	1649.625	1655.400	1661.175	1666.950	1672.725	1678.500	1684.275	1690.050	1695.825	1701.600	1707.375	1713.150	1718.925	1724.700	1730.475	1736.250	1742.025	1747.800	1753.575	1759.350	1765.125	1770.900	1776.675	1782.450	1788.225	1794.000	1800.000	1805.900	1811.800	1817.700	1823.600	1829.500	1835.400	1841.300	1847.200	1853.100	1859.000	1864.900	1870.800	1876.700	1882.600	1888.500	1894.400	1900.300	1906.200	1912.100	1918.000	1923.900	1929.800	1935.700	1941.600	1947.500	1953.400	1959.300	1965.200	1971.100	1977.000	1982.900	1988.800	1994.700	2000.600	2006.500	2012.400	2018.300	2024.200	2030.100	2036.000	2041.900	2047.800	2053.700	2059.600	2065.500	2071.400	2077.300	2083.200	2089.100	2095.000	2100.900	2106.800	2112.700	2118.600	2124.500	2130.400	2136.300	2142.200	2148.100	2154.000	2159.900	2165.800	2171.700	2177.600	2183.500	2189.400	2195.300	2201.200	2207.100	2213.000	2218.900	2224.800	2230.700	2236.600	2242.500	2248.400	2254.300	2260.200	2266.100	2272.000	2277.900	2283.800	2289.700	2295.600	2301.500	2307.400	2313.300	2319.200	2325.100	2331.000	2336.900	2342.800	2348.700	2354.600	2360.500	2366.400	2372.300	2378.200	2384.100	2390.000	2395.900	2401.800	2407.700	2413.600	2419.500	2425.400	2431.300	2437.200	2443.100	2449.000	2454.900	2460.800	2466.700	2472.600	2478.500	2484.400	2490.300	2496.200	2502.100	2508.000	2513.900	2519.800	2525.700	2531.600	2537.500	2543.400	2549.300	2555.200	2561.100	2567.000	2572.900	2578.800	2584.700	2590.600	2596.500	2602.400	2608.300	2614.200	2620.100	2626.000	2631.900	2637.800	2643.700	2649.600	2655.500	2661.400	2667.300	2673.200	2679.100	2685.000	2690.900	2696.800	2702.700	2708.600	2714.500	2720.400	2726.300	2732.200	2738.100	2744.000	2749.900	2755.800	2761.700	2767.600	2773.500	2779.400	2785.300	2791.200	2797.100	2803.000	2808.900	2814.800	2820.700	2826.600	2832.500	2838.400	2844.300	2850.200	2856.100	2862.000	2867.900	2873.800	2879.700	2885.600	2891.500	2897.400	2903.300	2909.200	2915.100	2921.000	2926.900	2932.800	2938.700	2944.600	2950.500	2956.400	2962.300	2968.200	2974.100	2980.000	2985.900	2991.800	2997.700	3003.600	3009.500	3015.400	3021.300	3027.200	3033.100	3039.000	3044.900	3050.800	3056.700	3062.600	3068.500	3074.400	3080.300	3086.200	3092.100	3098.000	3103.900	3109.800	3115.700	3121.600	3127.500	3133.400	3139.300	3145.200	3151.100	3157.000	3162.900	3168.800	3174.700	3180.600	3186.500	3192.400	3198.300	3204.200	3210.100	3216.000	3221.900	3227.800	3233.700	3239.600	3245.500	3251.400	3257.300	3263.200	3269.100	3275.000	3280.900	3286.800	3292.700	3298.600	3304.500	3310.400	3316.300	3322.200	3328.100	3334.000	3339.900	3345.800	3351.700	3357.600	3363.500	3369.400	3375.300	3381.200	3387.100	3393.000	3398.900	3404.800	3410.700	3416.600	3422.500	3428.400	3434.300	3440.200	3446.100	3452.000	3457.900	3463.800	3469.700	3475.600	3481.500	3487.400	3493.300	3499.200	3505.100	3511.000	3516.900	3522.800	3528.700	3534.600	3540.500	3546.400	3552.300	3558.200	3564.100	3570.000	3575.900	3581.800	3587.700	3593.600	3599.500	3605.400	3611.300	3617.200	3623.100	3629.000	3634.900	3640.800	3646.700	3652.600	3658.500	3664.400	3670.300	3676.200	3682.100	3688.000	3693.900	3699.800	3705.700	3711.600	3717.500	3723.400	3729.300	3735.200	3741.100	3747.000	3752.900	3758.800	3764.700	3770.600	3776.500	3782.400	3788.300	3794.200	3800.100	3806.000	3811.900	3817.800	3823.700	3829.600	3835.500	3841.400	3847.300	3853.200	3859.100	3865.000	3870.900	3876.800	3882.700	3888.600	3894.500	3900.400	3906.300	3912.200	3918.100	3924.000	3929.900	3935.800	3941.700	3947.600	3953.500	3959.400	3965.300	3971.200	3977.100	3983.000	3988.900	3994.800	4000.700	4006.600	4012.500	4018.400	4024.300	4030.200	4036.100	4042.000	4047.900	4053.800	4059.700	4065.600	4071.500	4077.400	4083.300	4089.200	4095.100	4101.000	4106.900	4112.800	4118.700	4124.600	4130.500	4136.400	4142.300	4148.200	4154.100	4160.000	4165.900	4171.800	4177.700	4183.600	4189.500	4195.400	4201.300	4207.200	4213.100	4219.000	4224.900	4230.800	4236.700	4242.600	4248.500	4254.400	4260.300	4266.200	4272.100	4278.000	4283.900	4289.800	4295.700	4301.600	4307.500	4313.400	4319.300	4325.200	4331.100	4337.000	4342.900	4348.800	4354.700	4360.600	4366.500	4372.400	4378.300	4384.200	4390.100	4396.000	4401.900	4407.800	4413.700	4419.600	4425.500	4431.400	4437.300	4443.200	4449.100	4455.000	4460.900	4466.800	4472.700	4478.600	4484.500	4490.400	4496.300	4502.200	4508.100	4514.000	4519.900	4525.800	4531.700	4537.600	4543.500	4549.400	4555.300	4561.200	4567.100	4573.000	4578.900	4584.800	4590.700	4596.600	4602.500	4608.400	4614.300	4620.200	4626.100	4632.000	4637.900	4643.800	4649.700	4655.600	4661.500	4667.400	4673.300	4679.200	4685.100	4691.000	4696.900	4702.800	4708.700	4714.600	4720.500	4726.400	4732.300	4738.200	4744.100	4750.000	4755.900	4761.800	4767.700	4773.600	4779.500	4785.400	4791.300	4797.200	4803.100	4809.000	4814.900	4820.800	4826.700	4832.600	4838.500	4844.400	4850.300	4856.200	4862.100	4868.000	4873.900	4879.800	4885.700	4891.600	4897.500	4903.400	4909.300	4915.200	4921.100	4927.000	4932.900	4938.800	4944.700	4950.600	4956.500	4962.400	4968.300	4974.200	4980.100	4986.000	4991.900	4997.800	5003.700	5009.600	5015.500	5021.400	5027.300	5033.200	5039.100	5045.000	5050.900	5056.800	5062.700	5068.600	5074.500	5080.400	5086.300	5092.200	5098.100	5104.000	5109.900	5115.800	5121.700	5127.600	5133.500	5139.400	5145.300	5151.200	5157.100	5163.000	5168.900	5174.800	5180.700	5186.600	5192.500	5198.400	5204.300	5210.200	5216.100	5222.000	5227.900	5233.800	5239.700	5245.600	5251.500	5257.400	5263.300	5269.200	5275.100	5281.000	5286.900	5292.800	5298.700	5304.600	5310.500	5316.400	5322.300	5328.200	5334.100	5340.000	5345.900	5351.800	5357.700	5363.600	5369.500	5375.400	5381.300	5387.200	5393.100	5399.000	5404.900	5410.800	5416.700	5422.600	5428.500	5434.400	5440.300	5446.200	5452.100	5458.000	5463.900	5469.800	5475.700	5481.600	5487.500	5493.400	5499.300	5505.200	5511.100	5517.000	5522.900	5528.800	5534.700	5540.600	5546.500	5552.400	5558.300	5564.200	5570.100	5576.000	5581.900	5587.800	

ANEXO 4: Coordenadas Y de los módulos para la opción seleccionada

COORDENADAS Y		Instalación A																				Instalación B																																																																
Nx	Ny	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21																																											
1	0	0	12,2144	24,2288	36,6432	48,8576	61,072	73,2864	85,5008	97,7152	109,9296	122,144	134,3584	146,5728	158,7872	171,0016	183,216	195,4304	207,6448	219,8592	232,0736	244,288	0	12,2144	24,2288	36,6432	48,8576	61,072	73,2864	85,5008	97,7152	109,9296	122,144	134,3584	146,5728	158,7872	171,0016	183,216	195,4304	207,6448	219,8592	232,0736	244,288	0	12,2144	24,2288	36,6432	48,8576	61,072	73,2864	85,5008	97,7152	109,9296	122,144	134,3584	146,5728	158,7872	171,0016	183,216	195,4304	207,6448	219,8592	232,0736	244,288	0	12,2144	24,2288	36,6432	48,8576	61,072	73,2864	85,5008	97,7152	109,9296	122,144	134,3584	146,5728	158,7872	171,0016	183,216	195,4304	207,6448	219,8592	232,0736	244,288	0

ANEXO 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
1	1-A-1	6	1,23%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	204,18
2	2-A-1	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	176,97
3	3-A-1	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	149,75
4	4-A-1	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	122,53
5	5-A-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	95,32
6	6-A-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	68,10
7	7-A-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	40,89
8	8-A-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	40,89
9	9-A-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	68,10
10	10-A-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	95,32
11	11-A-2	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	94,10
12	12-A-2	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	66,89
13	13-A-2	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	66,89
14	14-A-2	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	94,10
15	15-A-1	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	167,30
16	16-A-1	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	140,08
17	17-A-1	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	112,86
18	18-A-1	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	85,65
19	19-A-1	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	58,43
20	20-A-1	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	31,22
21	21-A-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	4,00
22	22-A-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-1	4,00
23	23-A-2	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	68,10
24	24-A-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	40,89
25	25-A-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	40,89
26	26-A-2	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	68,10
27	27-A-2	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	95,32
28	28-A-3	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	149,75
29	29-A-3	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	122,53
30	30-A-3	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	95,32
31	31-A-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	68,10
32	32-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
33	33-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
34	34-A-2	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	85,65
35	35-A-2	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	58,43
36	36-A-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	31,22
37	37-A-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	4,00
38	38-A-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	4,00
39	39-A-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	31,22
40	40-A-2	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-2	58,43
41	41-A-3	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	112,86
42	42-A-3	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	85,65
43	43-A-3	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	58,43
44	44-A-3	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	31,22
45	45-A-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	4,00
46	46-A-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	4,00
47	47-A-4	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	111,65
48	48-A-4	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	84,43
49	49-A-4	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	57,22
50	50-A-4	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	30,00
51	51-A-4	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	30,00
52	52-A-4	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	57,22
53	53-A-4	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	84,43
54	54-A-4	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	111,65
55	55-A-3	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	149,75
56	56-A-3	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	122,53
57	57-A-3	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	95,32
58	58-A-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	68,10
59	59-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
60	60-A-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-3	40,89
61	61-A-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	58,43
62	62-A-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	31,22
63	63-A-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	4,00
64	64-A-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	4,00
65	65-A-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	31,22
66	66-A-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	58,43
67	67-A-4	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	85,65
68	68-A-5	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	176,97
69	69-A-5	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	149,75
70	70-A-5	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	122,53
71	71-A-5	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	95,32
72	72-A-5	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	68,10
73	73-A-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	40,89
74	74-A-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	40,89
75	75-A-5	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	68,10
76	76-A-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	40,89
77	77-A-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	40,89
78	78-A-4	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-4	68,10
79	79-A-6	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	49,05
80	80-A-6	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	49,05
81	81-A-5	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	167,30
82	82-A-5	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	140,08
83	83-A-5	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	112,86
84	84-A-5	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	85,65
85	85-A-5	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	58,43

ANEXO 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
86	86-A-5	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	31,22
87	87-A-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	4,00
88	88-A-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-5	4,00
89	89-A-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	58,43
90	90-A-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	31,22
91	91-A-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	4,00
92	92-A-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	4,00
93	93-A-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	31,22
94	94-A-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	58,43
95	95-A-6	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	85,65
96	96-A-6	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	112,86
97	97-A-6	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	140,08
98	98-A-6	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	167,30
99	99-A-6	6	1,19%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	194,51
100	100-A-7	6	0,96%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	138,86
101	101-A-7	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	111,65
102	102-A-7	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	84,43
103	103-A-7	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	57,22
104	104-A-7	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	30,00
105	105-A-7	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	30,00
106	106-A-7	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	57,22
107	107-A-7	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	84,43
108	108-A-7	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	111,65
109	109-A-7	6	0,96%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	138,86
110	110-A-8	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	76,27
111	111-A-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	49,05
112	112-A-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	49,05
113	113-A-6	6	0,80%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	98,04
114	114-A-6	6	0,91%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	125,26
115	115-A-6	6	1,02%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	152,47
116	116-A-6	6	1,13%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	179,69
117	117-A-6	6	1,24%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-6	206,90
118	118-A-7	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	140,08
119	119-A-7	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	112,86
120	120-A-7	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	85,65
121	121-A-7	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	58,43
122	122-A-7	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	31,22
123	123-A-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	4,00
124	124-A-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	4,00
125	125-A-8	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	58,43
126	126-A-8	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	31,22
127	127-A-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	4,00
128	128-A-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	4,00
129	129-A-8	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	31,22
130	130-A-8	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	58,43
131	131-A-8	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	85,65
132	132-A-8	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	112,86
133	133-A-9	6	0,93%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	130,70
134	134-A-9	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	103,48
135	135-A-9	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	76,27
136	136-A-9	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	49,05
137	137-A-7	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-7	30,00
138	138-A-8	6	0,69%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	70,82
139	139-A-8	6	0,58%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	43,61
140	140-A-8	6	0,58%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	43,61
141	141-A-8	6	0,69%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	70,82
142	142-A-8	6	0,80%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	98,04
143	143-A-8	6	0,91%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	125,26
144	144-A-8	6	1,02%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-8	152,47
145	145-A-9	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	85,65
146	146-A-9	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	58,43
147	147-A-9	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	31,22
148	148-A-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	4,00
149	149-A-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	4,00
150	150-A-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	58,43
151	151-A-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	31,22
152	152-A-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	4,00
153	153-A-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	4,00
154	154-A-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	31,22
155	155-A-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	58,43
156	156-A-10	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	85,65
157	157-A-10	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	112,86
158	158-A-9	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	122,53
159	159-A-9	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	95,32
160	160-A-9	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	68,10
161	161-A-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	40,89
162	162-A-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	40,89
163	163-A-11	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	76,27
164	164-A-10	6	1,04%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	157,92
165	165-A-10	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	84,43
166	166-A-10	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	57,22
167	167-A-10	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	30,00
168	168-A-10	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	30,00
169	169-A-10	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	57,22
170	170-A-10	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	84,43

ANEXO 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
171	171-A-10	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-10	111,65
172	172-A-9	6	0,89%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	121,32
173	173-A-9	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	94,10
174	174-A-9	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	66,89
175	175-A-9	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-9	66,89
176	176-A-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	58,43
177	177-A-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	31,22
178	178-A-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	4,00
179	179-A-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	4,00
180	180-A-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	31,22
181	181-A-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	58,43
182	182-A-11	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	85,65
183	183-A-11	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	112,86
184	184-A-11	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	140,08
185	185-A-12	6	0,91%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	125,26
186	186-A-12	6	0,80%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	98,04
187	187-A-12	6	0,69%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	70,82
188	188-A-12	6	0,58%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	43,61
189	189-A-11	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	103,48
190	190-A-11	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	76,27
191	191-A-11	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	49,05
192	192-A-11	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	49,05
193	193-A-11	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	76,27
194	194-A-11	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	103,48
195	195-A-11	6	0,93%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	130,70
196	196-A-11	6	1,04%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-11	157,92
197	197-A-12	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	85,65
198	198-A-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	58,43
199	199-A-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	31,22
200	200-A-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	4,00
201	201-A-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	4,00
202	202-A-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	31,22
203	203-A-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	58,43
204	204-A-12	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	85,65
205	205-A-12	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	112,86
206	206-A-12	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	140,08
207	207-A-12	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	167,30
208	208-A-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	85,65
209	209-A-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	58,43
210	210-A-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	31,22
211	211-A-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	4,00
212	212-A-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	4,00
213	213-A-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	31,22
214	214-A-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	58,43
215	215-A-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	85,65
216	216-A-12	6	1,02%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-12	152,47
217	217-A-13	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	95,32
218	218-A-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	68,10
219	219-A-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	40,89
220	220-A-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	40,89
221	221-A-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	68,10
222	222-A-13	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	95,32
223	223-A-13	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	122,53
224	224-A-13	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-13	149,75
225	225-A-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	84,43
226	226-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
227	227-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
228	228-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
229	229-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
230	230-A-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	84,43
231	231-A-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	31,22
232	232-A-14	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	4,00
233	233-A-14	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	4,00
234	234-A-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	31,22
235	235-A-14	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	58,43
236	236-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
237	237-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
238	238-A-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	30,00
239	239-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	57,22
240	240-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	56,00
241	241-A-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	56,00
242	242-A-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	A-14	83,22
243	1-B-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	95,32
244	2-B-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	68,10
245	3-B-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	40,89
246	4-B-1	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	40,89
247	5-B-1	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	68,10
248	6-B-1	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	95,32
249	7-B-1	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	122,53
250	8-B-1	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	149,75
251	9-B-1	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	58,43
252	10-B-1	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	31,22
253	11-B-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	4,00
254	12-B-1	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	4,00
255	13-B-1	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	31,22

ANEXO 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
256	14-B-1	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	58,43
257	15-B-1	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	85,65
258	16-B-1	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-1	112,86
259	17-B-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	40,89
260	18-B-2	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	40,89
261	19-B-2	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	68,10
262	20-B-2	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	95,32
263	21-B-2	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	122,53
264	22-B-2	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	149,75
265	23-B-2	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	176,97
266	24-B-2	6	1,23%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	204,18
267	25-B-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	68,10
268	26-B-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	40,89
269	27-B-3	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	40,89
270	28-B-3	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	68,10
271	29-B-3	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	95,32
272	30-B-3	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	122,53
273	31-B-3	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	149,75
274	32-B-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	31,22
275	33-B-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	4,00
276	34-B-2	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	4,00
277	35-B-2	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	31,22
278	36-B-2	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	58,43
279	37-B-2	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	85,65
280	38-B-2	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	112,86
281	39-B-2	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-2	140,08
282	40-B-3	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	58,43
283	41-B-3	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	31,22
284	42-B-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	4,00
285	43-B-3	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	4,00
286	44-B-3	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	31,22
287	45-B-3	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	58,43
288	46-B-3	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	85,65
289	47-B-4	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	68,10
290	48-B-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	40,89
291	49-B-4	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	40,89
292	50-B-4	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	68,10
293	51-B-4	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	95,32
294	52-B-4	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	122,53
295	53-B-4	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	149,75
296	54-B-4	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	176,97
297	55-B-3	6	0,70%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	73,55
298	56-B-3	6	0,70%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-3	73,55
299	57-B-5	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	95,32
300	58-B-5	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	68,10
301	59-B-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	40,89
302	60-B-5	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	40,89
303	61-B-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	58,43
304	62-B-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	31,22
305	63-B-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	4,00
306	64-B-4	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	4,00
307	65-B-4	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	31,22
308	66-B-4	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	58,43
309	67-B-4	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	85,65
310	68-B-4	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-4	112,86
311	69-B-5	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	112,86
312	70-B-5	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	85,65
313	71-B-5	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	58,43
314	72-B-5	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	31,22
315	73-B-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	4,00
316	74-B-5	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	4,00
317	75-B-5	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	31,22
318	76-B-5	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	58,43
319	77-B-5	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	85,65
320	78-B-5	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	112,86
321	79-B-5	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	140,08
322	80-B-5	6	1,08%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	167,30
323	81-B-5	6	1,19%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	194,51
324	82-B-5	6	1,30%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-5	221,73
325	83-B-6	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	66,89
326	84-B-6	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	94,10
327	85-B-6	6	0,89%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	121,32
328	86-B-6	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	68,10
329	87-B-6	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	40,89
330	88-B-6	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	40,89
331	89-B-6	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	68,10
332	90-B-6	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	95,32
333	91-B-6	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	122,53
334	92-B-6	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	85,65
335	93-B-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	58,43
336	94-B-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	31,22
337	95-B-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	4,00
338	96-B-6	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	4,00
339	97-B-6	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	31,22
340	98-B-6	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	58,43

ANEXO 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
341	99-B-6	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	85,65
342	100-B-7	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	68,10
343	101-B-7	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	40,89
344	102-B-7	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	40,89
345	103-B-7	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	68,10
346	104-B-7	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	95,32
347	105-B-6	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-6	30,00
348	106-B-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	49,05
349	107-B-8	6	0,60%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	49,05
350	108-B-8	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	76,27
351	109-B-8	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	103,48
352	110-B-7	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	85,65
353	111-B-7	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	58,43
354	112-B-7	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	31,22
355	113-B-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	4,00
356	114-B-7	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	4,00
357	115-B-7	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	31,22
358	116-B-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	4,00
359	117-B-8	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	4,00
360	118-B-8	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	31,22
361	119-B-8	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	58,43
362	120-B-7	6	1,15%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	185,13
363	121-B-7	6	1,04%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	157,92
364	122-B-7	6	0,93%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	130,70
365	123-B-7	6	0,82%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	103,48
366	124-B-7	6	0,71%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-7	76,27
367	125-B-8	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	122,53
368	126-B-8	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	95,32
369	127-B-8	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	68,10
370	128-B-8	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	40,89
371	129-B-8	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	40,89
372	130-B-8	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	68,10
373	131-B-9	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	112,86
374	132-B-9	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	85,65
375	133-B-9	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	58,43
376	134-B-9	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	31,22
377	135-B-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	4,00
378	136-B-9	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	4,00
379	137-B-9	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	31,22
380	138-B-9	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	58,43
381	139-B-8	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	110,43
382	140-B-8	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-8	83,22
383	141-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
384	142-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
385	143-B-10	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	68,10
386	144-B-9	6	1,12%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	176,97
387	145-B-9	6	1,01%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	149,75
388	146-B-9	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	122,53
389	147-B-9	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	95,32
390	148-B-9	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	68,10
391	149-B-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	40,89
392	150-B-9	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	40,89
393	151-B-9	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-9	68,10
394	152-B-10	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	85,65
395	153-B-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	58,43
396	154-B-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	31,22
397	155-B-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	4,00
398	156-B-10	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	4,00
399	157-B-10	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	31,22
400	158-B-10	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	58,43
401	159-B-10	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	85,65
402	160-B-10	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	112,86
403	161-B-11	6	1,07%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	166,08
404	162-B-11	6	0,96%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	138,86
405	163-B-11	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	111,65
406	164-B-11	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	84,43
407	165-B-11	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	57,22
408	166-B-11	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	30,00
409	167-B-10	6	0,90%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	122,53
410	168-B-10	6	0,79%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	95,32
411	169-B-10	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	68,10
412	170-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
413	171-B-10	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	40,89
414	172-B-10	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-10	68,10
415	173-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
416	174-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
417	175-B-12	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	57,22
418	176-B-12	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	84,43
419	177-B-11	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	112,86
420	178-B-11	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	85,65
421	179-B-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	58,43
422	180-B-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	31,22
423	181-B-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	4,00
424	182-B-11	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	4,00
425	183-B-11	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	31,22

ANEXO 1F: Tablas de cálculo por string para la opción alternativa

nº	código	Sección	%cdt	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	lmax adm c.term.	T cond	p Cu (Tcond)	Inversor	L cable (m)
426	184-B-11	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	58,43
427	185-B-12	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	85,65
428	186-B-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	58,43
429	187-B-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	31,22
430	188-B-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	4,00
431	189-B-12	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	4,00
432	190-B-12	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	31,22
433	191-B-12	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	58,43
434	192-B-11	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	111,65
435	193-B-11	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	84,43
436	194-B-11	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	57,22
437	195-B-11	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-11	30,00
438	196-B-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	68,10
439	197-B-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	40,89
440	198-B-13	6	0,57%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	40,89
441	199-B-13	6	0,68%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	68,10
442	200-B-12	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	84,43
443	201-B-12	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	57,22
444	202-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
445	203-B-12	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	30,00
446	204-B-12	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-12	57,22
447	205-B-13	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	112,86
448	206-B-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	85,65
449	207-B-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	58,43
450	208-B-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	31,22
451	209-B-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	4,00
452	210-B-13	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	4,00
453	211-B-13	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	31,22
454	212-B-13	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	58,43
455	213-B-13	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	85,65
456	214-B-13	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	112,86
457	215-B-13	6	0,97%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	140,08
458	216-B-14	6	0,86%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	112,86
459	217-B-14	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	85,65
460	218-B-14	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	58,43
461	219-B-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	31,22
462	220-B-13	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-13	30,00
463	221-B-14	6	0,42%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	4,00
464	222-B-14	6	0,53%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	31,22
465	223-B-14	6	0,64%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	58,43
466	224-B-14	6	0,75%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	85,65
467	225-B-14	6	0,85%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	111,65
468	226-B-14	6	0,74%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	84,43
469	227-B-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	57,22
470	228-B-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	30,00
471	229-B-14	6	0,52%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	30,00
472	230-B-14	6	0,63%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	57,22
473	231-B-14	6	0,89%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	121,32
474	232-B-14	6	0,78%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	94,10
475	233-B-14	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	66,89
476	234-B-14	6	0,67%	ok	ok	ok	37,7118	25,13116967	0,017954	B-14	66,89

ANEXO 2F: Tablas de cálculo por inversor para la opción alternativa

Inversor	Sección	% cdt (fdp=1)	% cdt (fdp=0,8)	¿OK?	¿OK Térmico?	¿OK cdt?	I _{max adm c.term.} (T _{dist} +agrup)	T cond	p Cu (Tcond)	L cable (m)
A-1	185	0,38%	0,48%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	116,14
A-2	185	0,32%	0,41%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	98,55
A-3	185	0,36%	0,45%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	109,73
A-4	185	0,24%	0,30%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	74,08
A-5	185	0,20%	0,25%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	61,81
A-6	185	0,20%	0,26%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	62,72
A-7	185	0,17%	0,21%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	50,61
A-8	185	0,24%	0,30%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	74,08
A-9	185	0,14%	0,18%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	43,16
A-10	185	0,22%	0,27%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	66,19
A-11	185	0,17%	0,21%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	50,87
A-12	185	0,22%	0,28%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	67,72
A-13	185	0,26%	0,33%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	80,10
A-14	185	0,38%	0,48%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	116,92
B-1	185	0,39%	0,49%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	119,71
B-2	185	0,58%	0,73%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	177,97
B-3	185	0,35%	0,44%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	107,24
B-4	185	0,58%	0,73%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	177,96
B-5	185	0,42%	0,53%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	129,49
B-6	185	0,25%	0,32%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	77,31
B-7	185	0,37%	0,46%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	112,13
B-8	185	0,24%	0,30%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	72,51
B-9	185	0,47%	0,59%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	144,08
B-10	185	0,20%	0,25%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	61,16
B-11	185	0,41%	0,52%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	125,83
B-12	185	0,19%	0,23%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	57,16
B-13	185	0,39%	0,50%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	120,67
B-14	185	0,40%	0,51%	ok	ok	ok	212,21	44,76	0,01930841	123,07

Table with columns for 'Instalación A1' and 'Instalación B'. Each installation has 18 numbered columns (1-18) representing different modules. The table contains numerical data for each module across various rows, likely representing different scenarios or time periods.

No.	Eje	Nº	Instalación A1										Instalación A2										Instalación B																																																																																																																																																																																																																
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40																																																																																																																																																																																													
80	0	85386	93381	97210	101192	105177	109162	113146	117131	121116	125101	129086	133071	137056	141041	145026	149011	152996	156981	160966	164951	168936	172921	176906	180891	184876	188861	192846	196831	200816	204801	208786	212771	216756	220741	224726	228711	232696	236681	240666	244651	248636	252621	256606	260591	264576	268561	272546	276531	280516	284501	288486	292471	296456	300441	304426	308411	312396	316381	320366	324351	328336	332321	336306	340291	344276	348261	352246	356231	360216	364201	368186	372171	376156	380141	384126	388111	392096	396081	400066	404051	408036	412021	416006	420000	423985	427970	431955	435940	439925	443910	447895	451880	455865	459850	463835	467820	471805	475790	479775	483760	487745	491730	495715	499700	503685	507670	511655	515640	519625	523610	527595	531580	535565	539550	543535	547520	551505	555490	559475	563460	567445	571430	575415	579400	583385	587370	591355	595340	599325	603310	607295	611280	615265	619250	623235	627220	631205	635190	639175	643160	647145	651130	655115	659100	663085	667070	671055	675040	679025	683010	687000	690985	694970	698955	702940	706925	710910	714895	718880	722865	726850	730835	734820	738805	742790	746775	750760	754745	758730	762715	766700	770685	774670	778655	782640	786625	790610	794595	798580	802565	806550	810535	814520	818505	822490	826475	830460	834445	838430	842415	846400	850385	854370	858355	862340	866325	870310	874295	878280	882265	886250	890235	894220	898205	902190	906175	910160	914145	918130	922115	926100	930085	934070	938055	942040	946025	950010	954000	957985	961970	965955	969940	973925	977910	981895	985880	989865	993850	997835	1000000

Table with columns for 'Instalación A1', 'Instalación A2', and 'Instalación B'. Each installation section contains 18 columns of numerical data. The table is organized into rows for each installation, with a header row for each section. The data represents coordinates for various modules.

Table with columns for 'Instalación A1', 'Instalación A2', and 'Instalación B'. Each installation section contains 36 columns of numerical data representing coordinates. The table is organized into three main sections, each with a header row and 36 data rows.

A-550M_{GS}

Mono PERC 144 Half-Cell
520-550 W_p



Alta **eficiencia** de **21.3%**



Excelente **rendimiento** con baja irradiancia



Alta **resistencia** PID



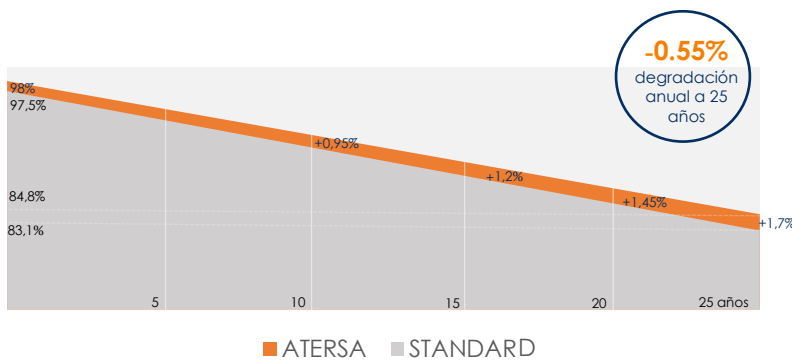
Doble control de **calidad**



Mayor **potencia** a 25 años



GARANTÍA LINEAL DE RENDIMIENTO



Garantía de producto
ATERSA-España



Garantía lineal de
rendimiento



www.atersa.com

P.I. El Olival, Ribarroja del Turia.
C/ A Nave 6 D y E
Valencia, España.



Características eléctricas GS

	A-520M	A-530M	A-540M	A-550M
Potencia Máxima (Pmax)	520 Wp	530 Wp	540 Wp	550 Wp
Tensión Máxima Potencia (Vmp)	40.44 V	40.54 V	40.71 V	40.83 V
Corriente Máxima Potencia (Imp)	12.86 A	13.08 A	13.27 A	13.48 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	49.10 V	49.26 V	49.42 V	49.60 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	13.57 A	13.71 A	13.85 A	14.04 A
Eficiencia del Módulo (%)	20.1	20.5	20.9	21.3
Tolerancia de Potencia (W)			0/+5	
Máxima Serie de Fusibles (A)			25	
Máxima Tensión del Sistema (IEC)			DC 1.000 V / DC 1.500V (**)	
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)			45±2	

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m², espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C.

Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±2% (Voc, Vmp); ±4% (Isc, Imp).

Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

(**) Máxima tensión del sistema de 1.500 V se fabrica bajo pedido.

Especificaciones mecánicas

Dimensiones (± 2.0 mm.)	2279x1134x35 mm
Peso (± 0.5 kg)	28.9 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	3600 Pa (*)
Máx. carga estática, posterior (viento)	1600 Pa (**)
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s

(*) Factor de seguridad 1.5. Utilizando 8 taladros de fijación.

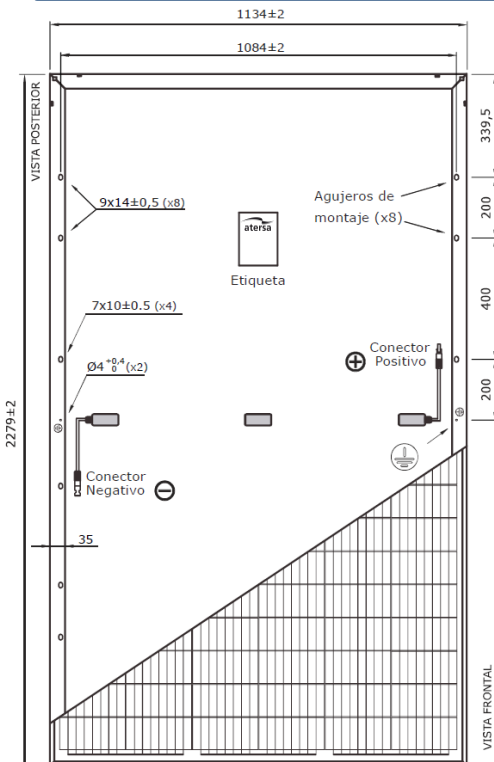
(**) Factor de seguridad 1.5. Utilizando los 4 taladros de fijación interiores.

Materiales de construcción

Cubierta frontal (material/tipo/espesor)*	Cristal templado/grado PV/3.2 mm
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	144 células (6x24)/ Mono PERC 10BB/ 182 x 91 mm
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado/plata
Caja de conexiones (protección/n° diodos)	IP68/3 diodos
Cable (longitud/sección) / Conector	1400 mm. /4 mm ² /Compatible MC4

(*) Con capa anti-reflectante

Dimensiones mecánicas

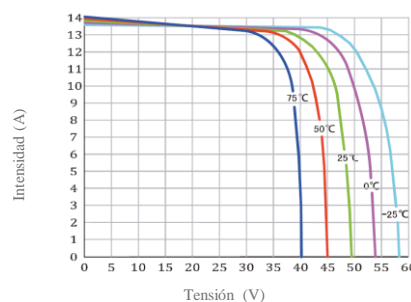


El dibujo no está a escala

Características de temperatura

Coefficiente Temp. de Isc (TK Isc)	0.048 % /°C
Coefficiente Temp. de Voc (TK Voc)	-0.28 % /°C
Coefficiente Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.35 % /°C
Reducción eficiencia (200W/m ² 25°C)	3.5% ±2%
Temperatura de funcionamiento	-40 a +85 °C

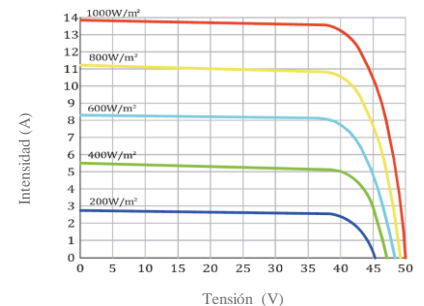
I-V Temperatura



Embalaje

Módulos/palé	31
Palés/contenedor 40' HQ	20
Módulos/contenedor 40' HQ	620

I-V Irradiación



NOTA: Los datos contenidos en esta documentación están sujetos a modificación sin previo aviso.

© ATERSA 2022
VERSION:20220302



SUN2000-215KTL-H0

Smart String Inverter



9
MPP Trackers



99.0%
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



MBUS
Supported



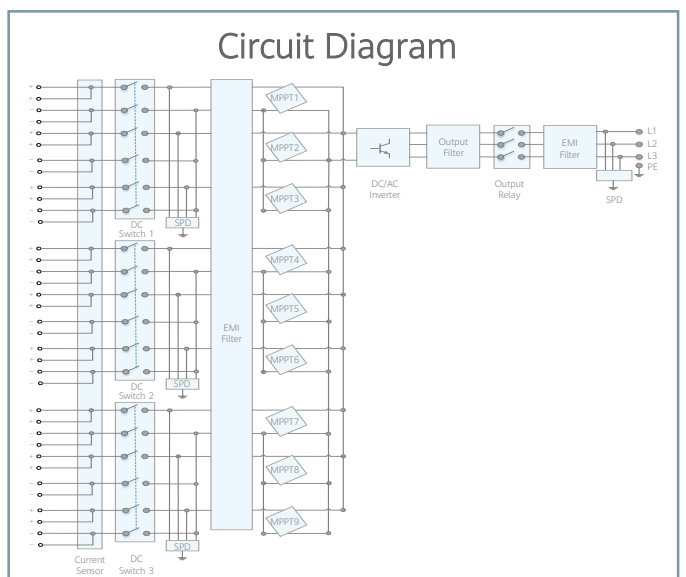
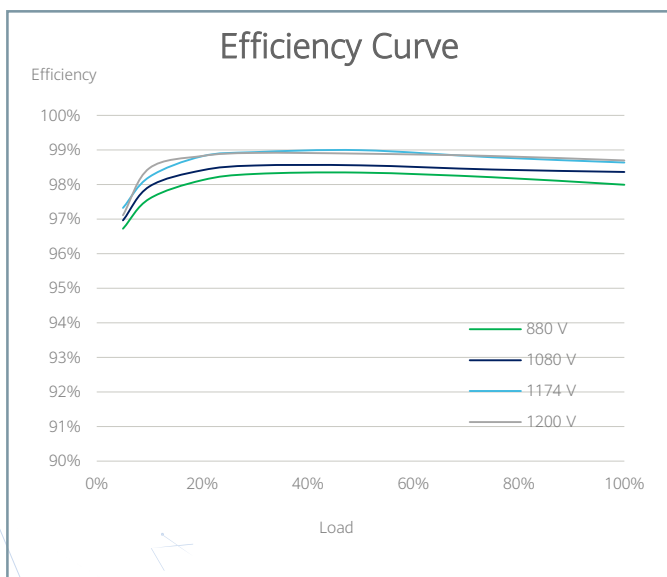
Fuse Free
Design



Surge Arresters for
DC & AC

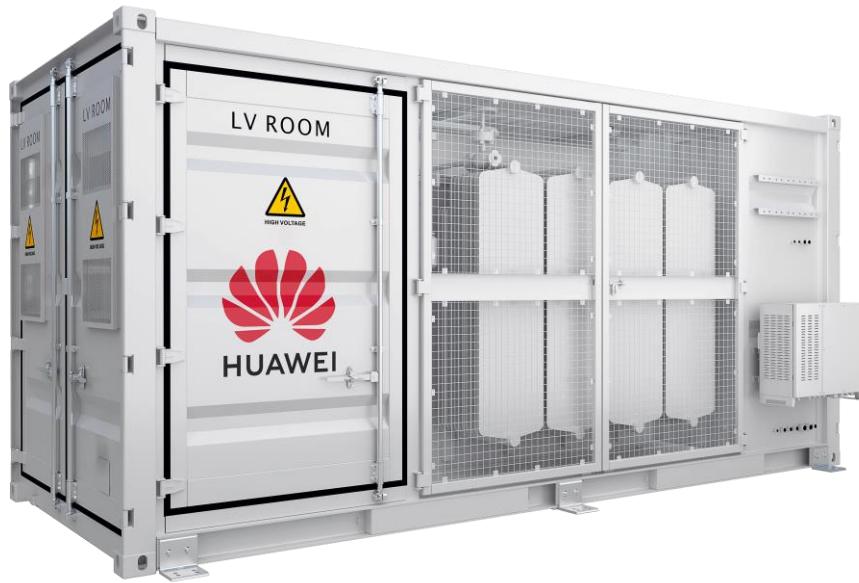


IP66
Protection



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.00%
European Efficiency	≥98.60%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	30 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	50 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (189.6 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless



Simple

Prefabricated and pre-tested, no onsite internal cabling
Compact 20'HC container design for easy transportation



Efficiency

Eco-design Transformer Suitable for All
Lower Self-consumption for Higher Yields



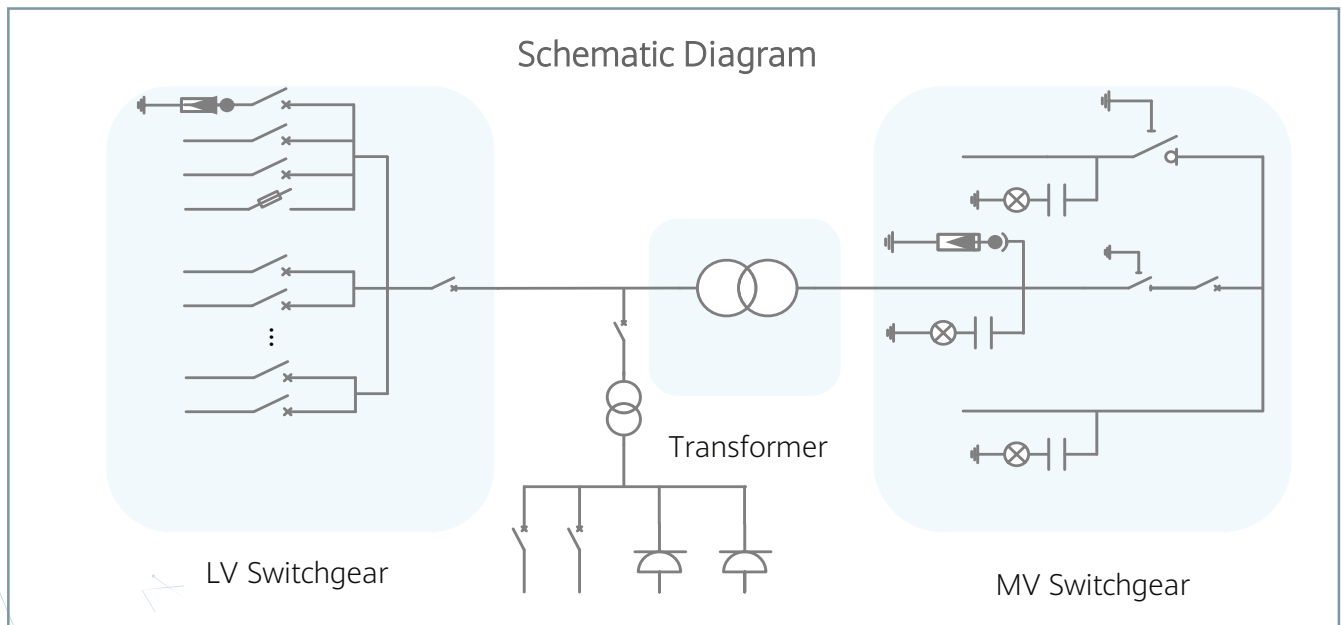
Smart

Real-time monitoring of transformer, LV and MV switchgear
0.2% high precision of electricity parameters collection
Remote control of ACB and MV Circuit Breaker



Reliable

Robust design against harsh environments
Innovative cooling design, easy maintenance
Comprehensive tests from components, device to solutions



STS-3000K-H1, Ecodesign Technical Specifications

Input							
Available Inverters	SUN2000-185KTL-H1						
AC Power	3,150 kVA @40°C / 2,700 kVA @50°C ¹						
Max. Inverters Quantity	18						
Rated Input Voltage	800 V						
Max. Input Current at Nominal Voltage	2428 A						
LV Panel Type	ACB (2500 A / 800 V / 3P, 1*1 pcs), MCCB (250 A / 800 V / 3P, 1*18 pcs)						
Output							
Rated Output Voltage	10 kV	20 kV	22 kV	30 kV	33 kV	34.5 kV	35 kV
Frequency	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	50 Hz	60 Hz	50 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type						
Tappings	± 2 x 2.5%						
Transformer Oil Type	Mineral Oil						
Transformer Vector Group	Dy11						
Minimum Peak Efficiency Index	In accordance with EN 50588-1						
Transformer Load Losses	27.5 kW	27.5 kW	27.5 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW	30.25 kW
Transformer No-load Losses	2.2 kW	2.2 kW	2.2 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW	2.53 kW
Impedance	7% (0 ~ +10%) @3150 kVA						
MV Switchgear Type	SF6 Gas Insulated, 3 Feeders						
Auxiliary Transformer	5 kVA, Dyn11, Ratio Varies according to Customization						
Protection							
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54						
Internal Arcing Fault MV Switchgear	IAC A 20 kA 1s						
LV SPD	Type I+II						
General							
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)						
Weight	< 15 t						
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ² (-13°F ~ 140°F)						
Relative Humidity	0% ~ 95%						
Max. Operating Altitude	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2000 m	2500 m	2000 m
Applicable Standards	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 61439-1						
Features							
Auxiliary Transformer(50 kVA, Dyn11)	Optional ³ , Ratio Varies according to Customization						
1.5 kVA UPS	Optional ³						
Updated to CVC or CCV MV Switchgear	Optional ³						
IMD	Optional ³						
STS Interlocking	Optional ³						

- 1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
 2 - When ambient temperature ≥55°C, awning shall be equipped for STS on site by customer.
 3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain.

10 Technical Specifications

Input

Technical Specifications	STS-2500K	STS-6000K
Capacity	2500 kVA @50°C	6000 kVA @40°C
Rated input voltage	800 V	800 V
Frequency	50 Hz/60 Hz	50 Hz/60 Hz
Maximum input current under rated voltage	2199.6 A	2403 A

Transformer

Technical Specifications	STS-2500K	STS-6000K
Rated output voltage	20/22/30/33/34.5 kV	20/22/30/33/34.5 kV
Tapping range	±2 x 2.5%	±2 x 2.5%
Short-circuit impedance	6.5% (0 to +10%) @2800 kVA	6.5% (0 to +10%) @6000 kVA

Protection

Technical Specifications	STS-2500K	STS-6000K
IP rating of medium-voltage/low-voltage rooms	IP54	IP54
Surge protection	Type II	Type II
(Optional) Surge protection	Type I + II	Type I + II

Common Parameters

Technical Specifications	STS-2500K	STS-6000K
Dimensions (H x W x D)	6058 mm x 2896 mm x 2438 mm	6058 mm x 2896 mm x 2438 mm
Weight	< 15 t	< 23 t
Operating temperature	-25°C to +60°C	-25°C to +60°C
Relative humidity	0%–95% RH	0%–95% RH
Highest operating altitude	2000m@50Hz/2500m@60Hz	2000m@50Hz/2500m@60Hz

Feature Parameters

Technical Specifications	STS-2500K	STS-6000K
Transformer type	Oil-immersed	Oil-immersed
Transformer cooling type	ONAN	ONAN
Transformer oil type	Mineral oil	Mineral oil
Transformer winding connection ^a	Dyn11	Dyn11-yn11
Medium-voltage switchgear	SF ₆ , 12–40.5 kV, 630 A, 3 feeders (CVC or equivalent cabinet), IAC A-FLR 20 kA/1s	SF ₆ , 12–40.5 kV, 630 A, 3 feeders (CVC or equivalent cabinet), IAC A-FLR 20 kA/1s
Low-voltage room	ACB (2500 A/800 V/3P, 1 x 1 PCS), MCCB (250 A/800 V/3P, 1 x 13 PCS)	ACB (2500 A/800 V/3P, 2 x 1 PCS), MCCB (250 A/800 V/3P, 2 x 15 PCS)
Auxiliary transformer	5 kVA, Dyn11, 800 V/400 V	5 kVA, Dyn11, 800 V/400 V
(Optional) Auxiliary transformer	50 kVA, Dyn11, transformer ratio defined by the user	50 kVA, Dyn11, transformer ratio defined by the user

Note a: When the AC low-voltage side is connected to the PID module, do not ground the neutral point of the transformer.



EC002704

EG000020

Esta serie de fusibles son adecuados para el sistema de generación de energía solar fotovoltaica, con un voltaje nominal para 1000 V y corriente nominal hasta 32 A.

La capacidad de corte nominal del fusible es 20kA y cumplen con la norma IEC60269-6.



CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- ✓ Voltaje: 1000 Vdc
- ✓ Rango de corriente: 2A – 32A
- ✓ Poder de corte: 20 kA
- ✓ Clase de servicio: gPV

CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

- ✓ Cuerpo de cerámica de alta resistencia
- ✓ Como medio de extinción del arco se utiliza arena de cuarzo de alta pureza tratada químicamente
- ✓ Contactos de cobre electrolítico bañado en plata



EN 60269-6
UL 248-1
UL 248-19
IEC 62321

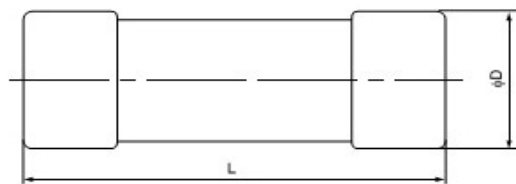


ESPECIFICACIONES GENERALES

Artículo	Código	Embalaje	Tensión (Vdc)	Poder corte (kA)	I ² t (A ² s)	Potencia disipada 0,8In (W)	Potencia disipada 1In (W)	Resistencia eléctrica (20°C) (mΩ)
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 2A gPV*	0118000	20	1000	20	3,3	0,9	1,7	240 – 360
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 4A gPV*	0118001	20	1000	20	27	1,1	1,9	48 – 65.5
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 6A gPV*	0118002	20	1000	20	89	1,2	2,1	25.7 – 34.7
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 8A gPV*	0118003	20	1000	20	31	1,3	2,3	13.8 – 17.6
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 10A gPV*	0118004	20	1000	20	68	1,4	2,5	11.3 – 14.3
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 12A gPV*	0118005	20	1000	20	136	1,5	2,7	9.06 – 11.5
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 15A gPV*	0118006	20	1000	20	215	1,7	2,9	7.57 – 9.63
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 20A gPV	0118007	20	1000	20	392	2,0	3,5	4.01 – 4.9
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 25A gPV	0118008	20	1000	20	508	2,4	4,2	2.64 – 3.63
ZR-0 Vcc(10,3x38) DE 32A gPv	0118009	20	1000	20	976	2,5	4,5	2,4 – 3,32
ZR-1 Vcc(14x51) DE 16A gPv	0118010	20	1000	20	330	2,2	3,8	6.9 - 8.45

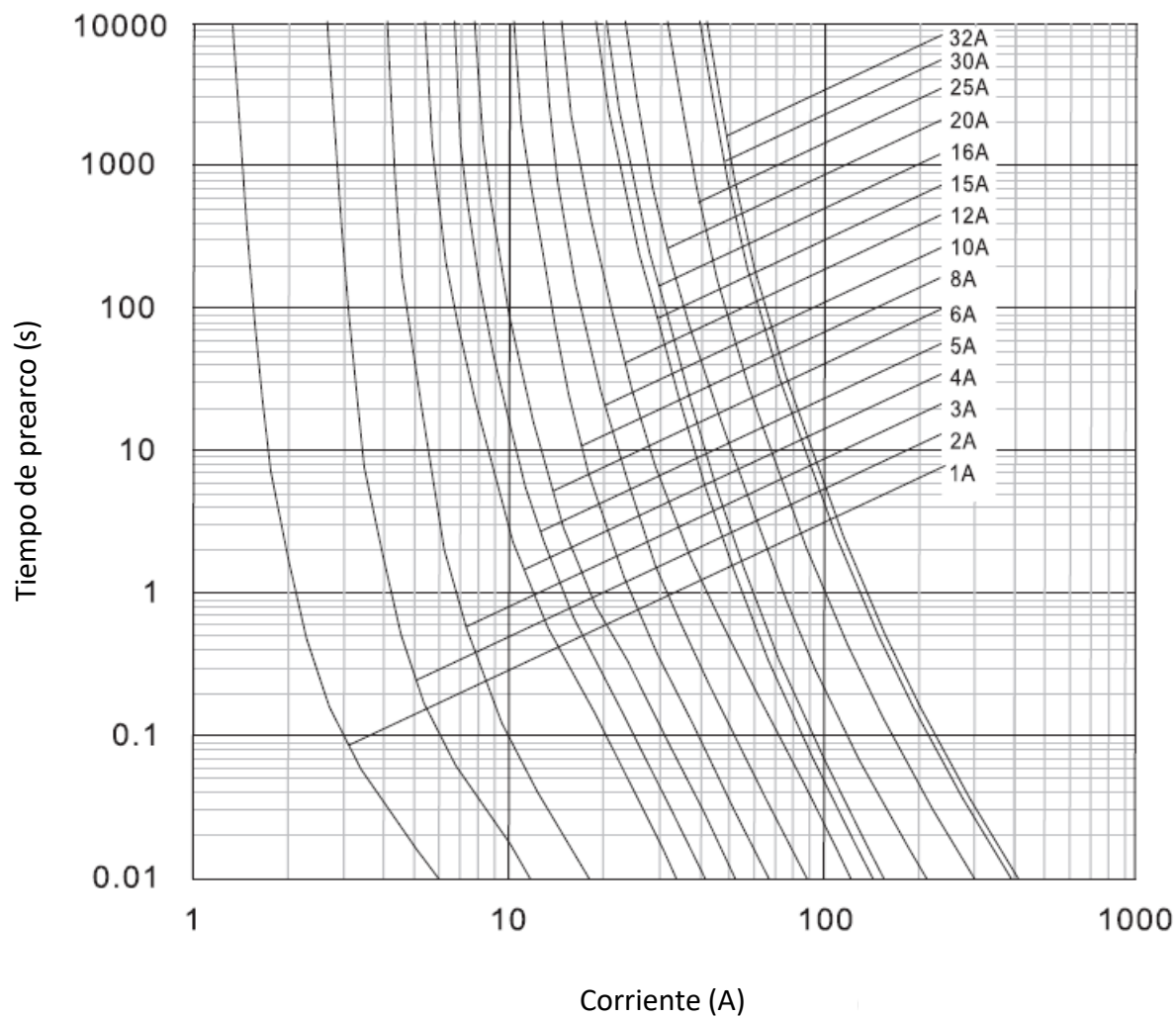
* Certificados TUV

DIMENSIONES

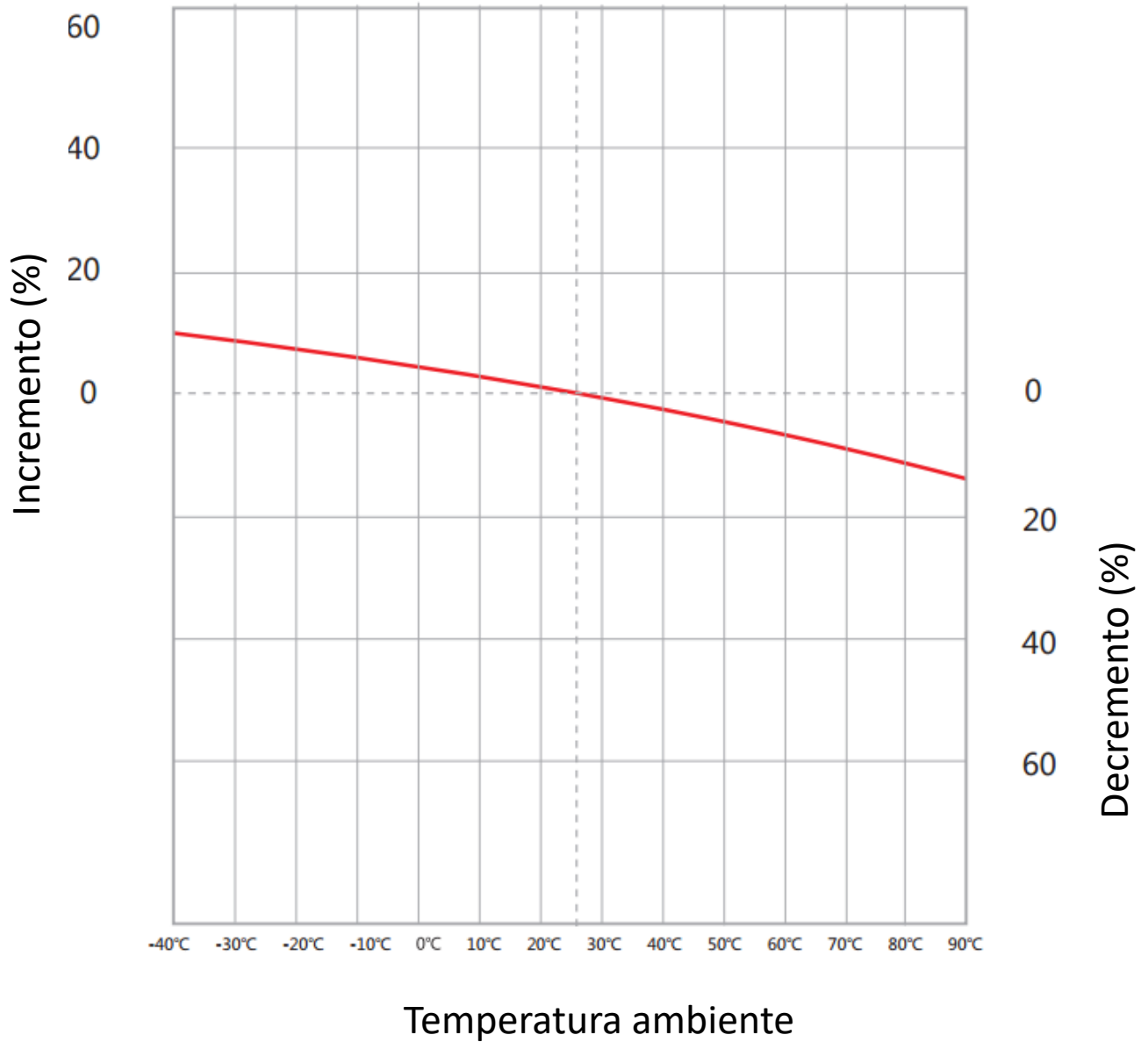


TIPO	ØD x L	Peso (gr)
ZR-0	Ø 10.3 x 38	7.7
ZR-1	Ø 14.3 x 51	20.5

CURVA CARACTERÍSTICA TIEMPO-CORRIENTE



CURVA PÉRDIDA DE CORRIENTE (%) - TEMPERATURA AMBIENTE

Temperature derating curve

Curvas de disparo

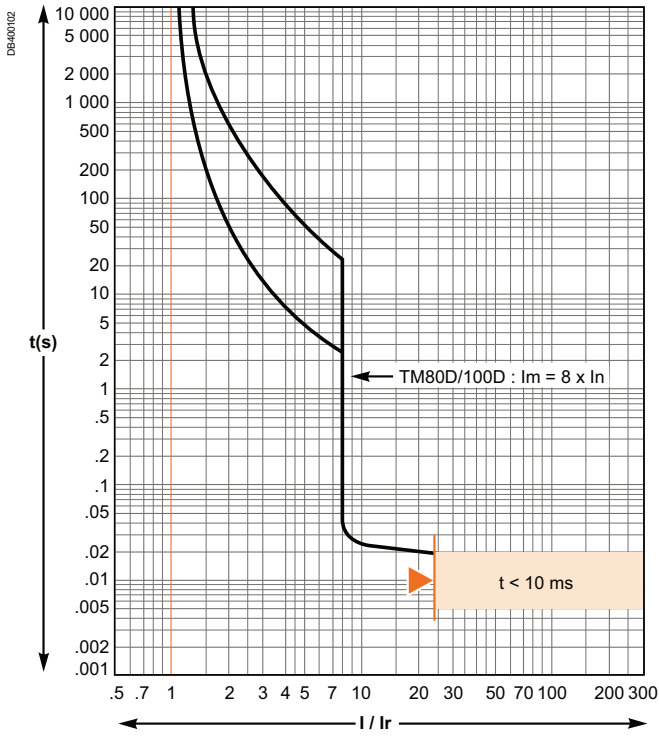
EasyPact CVS100 a 630

Protección de sistemas de distribución (continuación)

Características adicionales

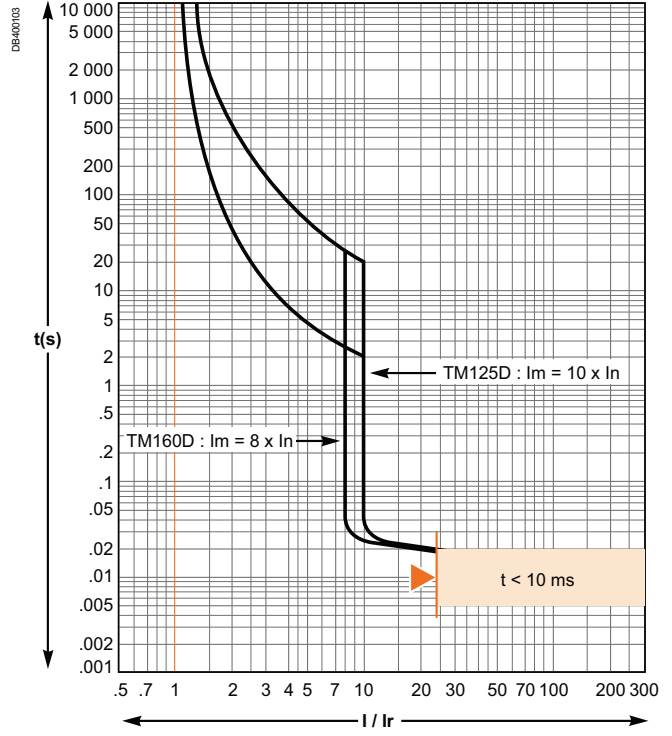
Unidades de control magnetotérmicas TM-D (cont.)

TM80D/100D



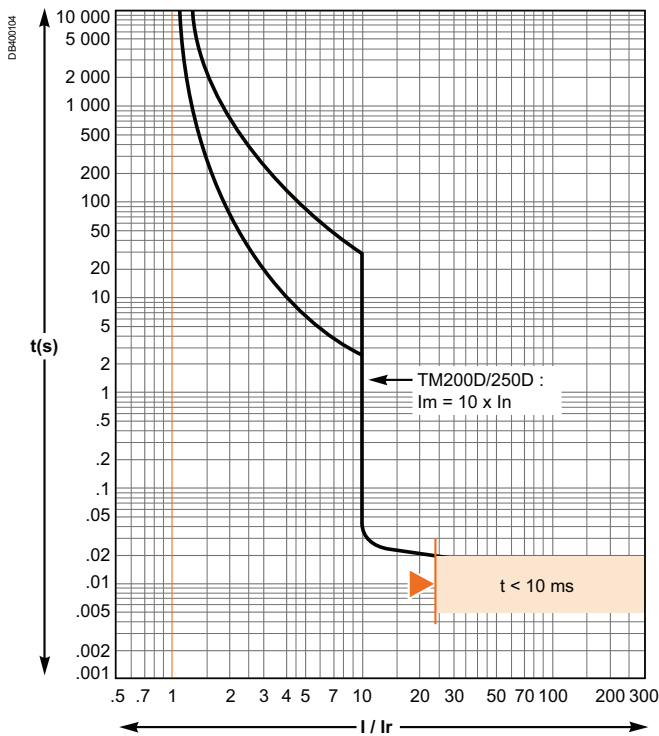
Disparo reflejo.

TM125D/160D



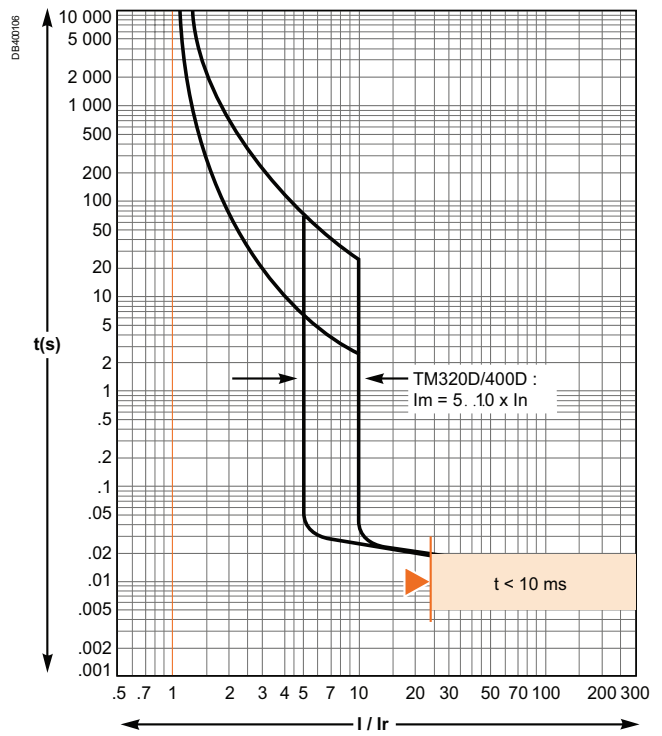
Disparo reflejo

TM200D/250D



Disparo reflejo

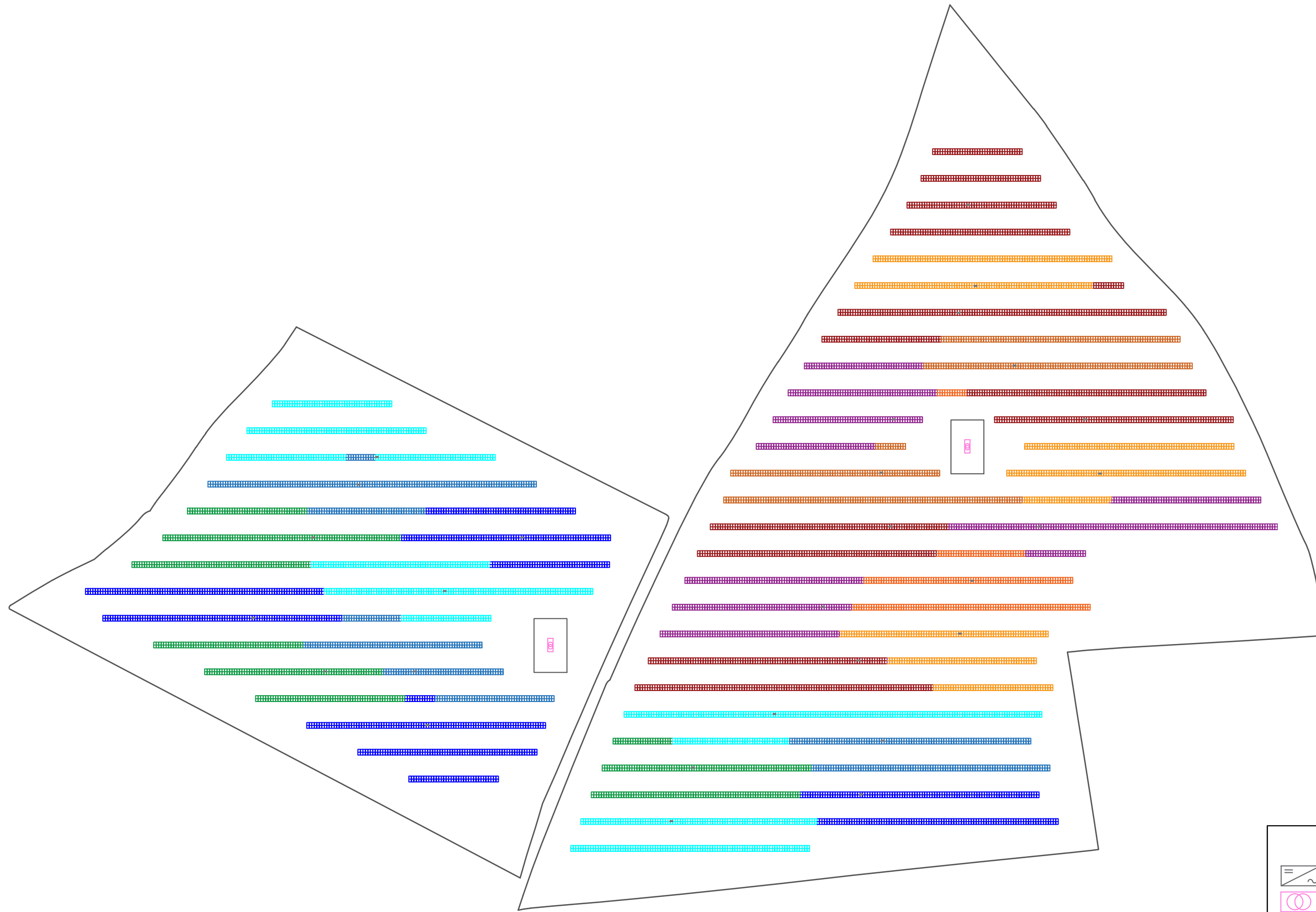
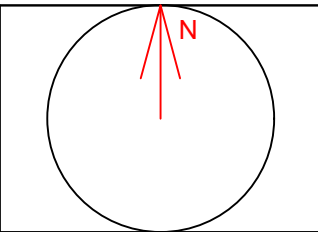
TM320D/400D



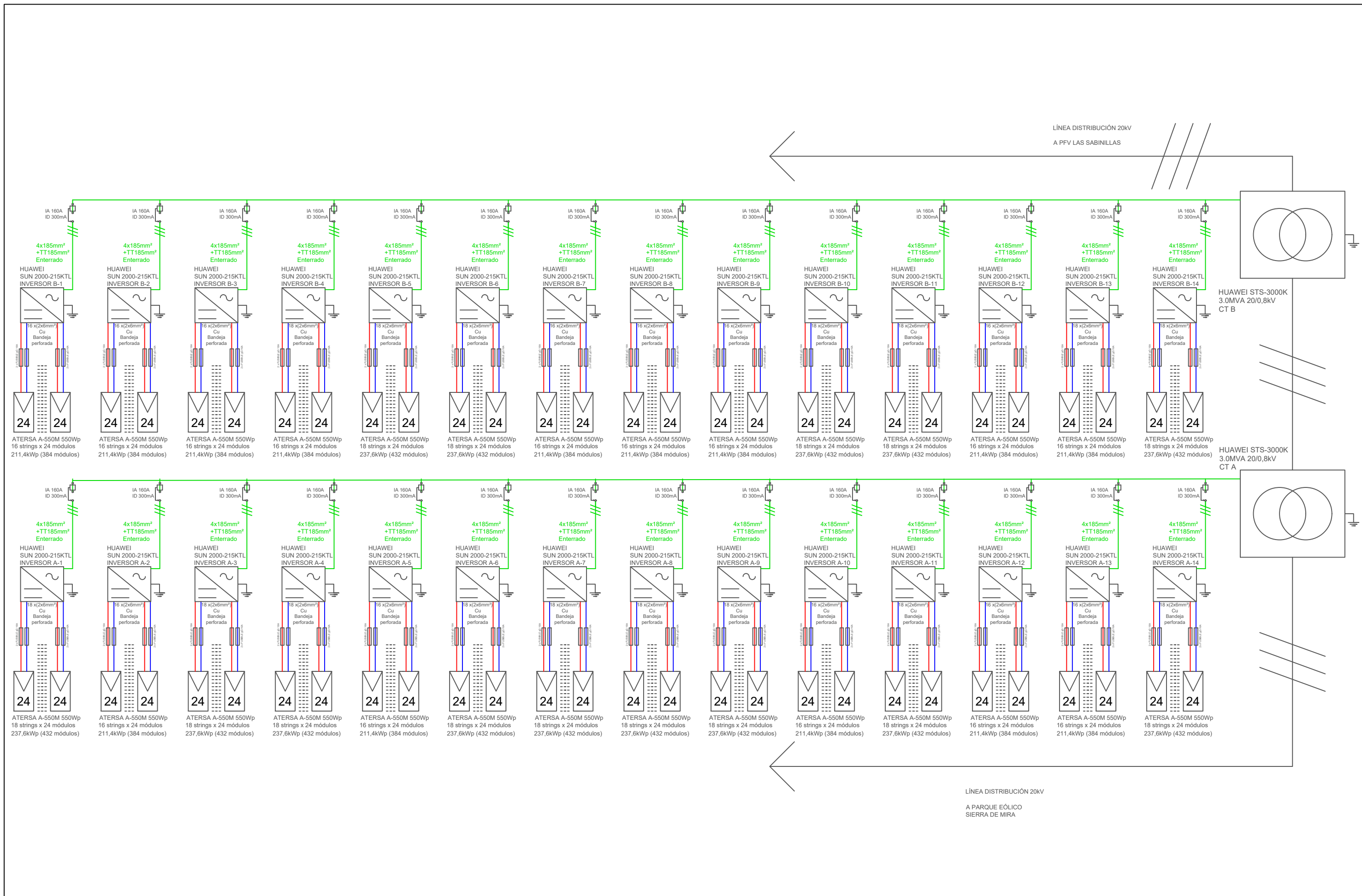
Disparo reflejo

D. PLANOS

- Plano 1: Distribución en planta de módulos por inversor, CTs e inversores (seguimiento inclinación 55°).
- Plano 2: Esquema unifilar (seguimiento inclinación 55°)
- Plano 3.1: Trazado línea 20kV hasta Parque Eólico Sierra de Mira
- Plano 3.2: Trazado línea 20kV hasta Subestación PFV Las Sabinillas (en tramitación)
- Plano 1F: Distribución en planta de módulos por inversor, CTs e inversores (estructura fija 30°).
- Plano 2F: Esquema unifilar (estructura fija 30°)



LEYENDA	
	INVERSOR
	CT
	MÓDULOS CT A
	MÓDULOS CT B

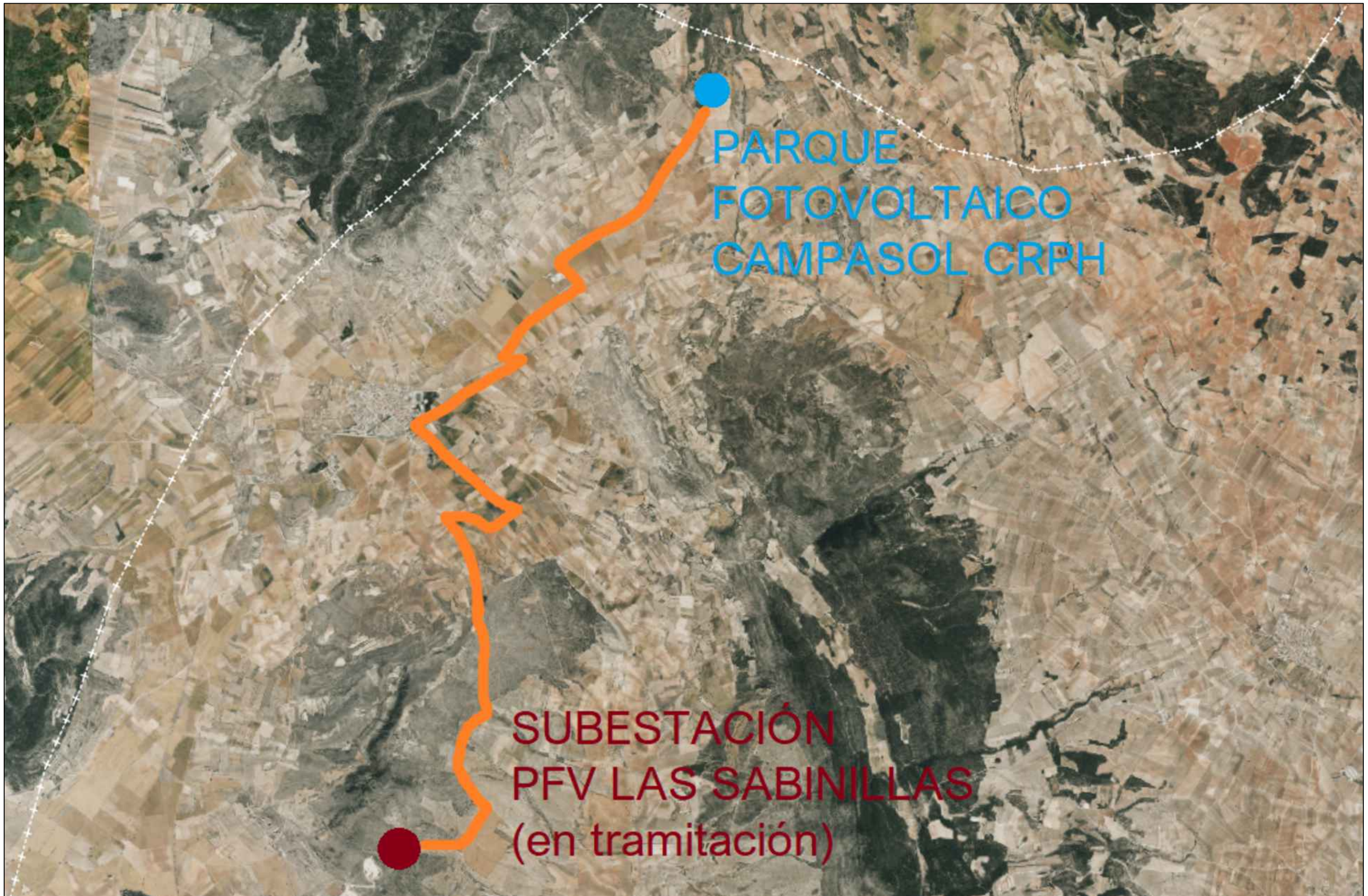


SUBESTACIÓN
PARQUE EÓLICO
SIERRA DE MIRA



PARQUE
FOTOVOLTAICO
CAMPASOL CRPH





TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR INGENIERÍA INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO "CAMPASOL CRPH" DE 11 HECTÁREAS EN CAMPORROBLES, VALENCIA

Plano: TRAZADO LÍNEA 20kV HASTA SUBESTACIÓN PFV LAS SABINILLAS (en tramitación)

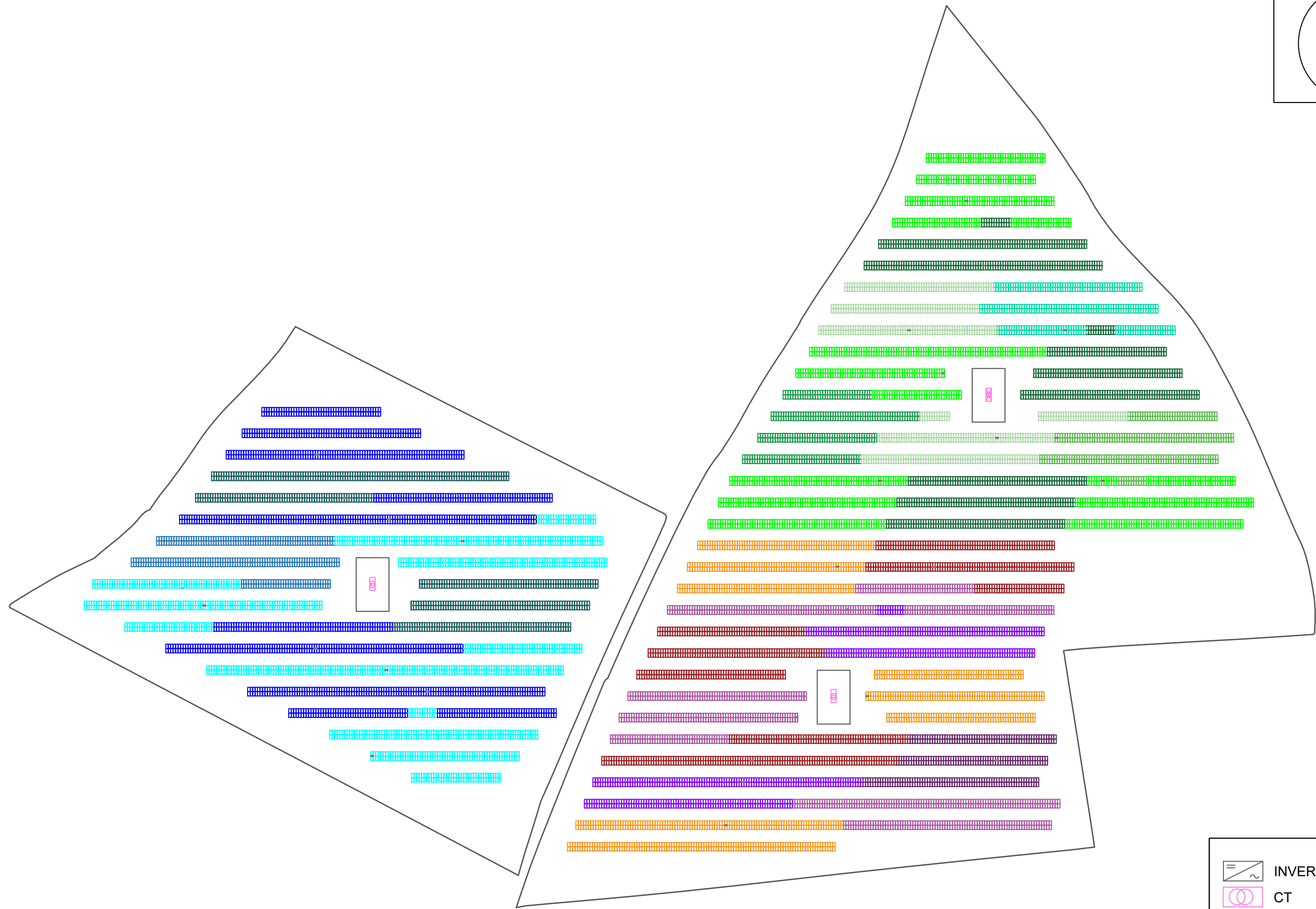
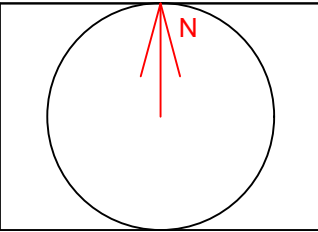
Autor: Carlos David Corberá Latorre

Fecha: Septiembre 2023

Escala: 1:40.000

Nº Plano:

3.2



LEYENDA	
	INVERSOR
	CT
	MÓDULOS CT A1
	MÓDULOS CT A2
	MÓDULOS CT B

TRABAJO FINAL DE GRADO EN INGENIERIA DE LA ENERGIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIERIA
INDUSTRIAL VALENCIA

Proyecto: PROYECTO DEL PARQUE FOTOVOLTAICO
"CAMPASOL CRPH" DE 11 HECTÁREAS EN
CAMPORROBLES, VALENCIA

Plano: DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE MÓDULOS POR INVERSOR,
CTs E INVERSORES (ESTRUCTURA FIJA 30°)

Autor:
Carlos David Corberá Latorre

Fecha:
Septiembre 2023

Escala:
1:1.800

Nº Plano:

1F

