



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Proyecto de una instalación solar fotovoltaica de potencia
108,4 KWp sobre la cubierta de un centro educativo en
Foios para el desarrollo de una cooperativa energética.

Trabajo Fin de Grado

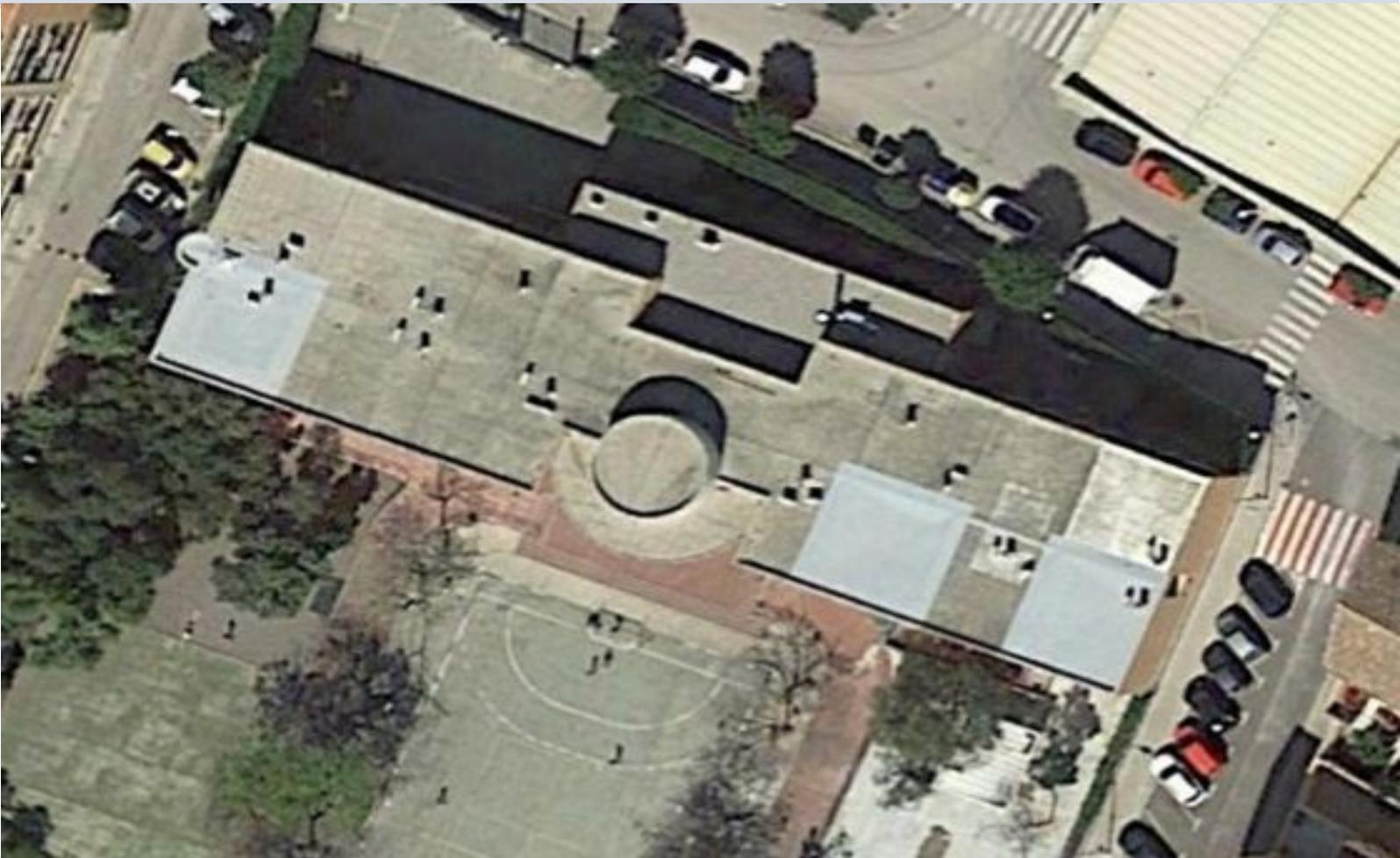
Grado en Ingeniería de la Energía

AUTOR/A: Peris Gadea, Santiago

Tutor/a: Royo Pastor, Rafael

CURSO ACADÉMICO: 2023/2024

PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE POTENCIA PICO IGUAL A 108,9 kW_p Y POTENCIA NOMINAL IGUAL A 100 kW_n SOBRE CUBIERTA PARA REALIZAR UN AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES ACOGIDO A COMPENSACIÓN.



PROMOTOR:

SAPIENS ENERGIA

CALLE VICENT RUIZ EL SORO 10

REDACTOR

SANTIAGO PERIS GADEA

ESTUDIANTE DE INGENIERIA DE LA ENERGÍA

VALENCIA A NOVIEMBRE DE 2023

RESUMEN

Observando el precio medio final de la electricidad en España en el año 2018, año anterior a la pandemia, se tiene un valor de 64,37 €/MWh, y si lo comparamos con el año 2022, año posterior a la pandemia, que obtiene un valor de 204,6 €/MWh, se ve que el precio de la electricidad ha crecido de una manera exponencial, llegando a máximos históricos como el del mes de marzo de 2022 que registro 294,3 €/MWh. Estas subidas en la facturas afectan tanto a los consumidores como a las compañías comercializadoras.

El aumento del precio de la energía se debe a varios factores, algunos de ellos internacionales, como el alza del precio del petróleo y del gas natural, aumento del coste de las emisiones del CO₂, aumento de la demanda y la guerra de Rusia y Ucrania.

Esta crisis energética anima a centrarse más y conseguir antes los objetivos de descarbonización e invertir en energía renovables, para ayudar a reducir las emisiones de CO₂ y de esta manera ralentizar el cambio climático y lograr una mayor estabilidad sobre los precios.

Desde el gobierno han aprobado Reales Decretos de ley que afectan a: la reducción del precio de los cargos de electricidad en el consumo y en la potencia (*RD 6/202*), a prorrogar la reducción del IVA al 5% y a reducción del impuesto a la electricidad al 0,5% (*RD 20/2022*) y un nuevo mecanismo para contener el precio de la electricidad, ajustando el tope del precio del gas (*RD 10/2022*).

Existen diferentes soluciones para ahorrar en las facturas de la luz, como escoger una tarifa que se adapte a nuestro consumo, realizar las tareas de la casa en horarios donde el precio de la luz es menor, todos estos hábitos nos conducen a tener que reestructurar nuestros hábitos de vida.

Otras medidas para conseguir un ahorro en la factura de la luz, es la instalación de paneles fotovoltaicos, obteniendo así un autoconsumo.

Para fomentar las instalaciones fotovoltaicas y así facilitar el autoconsumo, la Unión Europea ofrece subvenciones, *Next Generation*, que se clasifican en 6 bloques que van destinados hacia empresas, particulares y la instalación de módulos de baterías.

En la Generalitat Valenciana ofrecen, además, ayudas para promover las comunidades de energía renovables que es una opción esencial para democratizar y ampliar el abanico de personas que se benefician del autoconsumo.

Por ello, en el presente TFG se va a detallar el proceso de creación de una comunidad energética, utilizando la fórmula jurídica de una cooperativa para el desarrollo de un autoconsumo colectivo en una cubierta pública licitada y ganada por el CE, el cuál será repartido entre socios de la cooperativa para su beneficio.

PALABRAS CLAVE:

Precio de la energía, factores internacionales, crisis energética, descarbonización, energías renovables, cambio climático, ahorrar en la factura, paneles fotovoltaicos, autoconsumo, comunidad energética.

ÍNDICE

1.	Contextualización	6
1.1	Situación actual del mercado eléctrico: inestabilidad de precios, consecuencias del aumento de energía de origen renovable en el sistema	6
1.2	Las comunidades energéticas como herramienta del cambio de modelo energético.....	7
1.2.1	¿Qué es una comunidad energética?	7
1.2.2	Marco jurídico.	7
1.2.3	Retos y oportunidades.	8
1.3	El autoconsumo colectivo.	10
1.3.1	¿Qué es un autoconsumo colectivo?	10
1.3.2	Regulación jurídica.	11
1.4	Alcance del proyecto	12
1.4.1	Explicación del caso práctico a realizar.....	12
2.	Metodología	13
3.	Caso práctico: puesta en marcha de un autoconsumo colectivo (ACC Escuela Foios).....	14
3.1	Proyecto técnico	14
3.1.1	Visita técnica previa.....	14
3.1.2	Diseño.....	15
3.1.3	Selección equipos.....	17
3.1.4	Instalación eléctrica de baja tensión.	24
3.1.5	Protecciones	26
3.2	Cálculos estructuras	34
3.3	Configuración del reparto de la instalación.....	35
3.3.1	Captación de consumidores.	35
3.3.2	Análisis de consumo.	37
3.3.3	Elaboración del acuerdo de reparto.....	41
3.4	Tramitación del expediente de conexión.	43
3.5	Balance económico.	45
4.	Conclusiones	47
5.	Bibliografía.....	49
6.	Anexo.....	50
7.	Pliego Condiciones	81
8.	Planos	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1- Consulta descriptiva y gráfica catastro.....	15
Ilustración 2- Estructura paneles	17
Ilustración 3- Panel solar.....	18
Ilustración 4- Inversor 40kW.....	20
Ilustración 5- Inversor de 10kW y batería de 8,2 kWh.....	21
Ilustración 6- Líneas corriente continua	24
Ilustración 7- Cables continua.....	24
Ilustración 8- Bandeja seguridad	25
Ilustración 9- Localización sala técnica	25
Ilustración 10- Protecciones	25
Ilustración 11- Líneas corriente alterna	26
Ilustración 12- Cable alterna.....	26
Ilustración 13- Guía sección cable protección	28
Ilustración 14- Cubierta noreste	32
Ilustración 15- Cubierta sureste.....	32
Ilustración 16- Interior sala técnica.....	33
Ilustración 17- Cubierta escuela Foios	52
Ilustración 18- Posición paneles.....	53
Ilustración 19 - Valor gamma	57
Ilustración 20- Intensidades admisibles.....	57
Ilustración 21- Factores de reducción.....	58
Ilustración 22 - Valor gamma	59
Ilustración 23- Conexión Stemy	68
Ilustración 24- Datos Stemy 1	69
Ilustración 25- Datos Stemy 2	69
Ilustración 26- Datos Stemy 4	70
Ilustración 27- Datos Stemy 3	70
Ilustración 28- Valores característicos de las sobrecarga de uso	71
Ilustración 29- Valores del coeficiente de exposición	72
Ilustración 30- Incremento de temperatura debido a la radiación.....	72
Ilustración 31- Sobrecarga de nivel en capitales de provincia y ciudades autónomas.....	72
Ilustración 32- Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno 1	73
Ilustración 33- Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno 2	74
Ilustración 34- Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno 3	75
Ilustración 35- Valor básico de velocidad del viento.....	75
Ilustración 36- Coeficiente para tipo de entorno.....	76
Ilustración 37- Isotermas de temperatura anual	76
Ilustración 38- Temperatura mínima del aire exterior	77
Ilustración 39- Zonas climáticas de invierno.....	77
Ilustración 40- Sobre carga de nieve en un tramo horizontal.....	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1- Características equipos.....	16
Tabla 2- Características panel.....	19
Tabla 3- Características inversor 40 kW	20
Tabla 4- Características inversor 10 kW	21
Tabla 5- Características batería inversor	21
Tabla 6- Distribución strings	22
Tabla 7- Características cableado continua	24
Tabla 8- Característica cableado alterna	26
Tabla 9- Cálculos intensidad 1 y 2	29
Tabla 10- Cálculos intensidad 3 y 4	29
Tabla 11- Caída de tensión inversor 1	29
Tabla 12- Caída de tensión inversor 2	30
Tabla 13- Caída de tensión inversor 3	30
Tabla 14- Caída de tensión inversor 4	30
Tabla 15- Intensidad admisible	30
Tabla 16- Caída de tensión	31
Tabla 17- Caída de tensión de la línea de evacuación.....	31
Tabla 18- Datos consumidores	42
Tabla 19- Tramitaciones	44
Tabla 20- Excel corriente continua 1	62
Tabla 21- Excel corriente continua 2	62
Tabla 22- Excel corriente alterna cpca	63
Tabla 23- Excel corriente alterna hornacina.....	64
Tabla 24- Presupuesto sistema fotovoltaico	85
Tabla 25- Presupuesto estructuras.....	86

1. Contextualización

1.1 Situación actual del mercado eléctrico: inestabilidad de precios, consecuencias del aumento de energía de origen renovable en el sistema.

La actualidad esta directa e indirectamente relacionada con la invasión de Ucrania, debido a que está causando problemas en todos los sectores, por ello, los Gobiernos están lanzando paquetes de ayuda para intentar minimizar los problemas que están causando.

En el caso del gobierno de España, se aprobó el RD-L 6/2022, en el cual adoptaban medidas de urgencia para afrontar las consecuencias económicas y sociales sufridas por la guerra.

Este real decreto se centraba en la contención de los precios de la energía para todos los ciudadanos y empresas, apoyo a los sectores más afectados y a los colectivos más vulnerables y el refuerzo en la estabilidad de los precios. Entre las medidas tomadas, las de carácter energético eran, limitar los costes económicos y sociales de la distorsión del precio del gas y la bajada de los impuestos para rebajar la factura de la luz.

Continuaron aprobando reales decretos:

- El conocido como “solución ibérica” donde se ha obtenido una reducción de costes en la electricidad de España y Portugal.
- Para congelar el precio del butano.
- Para encarar el verano y el otoño con medidas relacionadas con el ahorro y contener la inflación.
- Para la bajada del IVA del gas.
- Para preparar el invierno, reforzar las medidas de ahorro y una medida para destacar fue la posibilidad de pedir la tarifa de último recurso de gas natural de aquellos que pertenecían a comunidades de vecinos.

Estos paquete de ayuda han tenido repercusiones positivas, es decir, han funcionado y han podido contrarrestar los problemas que había. Como por ejemplo, el precio de la luz ha ido moderándose.

Cierto es, que este escenario no se sabe lo que puede durar y por ello hay que seguir adoptando medidas para evitar que se produzca un rebote de la inflación.

Los paquetes realizados tienen como carácter de duración seis meses, pero el relacionado en la bajada de impuestos de la energía tiene una duración de doce meses, es decir, durante todo el año de 2023 para así intentar tener estabilidad el precio de la energía.

(Caballero, 2023)

(Martínez, 2022)

1.2 Las comunidades energéticas como herramienta del cambio de modelo energético.

A continuación se va a explicar que es una comunidad energética, partiendo desde el punto de vista de que no es una idea nueva pero si ha ido ganando relevancia en los últimos años tras habersele reconocido cierto estatus jurídico y legal y haberse señalado su importancia para acelerar la transición hacia un sistema energético sin emisiones de CO₂.

1.2.1 ¿Qué es una comunidad energética?

Para ponerse en situación, imaginad la comunidad de vecinos, un barrio o un polígono industrial y que todos ellos tuviesen como objetivo principal beneficiarse colectivamente de las mismas instalaciones de generación u otras medidas situadas en el entorno de dicha comunidad. Esto supondría principalmente un aprovechamiento de la capacidad de generación eléctrica, una mejora de la eficiencia energética o un desarrollo de sistemas de movilidad sostenible, con potencial para un desarrollo de la gestión de la demanda en futuro. A través de la inversión en estas medidas, los actores de la comunidad energética podrían beneficiarse adicionalmente. Por otra parte, la comunidad o el área local, se beneficiaría en términos medioambientales y sociales. Y es que las comunidades energéticas son, principalmente, un concepto social, donde la gobernanza de ciudadanos, pymes y autoridades locales prima.

Las comunidades energéticas pueden llevar a cabo múltiples actividades: producir, consumir, almacenar, compartir o vender energía. Un ejemplo de este tipo de actividades en las que se pueden basar, son el autoconsumo o la generación distribuida, que suponen un factor importante para el ahorro económico de muchas familias, especialmente para las más vulnerables, pudiendo de esta forma hacer frente a la pobreza energética. Además, se evita la dependencia sobre las compañías eléctricas convencionales y se aumenta la competitividad en la industria. Los beneficios ambientales son importantes, con una disminución de la energía consumida, un aumento de energía renovable distribuida o una reducción de los combustibles fósiles utilizados, así como los sociales, con el empoderamiento ciudadano, la creación de empleo local, la creación de un tejido comunitario o la reinversión de los beneficios de la actividad en los aspectos prioritarios para la comunidad. Como se puede ver, una mayor participación de la ciudadanía en el sector energético es crucial para el cambio y refuerza el papel de los ciudadanos y garantiza el derecho de acceso a la energía.

1.2.2 Marco jurídico.

Observando la normativa de la UE, se introduce dos conceptos sobre los que engloba la comunidad energética:

Primero establece normas comunes en materia de generación, transporte, distribución, almacenamiento de energía y suministro de electricidad, así como normas relativas a la protección de los consumidores, con vistas a la creación en la Unión de unos mercados de la electricidad competitivos realmente integrados, centrados en el consumidor, flexibles, equitativos y transparentes.

Todo esto se refleja en la “Directiva UE 2019 / 944”.

Establece un marco común para el fomento de la energía procedente de fuentes renovables. Fija un objetivo vinculante para la Unión en relación con la cuota general de energía procedente de fuentes renovables en el consumo final bruto de energía de la Unión en 2030. Establece también normas sobre las ayudas financieras a la electricidad procedente de fuentes renovables, el autoconsumo de dicha electricidad, y el uso de energías renovables en los sectores de calefacción y refrigeración y del transporte, la cooperación regional entre Estados miembros y terceros países, las garantías de origen, los procedimientos administrativos y la información y la formación. Define criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero para los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa.

Donde se detalla en “Directiva UE 2018 / 2001”.

Ahora nos fijamos en el marco jurídico español, en el Real Decreto-ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica, mediante la modificación de varios artículos de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.

1.2.3 Retos y oportunidades.

Las comunidades energéticas son una pieza clave en la reorganización de los sistemas de producción y distribución de energía. Permiten aprovechar los recursos renovables allí donde están y son una puerta abierta para la participación de los ciudadanos en el sistema energético, sus ventajas pueden resumirse en:

- Abandono de las energías fósiles y reducción de la huella de carbono local.
- Mayor eficiencia en el consumo, sobre todo, en aquellas comunidades que tengan como objetivo mejorar la distribución y reducir el gasto de las viviendas y el transporte.
- Alternativas de inversión colectiva para el desarrollo de las energías renovables.
- Implantación de renovables desde el respeto y el compromiso de la comunidad, en lugar de apostar por grandes proyectos desarrollados de espaldas a los ciudadanos.
- Posible solución a la pobreza energética. Las comunidades energéticas pueden favorecer precios más bajos para los vecinos con menos recursos.
- Desarrollo de la economía local.
- Fortalecimiento de los lazos de la comunidad.
- Redistribución de los beneficios, que revierten en su mayoría en la comunidad local.

(Communications, 2023)

Las comunidades energéticas son, en definitiva, una nueva forma de enfocar la generación y la distribución de la electricidad, así como multitud de servicios energéticos. Desarrolladas a nivel local, colocan en el centro el beneficio de la comunidad y su sostenibilidad medioambiental, social y económica. Además ayudan a conseguir los retos que la unión europea propone para 2030.

Según el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2020-2030, los objetivos a lograr son:

- Al menos un 40% de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (con respecto a 1990).
- Al menos un 32% de cuota de energías renovables.
- Al menos un 32,5% de mejora de la eficiencia energética para 2030.

(APD, 2020)

Para cumplir con estos retos, el Consejo Europeo acordó un instrumento excepcional de recuperación temporal conocido como Next Generation EU (Próxima Generación UE) dotado con 750.000 millones de euros para el conjunto de los Estados Miembros. El Fondo de Recuperación garantiza una respuesta europea coordinada con los Estados Miembros para hacer frente a las consecuencias económicas y sociales de la pandemia.

Los dos instrumentos de mayor volumen del Next Generation EU son los siguientes:

- El Mecanismo para la Recuperación y la Resiliencia (MRR), constituye el núcleo del Fondo de Recuperación y está dotado con 672.500 millones de euros. Su finalidad es apoyar la inversión y las reformas en los Estados Miembros para lograr una recuperación sostenible y resiliente, al tiempo que se promueven las prioridades ecológicas y digitales de la UE.
- El Fondo REACT-EU, está dotado con 47.500 millones de euros. Los fondos de REACT-EU operan como fondos estructurales, pero con mayor flexibilidad y agilidad en su ejecución. REACT-EU promoverá la recuperación ecológica, digital y resiliente de la economía.

Next Generation EU también aportará fondos adicionales a otros programas o fondos europeos, como el Fondo Europeo Agrario de Desarrollo Rural (FEADER) y el Fondo de Transición Justa (FTJ).

Para encontrar las dirigidas a las comunidades energéticas hay que fijarse en el marco del Plan de Recuperación, Transición y Resiliencia (PRTR), el cuál abre el plazo de presentación de solicitudes a dos nuevas convocatorias de ayudas, tercera y cuarta, para proyectos piloto de comunidades energéticas (programa CE IMPLEMENTA).

El programa CE-IMPLEMENTA se enmarca en la componente 7 «Despliegue e integración de energías renovables» del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia para la ejecución de los fondos Next Generation EU, que identifica a las comunidades energéticas como un actor clave en la transición energética, dotando a estas entidades de la capacidad financiera necesaria para desarrollar las actividades de construcción y puesta en marcha de instalaciones vinculadas con la participación social en el sector energético.

Las ayudas se otorgarán a través de una subvención a fondo perdido, que será percibida por el beneficiario, con carácter definitivo, una vez se verifique la ejecución del proyecto y se certifique la inversión. Al objeto de facilitar la financiación de los proyectos, el 80% de la ayuda concedida se podrá anticipar al beneficiario.

Esta tercera Convocatoria destinará 10.000.000 € a la promoción de proyectos tanto de producción con energías renovables como de eficiencia energética o movilidad sostenible, pudiendo incorporar sistemas de gestión de la demanda como, por ejemplo, el almacenamiento energético. Esta convocatoria está especialmente dirigida a proyectos de pequeño tamaño, no pudiendo superar su inversión 1 M€. Toda la información y bases de la tercera convocatoria en este, enlace.

Esta cuarta Convocatoria destinará 30.000.000 € a la promoción de proyectos tanto de producción con energías renovables como de eficiencia energética o movilidad sostenible, pudiendo incorporar sistemas de gestión de la demanda como, por ejemplo, el almacenamiento energético. Esta convocatoria está especialmente dirigida a proyectos de tamaño mediano o grande, debiendo superar su inversión 1 M€.

1.3 El autoconsumo colectivo.

1.3.1 ¿Qué es un autoconsumo colectivo?

Tal y como su nombre indica, es una instalación, por lo general fotovoltaica, de la cual se pueden beneficiar varios consumidores a la vez. Esto fomenta el aumento de la rentabilidad de los sistemas y la disminución en los años de amortización.

Una definición más técnica sería:

Se dice que un sujeto consumidor participa en un autoconsumo colectivo cuando pertenece a un grupo de varios consumidores que se alimentan, de forma acordada, de energía eléctrica proveniente de instalaciones de producción próximas a las de consumo y asociadas a los mismos.

Se denomina instalación de producción próxima a las de consumo y asociada a las mismas a las instalaciones si cumplen alguna de las siguientes condiciones:

- Estén conectadas a la red interior de los consumidores asociados o estén unidas a ésta a través de líneas directas.
- Estén conectadas a cualquiera de las redes de baja tensión derivada del mismo centro de transformación.
- Se encuentren conectados, tanto la generación como los consumos, en baja tensión y a una distancia entre ellos inferior a 2000 metros. A tal efecto se tomará la distancia entre los equipos de medida en su proyección ortogonal en planta.

Cabe destacar, que este tipo de instalaciones de autoconsumo colectivo no son exclusivas para bloques de viviendas, sino que también pueden realizarse en urbanizaciones de viviendas unifamiliares y polígonos.

Dentro del autoconsumo se encuentran varias modalidades:

- **Autoconsumo colectivo con excedentes:** a través de esta modalidad se pueden vender los excedentes energéticos al mercado eléctrico. Para formalizar la venta de excedentes es necesario un contrato de representación en el mercado a través de una comercializadora.
- **Autoconsumo sin excedentes:** es cuando varios usuarios acuerdan realizar una instalación de autoconsumo colectivo con un dispositivo antivertido, el cual impide que los excedentes energéticos se inyecten a la red eléctrica.
- **Autoconsumo con excedente acogido a compensación simplificada:** todos los consumidores que pertenezcan al mecanismo de compensación de excedentes tienen la posibilidad de compensar la energía vertida a la red, valorada a un precio fijado con la comercializadora o al precio medio horario (Pmh) menos el coste de los desvíos CDSVh, si es un contrato asociado a PVPC.

Independientemente de la modalidad de autoconsumo elegida, el apartado 3 del artículo 4 del Real Decreto 244/2019 señala que todos los usuarios que se beneficien de una misma instalación de generación de energía estarán obligados a darse de alta dentro de la misma modalidad de autoconsumo, comunicando los criterios de reparto de energía a la empresa distribuidora a través de un mismo acuerdo firmado por todos los participantes.

(Ibedrola, 21)

1.3.2 Regulación jurídica.

La regulación en relación con el autoconsumo tiene por finalidad garantizar un desarrollo ordenado de la actividad, compatible con la necesidad de garantizar la sostenibilidad técnica y económica del sistema eléctrico en su conjunto.

Esta regulación se puede ver en los documentos presentados en el BOE, las cuales son:

- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

Donde se regulan respectivamente las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica; medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores y garantizar el buen funcionamiento del sistema eléctrico.

1.4 Alcance del proyecto

1.4.1 Explicación del caso práctico a realizar.

Instalación solar fotovoltaica con la modalidad de autoconsumo colectivo con excedentes acogida a compensación. La instalación estará ubicada en el municipio de Foios, con el objeto de impulsar las comunidades de energías renovables y el uso de las tecnologías avanzadas, haciendo posible la participación de las entidades públicas y parte de la ciudadanía en el fomento del uso de las energías limpias y la descarbonización de parte de la energía eléctrica consumida por dichos actores.

Todo esto se contempla en el RD 244/2019 del 5 de abril y el RDL 23/2020 del 23 de junio en particular.

La instalación solar fotovoltaica se ubicará en el Colegio Rei en Jaume del municipio de Foios y tendrá las siguientes características:

- Instalación en cubierta plana: 108,9 kWp y 100 kWn con Fronius + Alpha ESS

El proyecto se basa en la colectivización de la energía fotovoltaica para parte de los edificios municipales, comercios y viviendas conectadas al mismo transformador o que estén a menos de 2000 m en proyección ortogonal de la instalación fotovoltaica, con el fin de reducir costes correspondientes al consumo de energía eléctrica, mejorar la eficiencia energética del municipio y disminuir las emisiones de CO₂ a la atmósfera. De esta manera se favorece el autoconsumo fotovoltaico en aquellos negocios y familias que no disponen de espacio suficiente en sus cubiertas.

Debido a la modalidad acogida (autoconsumo colectivo con excedentes acogida a compensación y conectada a través de la red) es posible la compensación simplificada. Por ello, el excedente de energía producida se puede inyectar a la red y reducir el coste de energía de la factura eléctrica con el cobro de estos excedentes. Además, la instalación presenta almacenamiento con lo que parte de los excedentes se pueden utilizar para cargar las baterías y se puede aumentar el porcentaje de energía autoconsumida.

La producción podrá ir destinada a consumos municipales, a PYMES y viviendas del municipio. Según la potencia instalada se estima que se podrían asociar unos 50 usuarios, debido a que el Ayuntamiento de FOIOS, el dueño de la cubierta, en el contrato para ceder la cubierta se queda con 10 kW, y los demás usuarios entran a la comunidad con 2 kW.

2. Metodología

La metodología es un resumen de todas las partes que se realizan para que la comunidad energética de FOIOS, desde su planteamiento hasta su construcción, de esta manera se tiene un orden para su construcción.

La metodología que se ha seguido en este proyecto ha sido la siguiente:

- Campaña de comunicación con la realización de jornadas
 - Captación de consumidores
- Constitución de la entidad jurídica
 - Reglamento de gestión
- Diseño y proyectos técnicos
 - Propuesta de cubiertas
 - Elección técnica de la cubierta óptima
- Licitación y dirección de obra
- Tramitación administrativa
 - Elaboración del contrato para los consumidores y sus comercializadoras
 - Resolución dudas
 - Tramitación expediente de conexión
- Gestión y mantenimiento
 - Puesta en marcha de la instalación
 - Gestionar un buen funcionamiento

En el presente trabajo se van a estudiar los puntos mencionados en la metodología.

3. Caso práctico: puesta en marcha de un autoconsumo colectivo (ACC Escuela Foios)

3.1 Proyecto técnico

La comunidad energética local ACC CE FOIOS dispone de la cubierta del colegio, cedida por el ayuntamiento de la localidad de FOIOS, en la cual se pretende la ejecución de una instalación solar fotovoltaica en modalidad de AUTOCONSUMO COLECTIVO CON EXCEDENTES ACOGIDA A COMPENSACIÓN, según el RD244/2019, de 108,9 kWp sobre cubierta de unas edificaciones existentes.

Los siguientes apartados tienen por objeto, definir las condiciones técnicas de una instalación de energía solar fotovoltaica de conexión a red de 108,9 kWp de potencia pico, sirviendo de base para la ejecución de esta, contando para ello, y dando cumplimiento a la legislación vigente.

A continuación se detallan los diferentes apartados del proyecto técnico.

3.1.1 Visita técnica previa.

Para el lanzamiento del proyecto de autoconsumo colectivo de la Comunidad Energética se realizan acciones previas como:

- Estudio del dimensionado de la ubicación, para la elección de la ubicación más idónea de la planta fotovoltaica.
- Asesoramiento en la elección de la ubicación óptima.

Con criterios de viabilidad técnica y ubicación, se ha elegido la siguiente cubierta para la instalación de autoconsumo colectivo, Colegio Rei en Jaume.

Detallando la ubicación óptima escogida se tiene que:

La parcela pertenece al Ajuntament de Foios (46134), se ubica en la dirección CL VUCENT RUIZ EL SORO 10, con una orientación noreste en la zona urbana de Foios.

La referencia catastral de la parcela donde se ubica la instalación fotovoltaica es 7799601YJ2779N0001GR.

Las placas solares tienen una vida útil de más de 30 años y permiten generar ahorros a aquellos usuarios que se sumen a esta iniciativa de autoconsumo colectivo desde el primer día

La instalación estará formada por los siguientes elementos, descritos más adelante con más detalle:

- Línea de baja tensión en CC de interconexión de los paneles fotovoltaicos y los inversores.
- Cuadro de protecciones CC.
- Líneas de baja tensión en CA de interconexión entre los inversores.
- Cuadro general de protecciones del punto de conexión.
- Cuadro de protecciones CA.
- 2 Inversores de 40.000 W.
- 2 Inversores de 10.000 W.
- 4 módulos de batería de 8,2 kWh cada una (32,8 kWh en total).
- 242 módulos fotovoltaicos de 450 Wp.
- Solarbloc Este-Oeste como estructura.

Para poder observar de manera esquemática se presenta un resumen en modo de tabla:

	MARCA	MODELO	UNIDADES	POTENCIA UNITARIA	POTENCIA TOTAL
PANELES SOLARES	BEYONSUN	TSHM450-144HMW	242	450	108.900
INVERSORES	SOLIS	S5-GC 40K	2	40.000	80.000
BATERIAS	ALFHA ESS	SMILE T10-HV	2	10.000	20.000

Tabla 1- Características equipos

3.1.3 Selección equipos

En esta sección se van a detallar los diferentes equipos utilizados, así como, se verán sus características.

I. Estructura soporte

El método para instalar los paneles será mediante filas de estructura con solarbloc este-oeste a 15° de inclinación y orientadas hacia el este-oeste con azimut de -68° y 113°.



Ilustración 2- Estructura paneles

Ventajas que ofrece un soporte de hormigón SolarBloc, son las siguientes:

Simplifica el método de montaje al no tener que realizar anclaje del soporte, además reduce en tiempo y materiales la instalación de paneles sobre cubiertas.

Al presentar una inclinación de 15° se puede asegurar que la implantación de la instalación solar fotovoltaica no supone una modificación estética y no genera ningún impacto paisajístico en su entorno.

Con esto se simplificará la estructura y se cumplirá con el documento básico de Seguridad Estructural: Bases de Cálculo y Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación (CTE – SE), aprobado por el Real Decreto 314/2006 del 17 de marzo del 2006.

Para un futuro, la parte de desmantelamiento y reciclaje, se obtiene facilidad de desmontaje y desmantelamiento y consiguiendo reciclar este material al 100%.

II. Módulos fotovoltaicos

Los módulos solares empleados para este proyecto han sido:

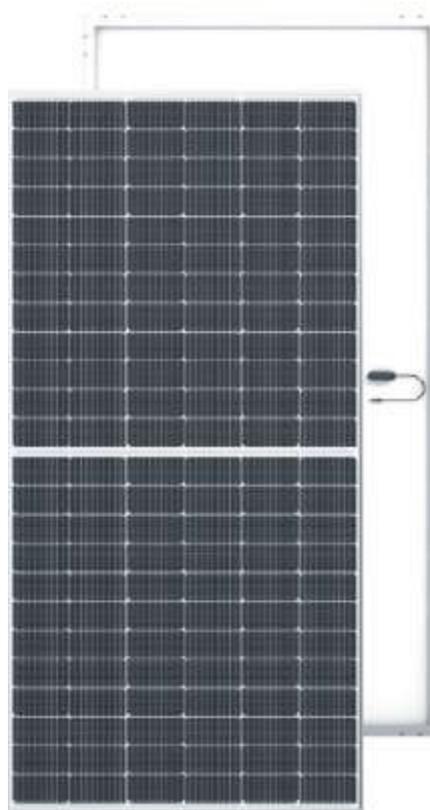


Ilustración 3- Panel solar

Módulos monocristalinos de la marca BEYONDSUN modelo DuDrive TSHM450-144HW. El módulo de 144 células ha sido diseñado para garantizar un alto rendimiento de producción que no se puede alcanzar con la tecnología estándar. La configuración semicelular de alta calidad optimiza la distribución eléctrica dentro del panel para promover el rendimiento del producto.

Las características de los módulos son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Modelo	TSHM450-144HW
Fabricante	DUDRIVE
Tipo de módulo	Mono
Máxima tensión	1500 V

SATANDARD TEST CONDITIONS (STC)

Potencia máxima	450,00 W
Eficiencia	20,70%

Tensión nominal	42,06 V
Corriente M PP	10,70 A
Tensión a circuito abierto	50,43 V
Corriente de circuito	11,36 A

COEFICIENTES DE TEMPERATURA

Coeficiente de potencia	-0,36%/°C
Coeficiente de tensión	-0,29%/°C
Coeficiente de corriente	-0,048%/°C

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Largo	2094,00 mm
Ancho	1038,00 mm
Grosor	35,00 mm
Peso	24 kg

Tabla 2- Características panel

III. Inversores de strings

El inversor es el elemento, junto con los módulos fotovoltaicos, más importante de la instalación solar fotovoltaica conectada a red. Funciona como interfaz entre el generador fotovoltaico y la red eléctrica.

El inversor de String transforma la corriente continua producida por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna. Está compuesto por los siguientes elementos:

- Una o varias etapas de conversión de energía de DC a AC, cada una equipada con un sistema de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).
- Un sistema de monitorización, que tiene la función de transmitir datos relacionados con la operación del inversor al propietario (corriente, tensión, alimentación, etc.)

La instalación fotovoltaica se realizará mediante 2 convertidores trifásicos de la marca SOLIS, modelo S5-GC40K y otros dos convertidores trifásicos de la marca ALPHA, modelo SMILE-T10-HV-INV, con dos módulos de almacenamiento cada una (2x8,2kWh).

Las características de los inversores son las siguientes:

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR DE 40 Kw

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Modelo	S5-GC40K
Fabricante	SOLIS
Máxima eficiencia	98,70%

ENTRADA (DC)

Potencia máxima a la entrada	60 kW
Rango búsqueda MPPT	200 - 1000 V
Tensión máxima de entrada	1100 V
Intensidad máxima de entrada por MPPT	32 A

Número de seguidores	8
Número de entradas por MPPT	4
Número de entradas totales	32
SALIDA (AC)	
Potencia nominal	40 kW
Tensión de salida	230/400 V
Intensidad de salida máxima	66,9 A
Frecuencia de salida	50/60 Hz

Dimensiones

Longitud	647 mm
Altura	629 mm
Ancho	252 mm

Tabla 3- Características inversor 40 kW



Ilustración 4- Inversor 40kW

CARACTERÍSTICAS DEL INVERSOR DE 10 Kw

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Modelo	SMILE-HV-T10
Fabricante	ALPHA ESS
Máxima eficiencia	95,00%

ENTRADA (DC)

Potencia máxima a la entrada	16 Kw
Rango búsqueda MPPT	200 - 850 V
Tensión máxima de entrada	1000 V
Intensidad máxima de entrada por MPPT	26 A
Número de seguidores	2
Número de entradas por MPPT	2
Número de entradas totales	4

SALIDA (AC)

Potencia nominal	10 kW
Tensión de salida	380/400 V

Intensidad de salida máxima	39 A
Frecuencia de salida	50/60 Hz

DIMENSIONES

Longitud	647 mm
Altura	629 mm
Ancho	252 mm

Tabla 4- Características inversor 10 kW



Ilustración 5- Inversor de 10kW y batería de 8,2 kWh

Este módulo tiene integrado una batería con las siguientes características:

CARACTERÍSTICAS BATERIA

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

Modelo	SMILE-BAT-8.2P
Capacidad	8.2 kWh
Capacidad utilizable	7.8 kWh
Tensión nominal	256 V
Corriente máxima carga/descarga	32 A

Tabla 5- Características batería inversor

Los datos que se han visto en las tablas que acompañan a las imágenes de los componentes principales que forman la instalación fotovoltaica, se han extraído de las fichas técnicas que están en el Anexo.

Conociendo las características de los inversores que se van a utilizar, se puede generar la distribución de los paneles en diferentes strings.

Se ha obtenido la siguiente distribución.

DISTRIBUCIÓN DE STRINGS		
INVERSOR	NUMERO MPPT	Nº DE PANELES
S5-GC40K	1	2(16)
	2	2(16)
	3	2(16)
S5-GC40K	1	2(16)
	2	2(16)
	3	2(16)
SMILE-HV-T10	1	1(12)
	2	1(13)
SMILE-HV-T10	1	1(12)
	2	1(13)

Tabla 6- Distribución strings

Una vez se han escogido los componentes para la instalación, se va a justificar su elección.

El primer equipo seleccionado, es la estructura soporte.

Se puede pensar varias opciones las cuales pueden ser mejor que la estructura SolarBloc de doble orientación e inclinada 15°. Como por ejemplo las siguientes:

- SolarBloc con orientación óptima.

Con esta estructura se tendría una inclinación de 15 grados, como la escogida en el proyecto, pero una orientación óptima calculada por el programa PVGIS que sería de un ángulo de Azimut iguala cero.

Con esto no tendríamos doble orientación y por tanto una fila de paneles que con el movimiento del sol realizará sombras entre las diferentes líneas de paneles. Para ello se debe de calcular la distancia adecuada entre líneas de paneles para no generar sombras.

Esto conlleva una reducción de paneles considerable y por tanto una generación fotovoltaica menor, al dejar una separación entre filas mayor.

- SolarBloc con orientación e inclinación óptima.

En esta opción ocurre el mismo problema que el anterior, pero en este caso al tener una inclinación óptima, que será mayor que la anterior, el problema de sombra se agrava, dejando más espacio entre filas y por tanto se tendrán menos placas para generar potencia.

- SolarBloc doble orientación y con inclinación 15º

Analizando las dos opciones anteriores y viendo que no son adecuadas, se escoge esta por la razón siguiente, optimización de espacio y potencia, es decir, con el espacio disponible, la mejor solución para obtener mayor potencia es instalar estructura doble orientación.

Segundo equipo seleccionado, los módulos fotovoltaicos de la marca Beyondsun 450w.

Principalmente la elección de este panel fotovoltaico no tiene una justificación de manera técnica, es una elección de la empresa para utilizar el material comprado, es decir, el stock, debido a que se compra en cantidades grandes de paneles para obtener mejor precio.

Se tiene en cuenta siempre que el stock se pueda utilizar de manera correcta y llegue a cubrir las necesidades de la instalación, como puer ser, el objetivo propuesto de potencia pico para la instalación.

Tercer equipo seleccionado, los inversores, se tiene 2 inversores de la marca Solis de 40 kw más 2 con 2 baterías cada uno de la marca Alpha Ess de 10 kw cada uno y con módulos de baterías con capacidad de 8'2 kw cada uno.

Si se piensa en otras combinaciones de inversores que pueden ser mejores se tiene:

- Un solo inversor de 100 kw
- 1 inversor de 60 kw con 4 de 10 kw y 2 módulos de batería cada uno.
- 1 inversor de 80 kw con 1 de 20 kw y 4 módulos de batería.

Cualquier otra distribución sería buena, teniendo en cuenta una serie de factores que se deben de cumplir, como cuadrar los strings de los paneles adecuadamente, tener en cuenta inversores que puedan tener un banco de baterías.

En este caso se utilizan esta distribución debido al stock que tiene la empresa.

3.1.4 Instalación eléctrica de baja tensión.

I. Líneas eléctricas desde paneles solares hasta inversor en corriente continua

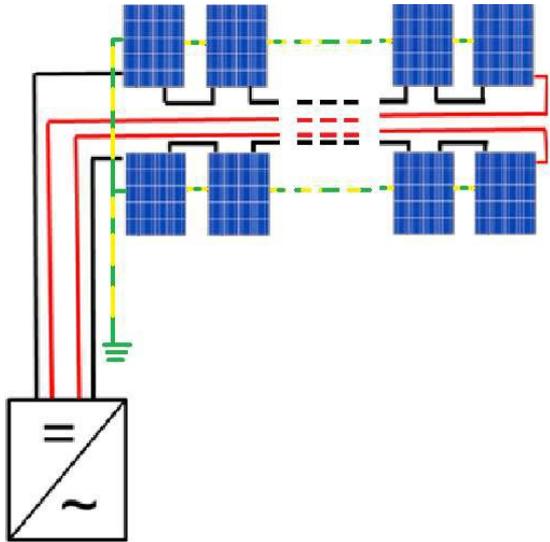


Ilustración 6- Líneas corriente continua

La primera red de cables se encarga de realizar la interconexión entre los paneles solares mediante los strings que definiremos más adelante. Estas líneas eléctricas consistirán en los llamados cables solares, concretamente la tipología H1Z2Z2-K.

Para calcular la sección del cable, se consideraron la caída de tensión, la capacidad de carga de corriente y la corriente de cortocircuito. La caída de tensión máxima permitida fue 1.5% para el lado de CC, y 0.5% para los cables de CA.

Un resumen de las secciones de cable seleccionadas:

SECCIÓN	MATERIAL CONDUCTOR	MATERIAL AISLANTE	TIPO DE INSTALACIÓN
DE STRINGS A INVERSOR			
6 mm ²	CU	H1Z2Z2-K	INTEMPERIE

Tabla 7- Características cableado continua



Ilustración 7- Cables continua

En cuanto al cableado de puesta a tierra, este consistirá en un cable unipolar idéntico a los descritos anteriormente con la excepción de que los técnicos los marcarán con los colores verde y amarillo de forma que se pueda identificar con la puesta a tierra.

El cableado correspondiente a los strings y la puesta tierra descritos anteriormente discurrirán sobre bandeja Rejiband o similar de acero de 60 mm de altura, con protección superficial, o inoxidable AISI 304 o 316L con borde de seguridad para soporte y conducción de cables. La bandeja portacables Rejiband® está compuesta de varillas electrosoldadas en malla que proporcionan una gran resistencia y elasticidad. La facilidad en el montaje, gracias a su flexibilidad y a su sistema “click” de conexión rápida sin tornillos para soportes y accesorios, permite ahorrar material y coste de mano de obra. Fabricada según normativa internacional IEC 61537.



Ilustración 8- Bandeja seguridad

Mediante este método, el cableado llegará a la sala técnica:



Ilustración 9- Localización sala técnica

Una vez en la sala técnica se considerará el uso de bandeja Rejiband de las mismas características que la descrita anteriormente o similar.

Una vez en la sala técnica, este cableado pasará en primer lugar por la caja de protecciones de corriente continua (CPCC) donde se encontrarán los fusibles y protecciones correspondientes.



Ilustración 10- Protecciones

Los cables de la instalación serán de cobre, con una sección suficiente y calculada en puntos posteriores para asegurar pérdidas por efecto joule inferiores a 1,5% de la tensión nominal tal y como exige el punto 5 de la ITC-BT-40 del REBT donde se especifica que “...la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5% para la intensidad nominal”.

II. Líneas desde inversor hasta cuadro punto de conexión.

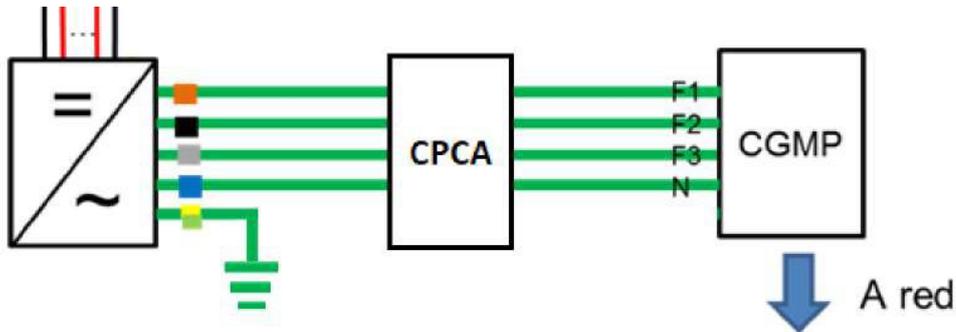


Ilustración 11- Líneas corriente alterna

Una vez conectados los paneles a los inversores, las líneas eléctricas que salgan de este último discurrirán hasta la caja de protecciones de corriente alterna (CPCA) en caso de las 3 fases y el neutro mediante cables unipolares RZ-k (as) sobre bandeja perforada o similar y hasta tierra en caso de el cable de puesta a tierra.

Para calcular la sección del cable, se consideraron la caída de tensión, la capacidad de carga de corriente y la corriente de cortocircuito. La caída de tensión máxima permitida fue 1.5% para el lado de CC, y 1.5% para los cables de CA.

SECCIÓN	MATERIAL CONDUCTOR	MATERIAL AISLANTE	TIPO DE INSTALACIÓN
DE INVERSOR A CUADRO DE PROTECCIÓN DE CORRIENTE ALTERNA			
10 mm ²	CU	RZ-K(AS)	INTERIOR
25 mm ²	CU	RZ-k(AS)	INTERIOR

Tabla 8- Característica cableado alterna



Ilustración 12- Cable alterna

3.1.5 Protecciones

La instalación contará con todas las protecciones de líneas e interconexión preceptivas según el reglamento de baja tensión (REBT) y de acuerdo también con las normas de la compañía distribuidora IBERDROLA.

En cumplimiento del REBT, cada circuito dispondrá de protecciones contra contactos directos y contactos indirectos y se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones y protecciones eléctricas de sobre corrientes tanto en la parte de corriente continua como en la parte de alterna.

Protecciones contra contactos directos.

- Corriente continua.

El sistema de conexionado de los paneles con enchufes rápidos tipo multicontacto es intrínsecamente seguro, evitando posibles contactos directos del operario durante su instalación. Los cables estarán aislados y transcurrirán por el interior de canaleta. La manipulación del inversor a la hora de conectarle los strings se hará con el inversor apagado.

- Corriente alterna.

La protección contra contactos directos con partes activas de la instalación queda garantizada mediante la utilización en todas las líneas de conductores aislados. En todos los puntos de la instalación, los conductores disponen de la protección mecánica adecuada a las acciones que potencialmente puede sufrir, especialmente en el caso de golpes o impactos fortuitos. Todos los ángulos y cambios bruscos de dirección se protegerán para evitar el deterioro del aislante en el trazado de las líneas o en su propio funcionamiento normal. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Protecciones contra contactos indirectos.

- Corriente continua.

Todas las partes metálicas de la instalación estarán conectadas a tierra. Las estructuras, los paneles, los inversores y cualquier elemento metálico susceptible de quedar en contacto con un conductor activo estarán debidamente conectadas a terminales de toma de tierra.

- Corriente alterna.

Además de lo anterior, en la parte de alterna, todos los circuitos estarán protegidos con interruptores diferenciales automáticos desconectando la instalación cuando se detecte una corriente diferencial residual.

Protecciones contra sobrecargas

- Corriente continua.

El circuito de corriente continua del generador fotovoltaico trabaja normalmente a una intensidad cercana al corto circuito, ya que las placas fotovoltaicas son equipos que funcionan como fuentes de corriente. El dimensionado de los cables, pensado para tener pérdidas inferiores al 1,5%, aguantan de sobra un cortocircuito ya que como mucho éste tiene una intensidad un 10% más elevada que la nominal.

Como medida suplementaria para evitar cortocircuitos, el cableado de continua se hará intrínsecamente seguro, manteniendo los cables de diferente polaridad separados mediante doble aislamiento de los conductores o separación física cuando sea posible. Las líneas

provenientes de los strings se protegerán, antes de entrar en el inversor, con fusibles del calibre adecuado.

- Corriente alterna.

Las líneas de corriente alterna irán protegidas a origen y final mediante interruptores magnetotérmicos o fusibles de calibre y curva adecuada en cada caso. Cada inversor incorpora las protecciones necesarias adaptadas a la magnitud de la potencia que están diseñados.

Protecciones contra sobretensiones

- Corriente continua.

En el lado de corriente continua la protección de sobretensión se realiza a través de la protección de sobretensión para DC tipo II, pudiendo estar o no incluidas en el inversor. En caso de no estar incluidas en el inversor deben considerarse antes de que las líneas entren en éste. Esto garantiza la protección contra sobretensiones en la banda de corriente continua. Para evitar sobretensiones inducidas por relámpagos, se evitará en todo momento hacer bucles grandes con los circuitos de cada rama, haciendo que los cables de ida y vuelta vayan paralelos y lo más cerca posible uno del otro.

- Corriente alterna.

En la parte de corriente alterna, los equipos de protección de tensión se encontrarán en el cuadro de protecciones de corriente alterna y consistirán en interruptores magnetotérmicos.

Cuadros eléctricos

Existe un cuadro eléctrico para la parte de continua (CPCC) que albergará los fusibles calculados de 16 A y protecciones contra sobretensiones correspondientes, y un cuadro eléctrico para la parte de alterna (CPCA) que albergará todo los elementos de protección que se han calculado, interruptores magnetotérmicos de 63 A para las líneas que desembocan de los inversores de 40 kW e interruptores magnetotérmicos de 16 A para las líneas que vienen de los inversores de 10 kW y un interruptor automático para la salida y canalización hacia la hornacina de 160 A.

Puesta a tierra de la instalación

Se clavará una piqueta de cobre y se conectará a un conductor desnudo al que se unirán tanto las estructuras de la instalación como los paneles fotovoltaicos. Este conductor acabara conectándose a los inversores. El cableado de puesta a tierra seguirá lo que sigue:

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm²)	Sección mínima de los conductores de protección S_p (mm²)
S ≤ 16	S _p = S
16 < S ≤ 35	S _p = 16
S > 35	S _p = S/2

Ilustración 13- Guía sección cable protección

Los sistemas de puesta a tierra de las instalaciones generadoras de baja tensión cumplirán lo indicado en el capítulo 8, Instalaciones de Puesta a Tierra, de la Guía BT-40, que determina las condiciones a cumplir tanto para instalaciones C1 como para instalaciones C2, en este caso con referencias al Reglamento de AT.

Realizando todos estos cálculos con las configuración de strings nombrada anteriormente, se obtiene los siguientes cálculos:

- Corriente continua

Intensidad máxima admisible

INTENSIDAD DE CADA STRING DEL INVERSOR 1 Y 2 (40 KW)						
STRING	Nº MÓDULOS	P. MÓDULO (W)	P. STRING (W)	V.MÓDULO (V)	V.STRING (V)	INTENSIDAD (A)
INV1.1.1	16	450	7200	42,06	672,96	10,7
INV1.1.2	16	450	7200	42,06	672,96	10,7
INV1.2.1	16	450	7200	42,06	672,96	10,7
INV1.2.2	16	450	7200	42,06	672,96	10,7
INV1.3.1	16	450	7200	42,06	672,96	10,7
INV1.3.2	16	450	7200	42,06	672,96	10,7

Tabla 9- Cálculos intensidad 1 y 2

INTENSIDAD DE CADA STRING DEL INVERSOR 3 Y 4 (10 KW)						
STRING	Nº MÓDULOS	P. MÓDULO (W)	P. STRING (W)	V.MÓDULO (V)	V.STRING (V)	INTENSIDAD (A)
INV3.1	12	450	5400	42,06	504,72	10,7
INV3.2	13	450	5850	42,06	546,78	10,7

Tabla 10- Cálculos intensidad 3 y 4

Caída de tensión:

CAIDA DE TENSIÓN DE CADA STRING DEL INVERSOR 1 (40 KW)							
STRING	P. STRING (W)	LONGITUD (m)	V. STRING (V)	SECCIÓN (mm2)	CDT (V)	CDT (%)	
INV1.1.1	7200	28,64	672,96	6	2,245	0,334	
INV1.1.2	7200	30,5	672,96	6	2,391	0,355	
INV1.2.1	7200	26,87	672,96	6	2,107	0,313	
INV1.2.2	7200	25,86	672,96	6	2,027	0,301	
INV1.3.1	7200	16,68	672,96	6	1,308	0,194	
INV1.3.2	7200	18,09	672,96	6	1,418	0,211	

Tabla 11- Caída de tensión inversor 1

CAIDA DE TENSIÓN DE CADA STRING DEL INVERSOR 2 (40 KW)

STRING	P. STRING (W)	LONGITUD (m)	V. STRING (V)	SECCIÓN (mm ²)	CDT (V)	CDT (%)
INV2.1.1	7200	17,92	672,96	6	1,405	0,209
INV2.1.2	7200	18	672,96	6	1,411	0,210
INV2.2.1	7200	24,59	672,96	6	1,928	0,286
INV2.2.2	7200	25,59	672,96	6	2,006	0,298
INV2.3.1	7200	25,59	672,96	6	2,006	0,298
INV2.3.2	7200	26,59	672,96	6	2,085	0,310

Tabla 12- Caída de tensión inversor 2**CAIDA DE TENSIÓN DE CADA STRING DEL INVERSOR 3 (10 KW)**

STRING	P. STRING (W)	LONGITUD (m)	V. STRING (V)	SECCIÓN (mm ²)	CDT (V)	CDT (%)
INV3.1	5400	21	504,72	6	1,646	0,326
INV3.2	5850	17,73	546,78	6	1,390	0,254

Tabla 13- Caída de tensión inversor 3**CAIDA DE TENSIÓN DE CADA STRING DEL INVERSOR 4 (10 KW)**

STRING	P. STRING (W)	LONGITUD (m)	V. STRING (V)	SECCIÓN (mm ²)	CDT (V)	CDT (%)
INV4.1	5400	20	504,72	6	1,568	0,311
INV4.2	5850	16,73	546,78	6	1,312	0,240

Tabla 14- Caída de tensión inversor 4

La sección de conductor a emplear en todo el cableado de la parte de corriente continua es de sección igual a 6 mm² con una intensidad máxima de 57 A, superior a los 10,7 A.

- Corriente alterna

Cálculo del cableado a emplear en el lado de corriente continua, que se corresponde al cableado entre los módulos fotovoltaicos y el inversor.

Intensidad máxima admisible**INTENSIDAD SALIDA INVERSORES**

INVERSOR	POTENCIA (W)	V. SALIDA (V)	FDP	INTENSIDAD (A)
1	40000	400	1	58,39
2	40000	400	1	58,39
3	10000	400	1	14,60
4	10000	400	1	14,60

Tabla 15- Intensidad admisible

Caída de tensión:

CAÍDA DE TENSIÓN SALIDA INVERSORES						
INVERSOR	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	V. SALIDA (V)	SECCIÓN (mm ²)	CDT (V)	CDT (%)
1	40000	4	400	25	0,352	0,088
2	40000	4	400	25	0,352	0,088
3	10000	4	400	10	0,220	0,055
4	10000	4	400	10	0,220	0,055

Tabla 16- Caída de tensión

La sección de conductor a emplear en todo el cableado de la parte de corriente alterna es de sección igual a 25 mm² con una intensidad máxima de 100 A, superior a los 58'39 A para las líneas de los inversores de 40 kW, mientras el cableado de corriente alterna que sale de los inversores de 10 kW, es de sección 10 mm² con un intensidad máxima de 68 A, superior a los 14,6 A.

CAÍDA DE TENSIÓN SALIDA CPCA						
LÍNEA	POTENCIA (W)	LONGITUD (m)	V. SALIDA (V)	SECCIÓN (mm ²)	CDT (V)	CDT (%)
1	100000	36	400	70	2,826	0,706

Tabla 17- Caída de tensión de la línea de evacuación

La sección de conductor a emplear en todo el cableado de la parte de corriente alterna e la línea de evacuación que conecta con la hornacina, es de sección igual a 70 mm² con una intensidad máxima de 193 A, superior a los 145,97 A.

Los cálculos mostrados en las tablas se han realizado con las fórmulas que se adjuntan en el anexo.

Por último, ver el resultado final de la instalación con ayuda de imágenes realizadas.

En las imágenes que se muestran a continuación se puede apreciar los paneles con el soporte solar bloc, que tiene dos orientaciones, se aprecia que los cables que salen de los paneles se llevan a el cuarto técnico mediante la rejilla para no tocar el suelo y así mantener la seguridad.

Imagen de la cubierta



Ilustración 14- Cubierta noreste



Ilustración 15- Cubierta sureste

Imagen de los inversores



Ilustración 16- Interior sala técnica

En esta imagen se ven los dos tipos de inversores que tiene la instalación, los de la derecha son los inversores de 40 kW de la marca Solis, mientras que en los dos inversores de 10kW de la izquierda son de la marca Alpha Ess, que se puede ver como tienen dos módulos cada uno de baterías con capacidad de almacenamiento de 8,2 kWh, es decir, en total suman 32,8 kWh.

En esta imagen de los inversores, se puede apreciar mejor la rejilla por dónde van los cables que provienen de los strings de los paneles de la cubierta. Esta rejilla permite dirigir los cables por la sala técnica dando seguridad y orden en los cables.

Se pueden apreciar en la imagen los diferentes cuadros de protecciones que acompañan a los diferentes inversores. Los cuadros de protecciones que tienen la tapa azul y que se conectan a ellos cables de color rojo y negro, son los encargados de proteger la corriente continua.

Los cables rojos y negros llegan de la parte de fuera, son los encargados de transportar la electricidad que generan las placas y pasan por los cuadros de protecciones y después se conectan los diferentes strings al inversor, que se encarga de transformar la corriente continua a corriente alterna y sale por los cables verdes, encargados de transportar la corriente alterna, primero al cuadro de protección de alterna, situado al lado de las baterías, y que tiene una tapa blanca metálica, de este cuadro sale una línea de evacuación que se conecta ya fuera del edificio con la hornacina.

De manera esquemática se tiene en el Anexo, el plano unifilar, donde muestra todo al detalle y de manera clara las conexiones que se hacen en la instalación fotovoltaica.

3.2 Cálculos estructuras

Para los cálculos justificativos de las estructuras de suportación de los paneles solares fotovoltaicos según el emplazamiento de la instalación, sirven de guía las siguientes normas de aplicación:

- Documento Básico Seguridad Estructural. Acciones en la Edificación, CTE DB SE-AE.
- Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-2: Acciones generales. Acciones estructurales expuestas al fuego. UNE-EN 1991-1-2:2019.

Se han obtenido los datos de las tablas que se encuentran en el Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación.

Las tablas se han adjuntado en el apartado de datos estructurales y cálculos en el anexo.

Con los datos claros, se empieza a calcular la sobrecarga de uso que suponen los paneles con su lastre sobre el edificio podemos determinar lo siguiente:

- Peso por metro cuadrado del módulo es = $11,96 \frac{kg}{m^2} \approx 0,1196 \frac{kN}{m^2}$
- Estructura soporte de hormigón SOLARBLOC con ángulo de inclinación 15 °. Cada 2 m² de superficie se puede considerar un bloque de hormigón.

$$\text{Peso soporte Solarbloc este-oeste} = 36,5 \frac{kg}{m^2} \approx 0,365 \frac{kN}{m^2}$$

- Cableado y canalizaciones en cubierta: se puede suponer = 0,1 kN/m²
- Carga total soportar cubierta = 0,5846 $\frac{kN}{m^2}$

Dándole un margen de seguridad se considera un total de sobrecarga de **0,59 kN/m²**

Según el Documento Básico SE-AE de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación, “Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso”, para cubiertas transitables accesibles sólo privadamente soportan una sobrecarga de uso de 1 kN/m².

Si suponemos una sobrecarga de uso por nieve de 0,2 kN/m² para Foios (zona 5, altitud 8m) según Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal del Documento Básico SE-AE de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación, tenemos:

$$0,79 \frac{kN}{m^2} < 1 \frac{kN}{m^2}$$

Finalmente, se puede asegurar que la cubierta soportará favorablemente la sobrecarga de uso provocada por la instalación fotovoltaica.

Los cálculos realizados para obtener estos resultados están en el apartado de datos estructurales y cálculos del anexo.

3.3 Configuración del reparto de la instalación.

Cuando surge la necesidad o el interés de los ciudadanos en crear una comunidad energética, se inicia un proceso de creación de Comunidad que tiene objetivos claros:

- Crear conciencia y dar a conocer los beneficios del proyecto y su utilidad.
- Informar y formar a la ciudadanía para fomentar un uso eficiente de la energía y facilitar una toma de decisiones consciente.
- Facilitar la creación de una comunidad cohesionada impulsora de la comunidad energética en el municipio.
- Prototipar una solución que dé respuesta a las necesidades e inquietudes locales.

Este proceso va abriendo una cadena de líneas de acción las cuales se explican a continuación.

3.3.1 Captación de consumidores.

Aquí se tiene la primera toma de encuentro con los ciudadanos que están interesados por la creación de la comunidad energética, bien, porque quieren formar parte de ella o simplemente les llama la atención y quieren informarse para después tomar una decisión.

Para ello se tiene varias partes en la captación de consumidores:

I. Jornadas de divulgación.

En estas jornadas sirven para la introducción y el conocimiento básico sobre las comunidades energéticas, donde se da a conocer los beneficios de las Comunidades Locales de Energía, para así, generar confianza a la ciudadanía en torno a las Comunidades Energéticas Locales.

También se realizan cursos de formación donde se explica como impulsar un uso eficiente de la energía, democratizar el conocimiento en torno a las energías renovables. Todo esto para facilitar que la ciudadanía haga una toma de decisiones estando formada e informada.

II. Captación de interesados.

Tras las primeras jornadas de divulgación, se acuerda una fecha para realizar la creación de la comunidad energética.

Este proceso tiene como objetivo, prototipar la solución juntamente con los vecinos asistentes, configurando las formas y criterios para el reparto de la energía.

Para ello se realizan varias reuniones como el Forum ciudadano y la Asamblea constituyente.

El primero, Forum ciudadano, sirve para presentar los resultados del prototipo de la comunidad energética, exponer la forma jurídica la cual se configura la comunidad y la función de los cargos del órgano de gobierno.

La segunda, Asamblea constituyente, como bien indica su nombre, se prepara la documentación necesaria para el registro de la comunidad energética, donde se

acompaña al órgano de gobierno en las gestiones necesarias para llevar a cabo los primeros pasos de alta de la comunidad energética como entidad jurídica.

III. Recogida de datos: facturas, autorizaciones, etc.

Este proceso consiste en la atención y guía a los ciudadanos interesados a formar parte de la comunidad energética ya creada.

En la comunidad energética de Foios, los interesados envían un correo dando sus datos personales, acompañados con una factura de luz del punto de suministros que quieren que forme parte de la comunidad energética.

Se guarda los datos del interesado y se le contesta al correo, indicando los pasos a realizar para poder entrar en la comunidad energética.

IV. Registro como consumidores asociados.

En este caso para formar parte de la comunidad energética de Foios, se deben cumplir unos requisitos, que están detallados en el contrato que se envía a cada consumidor interesado en adherirse a la comunidad energética. El contrato es un documento de ocho páginas donde detalla los siguientes puntos con claridad.

Puntos contrato:

1. Objeto
2. Causa
3. Duración y entrega en vigor
4. Descripción de la instalación
5. Descripción del derecho de uso
6. Caracterización y desembolso de la aportación
7. Costes de gestión
8. Articulación del derecho de uso
9. Modificación de la articulación del derecho de uso
10. Cambio de domicilio del prosumidor
11. Subrogación por tercero en la posición del prosumidor
12. Baja como socio de la cooperativa
13. Incumplimiento del contrato
14. Notificaciones
15. Confidencialidad
16. El contrato
17. Jurisdicción y ley aplicable
18. Independencia y aplicación de las cláusulas

Una vez envían los justificantes de pago y el contrato firmado, se registra en una Excel y se asigna un número de socio de SAPIENS ENERGIA.

Este número de socio se les comunica, junto con otro documento el cual informa de que el consumidor asociado tiene todo correcto y está a la espera de firmar el acuerdo de reparto de todos los pertenecientes a la comunidad.

3.3.2 Análisis de consumo.

Para realizar un estudio sobre el consumo que tiene la instalación fotovoltaica, se ha agrupado todo los consumos generados por cada uno de los consumidores y se ha comparado con la generación que produce dicha instalación en la cubierta del colegio de FOIOS, para así poder extraer los excedentes, el autoconsumo y el consumo de red.

No se ha podido realizar de manera más individual debido a que son datos protegidos de los asociados, por ello se han realizado promedios a nivel de tipo de curvas de consumo y se han sumado estos promedios para obtener el consumo global que tiene que hacer frente la instalación y que es de 191,283 kW/h anuales.

La generación anual de la instalación es de 205,931 kW/h anuales.

Realizando un cálculo rápido, se puede ver que hay mayor generación que consumo, ahora bien el consumo obtenido no es constante durante los meses, por ello se ha comparado la curva de consumo con la de generación, observando así las diferencias siguientes:

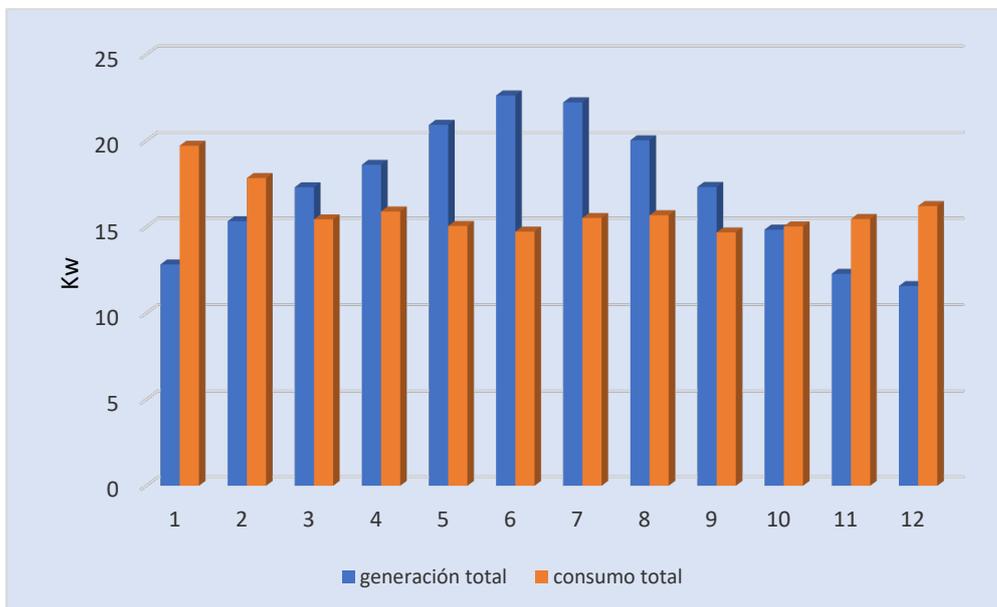


Gráfico 1- Curva de consumo y generación

Como se aprecia la curva de consumo se asemeja a una curva de tipo invierno, debido a que en los meses de invierno se tiene mayor consumo, mientras que la generación sucede a la inversa tiene mayor generación en los meses de verano.

La curva de consumo tiene esta forma, debido a que la distribución de los asociados es de la siguiente manera:

- Curva invierno: 10 personas
- Curva verano: 15 personas
- Curva invierno +: 3 personas
- Curva verano +: 1 persona
- Curva noche: 7 personas
- Curva Carnicería: 4 personas
- Curva restaurante: 2 personas
- Curva comercio: 8 personas

Donde estas curvas exceptuando las de verano, tienen mayor consumo en sus meses de invierno.

La explicación de las curvas se puede ver en el anexo, el punto 5, llamado tipo de curvas de consumo.

Si se extraen valores del diagrama de barras, se apreciará los excedentes producidos, el autoconsumo y el consumo de red siguientes:

- Excedentes totales = 32 kW/h anuales
- Autoconsumo total = 174 kW/h anuales
- Consumo de red total = 17,4 kW/h anuales

Para ayudar a entender los beneficios de la comunidad energética local, se realiza un informe sobre el ahorro que conlleva formar parte de la comunidad.

Este informe es un estudio, a partir de la factura de la luz que facilitan los interesados, donde se consiguen cálculos de gran importancia.

A continuación, se explica las partes más importantes del informe.

I. Estudio detallado de la demanda del consumidor.

Para poder realizar el informe es necesario que el interesado, facilite la factura de la luz del punto de suministro que se va a estudiar.

Una vez se tiene la factura se recaban datos como:

- La potencia contratada
- El tipo de tarifa
- El tipo de curva de consumo
- El consumo promedio
- El CUPS

Potencia contratada

Cada casa tiene una cantidad de energía eléctrica contratada que se determina según su uso. La mayoría de los hogares tienen una conexión eléctrica monofásica con una potencia contratada que generalmente está entre 4,6 y 6,9 kW. Esta potencia se ajusta a diferentes niveles de intensidad y se considera estándar.

Tipos de curva

Se tienen varios tipos de curva para adaptar mejor al consumo que tiene el interesado.

Se recuerda que están en el Anexo, apartado 5.

Consumo promedio

Se calcula de manera aproximada un consumo promedio a partir de los consumos anuales registrados en la factura de luz.

II. Análisis de los procesos consumidores de energía

En el informe, se analiza:

- La producción de energía durante un día, comparándola con la curva de consumo para poder extraer información valiosa y así aprovechar la energía fotovoltaica lo máximo posible.
- La curva de consumo y autoconsumo, en este caso más batería, durante todo un día.
- Gráfico de barras indicando el consumo y la generación mes por mes.

Aquí se tiene un ejemplo, sobre un local de venta al público.

Curva de consumo y generación horaria:

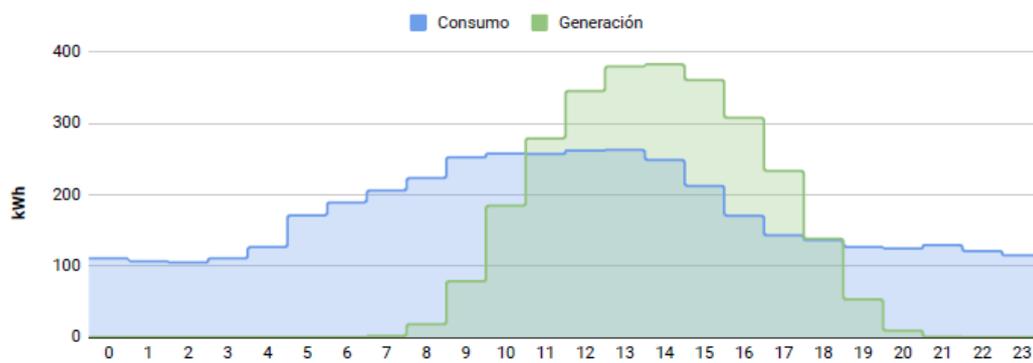


Gráfico 2- curva de consumo y generación horaria

Se puede apreciar, en azul la curva de consumo, que el local abre temprano y ya empieza a crecer el consumo llegando a la zona de más consumo sobre las 10:00 que se mantiene constante hasta las 14:00, donde ya empieza a decrecer el consumo, cerrando el local sobre las 19:00.

Sin embargo la curva de generación, en verde, empieza a generar por la mañana sobre las 8:00, y va creciendo hasta llegar a su punto más alto de 13:00 a 15:00, donde a partir de ahora la generación decrecerá poco a poco.

Con esta tabla se aprecia las horas que cubre la energía solar, el consumo del local, incluso se genera excedentes que se inyectan a la red.

Con la curva de generación se puede ver el patrón e intentar moldear la curva de consumo para así cubrir la demanda de energía, con la producción energética que nos da la instalación, de esta manera se tendría menos excedentes pero mayor utilidad de la energía generada.

Curva de consumo y autoconsumo + batería (0,6 kWh de almacenamiento):

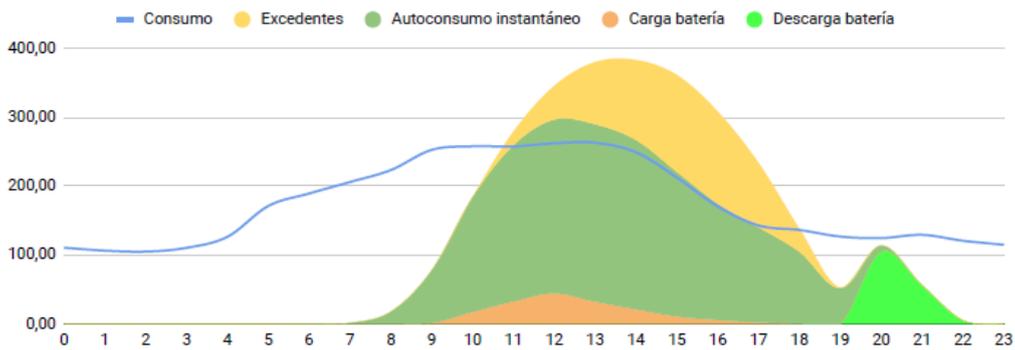


Gráfico 3- Curva de consumo y autoconsumo

Esta gráfica es más específica que la anterior, debido a que se identifica dentro de la generación diferentes apartados de uso de la energía que no se está autoconsumiendo de manera instantánea, quedando los excedentes y carga de las baterías de almacenamiento para poder utilizar esta energía acumulada posteriormente, como bien muestra la gráfica.

Hay que destacar la manera de cargar la batería, como va consumiendo los excedentes, que se convierten en autoconsumo instantáneo, para al final del día. Cuando no se genera más energía, gasta la acumulada. La energía almacenada en la batería permite tener 3 horas de aprovechamiento de la energía producida anteriormente por los paneles.

Consumo y generación por meses:

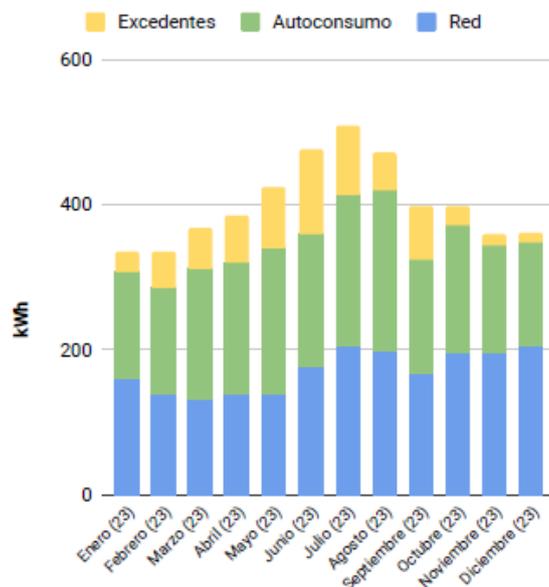


Gráfico de barras 4- Curva consumo y generación por meses

En este gráfico de barras se puede ver tres clasificaciones distintas excedentes, autoconsumo y red.

Se aprecia que los meses con más excedentes son los de verano, donde hay una mayor producción de energía.

Por otra parte el consumo de red y el autoconsumo son muy parecidos, quitando los meses de invierno donde la calefacción, elemento que consume más, tiene su uso cuando el sol se esconde y por tanto no se puede tener autoconsumo instantáneo y como consecuencia consume de red.

III. Preparación de los informes.

Una vez se ha configurado y ajustado todos los datos que el cliente ha facilitado, se genera un informe donde se aprecia todos los datos anteriormente nombrados, de manera ordenada y con coherencia, el cual se envía a través de correo al cliente para que pueda verlo. En el mismo correo se comenta los detalles más importantes y su significado para que el cliente tenga una ligera idea de los datos que se han aportado.

A continuación se abre una posible conversación con el cliente por posibles dudas que puede tener, se debe de estar siempre dispuesto a atender las consultas que los clientes tienen para favorecer la comunicación entre ambos.

3.3.3 Elaboración del acuerdo de reparto.

Para la realización del acuerdo de reparto, hay que tener en cuenta que se busca promover una comunidad energética donde se pueda adherir la máxima gente posible, pero que tengan un porcentaje de la instalación, de potencia, con un impacto en su factura de la luz.

Para ello, una vez se tiene la distribución de los paneles y por tanto la potencia en kWp, se puede realizar una estimación de los consumidores que se pueden adherir según el porcentaje que se les aplique.

Se sabe que la instalación de FOIOS tiene 108,9 kWp.

Teniendo en cuenta que la cubierta la cede el ayuntamiento de FOIOS, en el acuerdo se concreta un porcentaje de la potencia de la instalación, en este caso es, 0,0918 que equivale a 10 kW.

Mientras que los demás consumidores con un porcentaje de 0,0186 tienen 2 kW, este valor permite que se puedan adherir a la comunidad energética de FOIOS, 50 consumidores contando el ayuntamiento, es decir, 49 consumidores con 2 kW.

Para clasificar y organizar de manera clara, se hace uso del Excel.

En este Excel se realiza una tabla para guardar la información importante para escribir el acuerdo de reparto.

Se recaban datos como: consumidor asociado, NIF, CUPS, Coeficiente

Estos son unos ejemplos de la tabla Excel.

CONSUMIDOR ASOCIADO (titular del punto de suministro)	NIF	CUPS	COEFICIENTE DE REPARTO (B)
1 AJUNTAMENT DE FOIOS	P4612800E	ES002100000799xxxxZZ0F	0,091800
2 RAUL M.	44xxxxxxx	ES002100001604xxxxTK0F	0,018600
3 TOMAS M.	07xxxxxxx	ES002100001601xxxxTK0F	0,018600
4 FELIPE B.	19xxxxxxx	ES002100001109xxxxPW0F	0,018600
5 VICTOR HUGO S.	44xxxxxxx	ES002100001604xxxxKD0F	0,018600
6 VICENTE F.	24xxxxxxx	ES002100001602xxxxLB0F	0,018600
7 AGUSTI R.	85xxxxxxx	ES002100000800xxxxBZ0F	0,018600
8 PABLO A.	20xxxxxxx	ES002100001604xxxxKN0F	0,018600
9 PURIFICACION G.	24xxxxxxx	ES002100000799xxxxDM0F	0,018600
10 FRANCISCO R.	24xxxxxxx	ES002100000799xxxxYF0F	0,018600
11 ANA MARIA R.	45xxxxxxx	ES002100001172xxxxVX0F	0,018600
12 FRANCISCO JAVIER L.	22xxxxxxx	ES002100000799xxxxBQ0F	0,018600
13 VICENTA M.	73xxxxxxx	ES002100000799xxxxDX0F	0,018600
14 PURIFICACION G.	24xxxxxxx	ES002100001179xxxxRS0F	0,018600
15 LUIS MIGUEL P.	22xxxxxxx	ES022212004540xxxxPJ0F	0,018600
16 JUAN MANUEL G.	20xxxxxxx	ES002100000800xxxxZQ0F	0,018600

Tabla 18- Datos consumidores

3.4 Tramitación del expediente de conexión.

En este apartado se quiere dar a conocer los diferentes pasos que se tiene que completar para la tramitación del expediente de AC Colectivo.

Paso	Descripción	Responsable	Comentarios
1	Solicitud apertura expediente	Instalador	Documentos: 1. Anteproyecto 2. Esquemas unifilares de la instalación 3. Esquema unifilar de medida propuesto 4. Plano de situación con el punto de conexión al que pretende conectarse el productor 5. Relación de fincas catastrales y municipios 6. Acuerdo de unificación de consumos de generación conectada a red interior de consumo 7. Declaración responsable de ambos agentes dando su conformidad a la solicitud 8. Fichero con los polígonos de superficie ocupados por la planta en formato kmz/kml 9. Autorización de solicitud de acceso y conexión a otro agente 10. Acuerdo de reparto provisional
2	Requerimientos de documentación	Instalador	podemos aportar toda la documentación para que no haya requerimientos?
3	Apertura definitiva		
4	Completar pestaña "autoconsumo"	Instalador	Es necesario tener el acuerdo de reparto
5	Recepción de Carta de Pliego de Condiciones Técnicas (CCT) 2-3 días	Distribuidora	
6	Pago, aceptación y entrega de CCT firmada	Instalador	
7	Aceptación de condiciones	Instalador	
8	Gestión de pagos	Instalador	
9	Realización de trabajos de instalaciones de enlace	Instalador	Hay que subir fotos de cómo ha quedado la instalación
10	Fin de Instalaciones de enlace	Distribuidora	
11	Fin de instalaciones de extensión (si procede)	Distribuidora	Normalmente depende la Distribuidora

12	Posibilitar la contratación (documentación a aportar):		
13	- Hoja de Instalaciones de Enlace (HIE)	Instalador	
14	- Certificado final MGE (Máquina Generadora Eléctrica)	Instalador	El certificado lo obtenemos del fabricante del inversor FV
15	- Acuerdo de Reparto (firmado)	Instalador	
16	- CIE	Instalador	Si el tramitador es diferente al instalador, el instalador tendrá que aportar (DECRESTE, CERINSBT, CERTACEN, COMBUTAC Y MTDAC)
17	- Proyecto definitivo visado	Instalador	
18	- Contrato técnico de acceso (firmar por representante titular instalación)	Instalador	Poderes, DNI representante y el contrato firmado
19	- Instalación del contador de generación	Distribuidora	
20	Contratable		
21	- Enviar el acuerdo de reparto por parte de cada consumidor asociado a su comercializadora (Modelo 4)	Instalador	
22	- Enviar contrato de compensación de excedentes por parte de cada consumidor a su comercializadora (Modelo 1)	Instalador	
23	- Enviar fichero txt por parte de cada consumidor asociado a su comercializadora	Instalador	

Tabla 19- Tramitaciones

Se puede ver tres colores, que indican el responsable.

- Instalador (Sapiens Energía)
- Distribuidora (IDE)
- Ambos, color gris

3.5 Balance económico.

En este apartado de balance económico, se va a estudiar el punto de vista de los asociados, viendo así su rentabilidad en la comunidad.

Para poder realizar el balance económico desde el punto de vista del asociado, es necesario recordar que esta instalación fotovoltaica, pertenece dentro del bloque de autoconsumo colectivo acogido a compensación, es decir, los excedentes generados se compensan con un precio acordado, en este caso el precio de los excedentes se acuerda en 0,08 €/kWh.

Sabiendo que cada asociado tiene asignado una potencia de 2 kWh, que anualmente generan sobre 2840,79 kWh, de los cuales un 60% es autoconsumo, es decir energía que se ahorran, y el 40% son excedentes que tienen una compensación.

Realizando el cálculo de ahorro, se obtiene los siguientes datos:

- Ahorro en energía autoconsumida = 1704,47 kWh/año
- Ahorro en euros, teniendo en cuenta el precio de la energía promedio del mes de septiembre de 2023 (0,162955 €/kWh) = 277,75 €/año
- Energía que se tiene en excedentes = 1136,32 kWh/año
- Compensación excedentes en euros, teniendo en cuenta el precio de los excedentes es de 0,08€/kWh = 90,9 €/año

Los gastos que realizan los asociados son:

- Inversión inicial = 1620 €
- Cuota mantenimiento = 72 €/año

Si todos los datos se agrupan en un tabla y se proyecta a lo largo de la vida útil de los paneles solares, 25 años, y con unas pérdidas de producción de 0,7% anual. Se tiene la siguiente gráfica donde se aprecia el flujo de caja y el ahorro obtenido de manera anual.

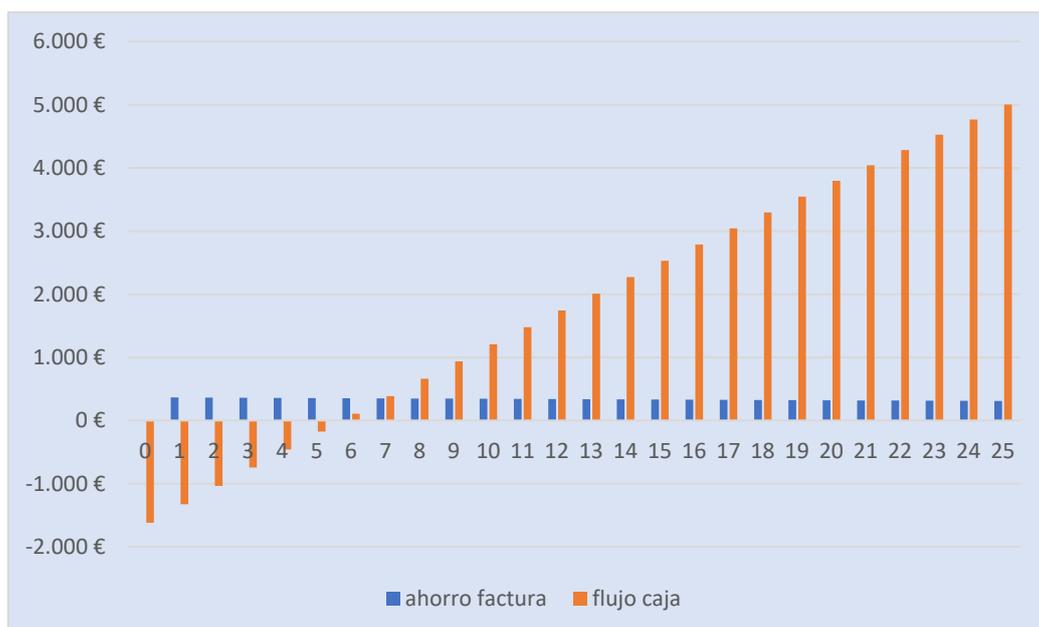


Gráfico 5- Flujo de caja

Observando la gráfica, se puede extraer varios datos de utilidad para el asociado al autoconsumo colectivo.

Se puede ver que el periodo de retorno de la inversión es de 5,62 años, este periodo puede parecer amplio, pero se tiene que ver como una instalación fotovoltaica de autoconsumo colectivo, y que no busca cubrir al 100% el consumo de sus asociados, sino cubrir una parte de este autoconsumo para poder tener una notable ayuda en la factura de la luz.

Se consigue un ahorro bruto después de 25 años de 8422,88. Consiguiendo un ahorro anual mayor a 300 € todos los años.

Si este valor de ahorro bruto se resta de la inversión inicial y de las cuotas de mantenimiento anuales, se obtiene un valor de flujo de caja positivo después de 25 años de 5022,88 €.

Hay que aclarar que la inversión inicial de los asociados se ve disminuida gracias a las subvenciones que se piden y que aproximadamente cubre el 55% del presupuesto de general.

Las subvenciones tardan sobre un año en concederlas, y por ello el dinero concedido por las subvenciones lo adelanta la cooperativa energética Sapiens Energía.

4. Conclusiones

Para concluir el trabajo final de grado se nombrarán las conclusiones que se han extraído de dicho trabajo.

El desarrollo de autoconsumo tiene un efecto positivo sobre:

1. La economía en general
Tiene un efecto positivo debido a que fomenta la actividad económica y el empleo local, y al mismo tiempo, su desarrollo contribuirá a la sustitución de generación emisora y contaminante.
2. El sistema eléctrico y energético
Se sabe que el autoconsumo es una buena herramienta para la transición hacia la descarbonización, además tiene varios efectos directos en la economía, relacionados con los ingresos y los costes del sistema eléctrico.
El autoconsumo implica un menor consumo de energía eléctrica procedente de las redes de transporte y distribución, y esto puede producir una pequeña disminución de los ingresos por peajes y cargos en el sistema.
3. Sobre los consumidores
Para los consumidores, el autoconsumo representa una alternativa económica más ventajosa que el suministro tradicional exclusivo desde la red, también produce un efecto de disminución del precio de la energía, es debido a un aumento de la energía ofertada procedente de los excedentes vendidos, y a una disminución de la demanda que es abastecida por la propia energía autoconsumida.

El autoconsumo colectivo ofrece las siguientes oportunidades:

1. Más accesibilidad
Más accesibilidad respecto al ámbito económico, debido a que una instalación de autoconsumo colectiva cuesta menos que la conjunción de varias instalaciones individuales.
Por ello, el desembolso inicial es menor y se tiene mayor ahorro respecto a otras modalidades de autoconsumo.
2. Amortización más rápida
Al tener una inversión inicial menor y compartir los gastos de la instalación entre todos los consumidores de la comunidad energética, se tiene una relación directa con el retorno de inversión, acortando los años de este.
3. Una instalación mejor y más eficiente
En un colectivo existe más opciones de elegir la superficie idónea para los paneles, debido a que presenta más opciones. Con ello se optimiza la producción fotovoltaica de la instalación, escogiendo la superficie más idónea.

Y por ello una instalación colectiva será mayor y más eficiente que la suma de las instalaciones individuales de los usuarios.

4. Accesibilidad, facilidad para instalar y mantenimiento

Si se piensa en los edificios donde habitan muchas personas, los pisos más bajos tienen casi imposible la instalación de fotovoltaica sino es de esta forma, mediante una comunidad energética, ya que la instalación se realiza en la azotea, techo o en zonas comunes.

De igual modo, con las industrias al ser un colectivo y cada consumidor prestar su cubierta para la instalación, se realiza un estudio técnico para así escoger la cubierta más idónea.

5. Más gente involucrada en el cuidado del planeta

En términos de sostenibilidad y medioambiente, al promover un autoconsumo colectivo genera un efecto interesante, viendo que una mayoría promueve el autoabastecimiento energético, arrastran a aquellos indecisos. Logrando así un mayor beneficio ecológico para todos.

5. Bibliografía

- APD, R. (2020). Objetivos de eficiencia energética en 2030: así tienes que preparar a tu empresa. *apd*.
- Caballero, A. (2023). Subida de de la luz en 2023 en España: análisis y soluciones. *Climate Consulting Selectra*.
- Communications. (21 de Febrero de 2023). *¿Qué son las comunidades energéticas y cómo funcionan?* Obtenido de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-son-las-comunidades-energeticas-y-como-funcionan/>
- Duarte, F. J. (2022). Te explicamos qué factores hacen que el precio del kWh siga subiendo. *elnucleo* .
- Iberdrola*. (13 de mayo de 21). Obtenido de Iberdrola:
<https://www.iberdrola.es/blog/autoconsumo/que-es-autoconsumo-colectivo#:~:text=Definici%C3%B3n%20del%20autoconsumo%20colectivo,y%20asociadas%20a%20los%20mismos.>
- Martínez, J. (2022). ¿Por qué sube el precio de la luz? *Kelisto.es*.

6. Anexo

En ese apartado se encuentran cinco apartados, los cuales son:

1. Enlace fichas técnicas
2. Cálculos justificativos y Excel
3. Aplicaciones auxiliares
4. Datos estructurales y cálculos
5. Tipos de curva de consumo

6.1 Enlace fichas técnicas

Para poder observar los datos de cada componente de los equipos seleccionados adjuntamos el enlace correspondiente a cada uno de ellos.

- Panel fotovoltaico BeyonDSun DuDrive Series TSHM-144HW 450

<https://www.beyonDSunpv.com/wp-content/uploads/download/DuDrive-Series-TSHM-144HW-440-450.pdf>

- Estructura SolarBloc orientación este-oeste 15º

<https://solarbloc.es/solarbloc-este-oeste/>

- Inversor Solis S5-GC 40K

<https://www.solisinverters.com/es/solarinverter8/d487294777d4445890e489dd270e565b.html>

- Inversor Alphaess SMILE-T10-HV

https://www.alphaess.com/Public/Uploads/uploadfile/files/20221122/Datasheet_EN_SMILE-T10-HV_V04.13092022.pdf

6.2 Cálculos justificativos y Excel

Dimensionado de la instalación fotovoltaica

En el dimensionado para una instalación con la modalidad de autoconsumo colectivo lo que se pretende es conseguir una generación eléctrica tal que los asociados puedan aprovechar al máximo. Para ello hemos de tener en cuenta principalmente dos factores; el consumo diario de los asociados y el espacio disponible.

A continuación se muestran fotos de la cubierta:



Ilustración 17- Cubierta escuela Foios

Utilizando el espacio disponible de la cubierta se ha dispuesto las placas de la siguiente manera:



Ilustración 18- Posición paneles

Un punto clave en el rendimiento de las instalaciones de autoconsumo, se aconseja a los asociados a adquirir el hábito de traspasar todos los consumos posibles a las horas del día donde haya sol y por tanto, donde poder autoconsumir.

Dimensionado strings inversores

Para seleccionar el número de módulos fotovoltaicos que se pueden conectar en serie para sobre pasar los límites del inversor en funcionamiento normal se realizan los cálculos siguientes.

- INVERSORES SOLIS S5-GC40K: (MISMA CONFIGURACIÓN EN AMBOS)

En este inversor se ha considerado conectar los módulos de Beyondsun de 450 Wp cuyas especificaciones se verán reflejadas en los cálculos realizados.

Número máximo de módulos conectados al inversor:

$$N_{Inv \text{ máx}} = \frac{P \text{ máxima entrada inv}}{P \text{ módulo}} = \frac{43200}{450} = 96 \text{ módulo} < 133 \text{ módulos}$$

Al ser menor que 133 módulos, que es el máximo, es correcto el cálculo. Que se obtiene al dividir la potencia máxima del inversor entre la potencia máxima del módulo.

Número máximo de módulos en **serie** por seguridad:

Según criterio de mínima y máxima tensión de funcionamiento para los módulos de Beyondsun de 450 Wp. Puesto que la tensión de arranque es menor que el mínimo voltaje nominal de funcionamiento, el cálculo para la tensión mínima se hará con este último valor al ser más restrictivo.

$$NMs \text{ mín} = \frac{U \text{ min rango MPPT}}{V_{mp} \text{ módulo}} = \frac{200}{42,06} = 4,6 = 5 \text{ módulos}$$

$$NMs \text{ máx} = \frac{U \text{ máx rango MPPT}}{V_{mp} \text{ módulo}} = \frac{1000}{42,06} = 23,77 = 23 \text{ módulos}$$

Número máximo de módulos en **paralelo** por MPPT por seguridad:

En este caso la intensidad máxima admisible de entrada es la misma para cualquiera de los MPPT del inversor, por lo que el mismo cálculo servirá para cualquiera de los MPPT de dicho inversor:

Según criterio de **Intensidad de Entrada** para los módulos de Beyondsun de 450 Wp.

$$NMP \text{ máx} = \frac{Máx I \text{ entrada MPPT1}}{I_{mp}} = \frac{32}{10,7} = 2,9 = 2$$

Según criterio de **Intensidad de Cortocircuito** para los módulos de Beyondsun de 450 Wp.

$$NMP \text{ máx} = \frac{Máx I \text{ cc MPPT1}}{I_{sc}} = \frac{50}{11,36} = 4,4 = 4$$

Con los cálculos realizados, se opta por conectar a cada inversor de 40 kw, en las tres entradas MPPT, 2 strings con 16 paneles cada uno. Rango el cual está entre el valor máximo y mínimo de paneles en serie calculado.

Dejamos entradas en el inversor libres por si se quisiera ampliar la instalación más adelante.

- INVERSORES ALPHA SMILE T10-HV-INV: (SE SUPONE MISMA CONFIGURACIÓN EN AMBOS)

En este inversor se ha considerado conectar los módulos de Beyondsun de 450 Wp cuyas especificaciones

se verán reflejadas en los cálculos realizados.

Número máximo de módulos conectados al inversor:

$$N_{Inv \text{ máx}} = \frac{P \text{ máxima entrada inv}}{P \text{ módulo}} = \frac{11250}{450} = 25 \text{ módulo} < 35 \text{ módulos}$$

Al ser menor que 35 módulos, que es el máximo, es correcto el cálculo. Que se obtiene al dividir la potencia máxima del inversor entre la potencia máxima del módulo.

Número máximo de módulos en **serie** por seguridad:

Según criterio de mínima y máxima tensión de funcionamiento para los módulos de Beyondsun de 450 Wp. Puesto que la tensión de arranque es menor que el mínimo voltaje nominal de funcionamiento, el cálculo para la tensión mínima se hará con este último valor al ser más restrictivo.

$$N_{Ms \text{ mín}} = \frac{U \text{ min rango MPPT}}{V_{mp} \text{ módulos}} = \frac{200}{42,06} = 4,6 = 5 \text{ módulos}$$

$$N_{Ms \text{ máx}} = \frac{U \text{ máx rango MPPT}}{V_{mp} \text{ módulo}} = \frac{850}{42,06} = 20,2 = 20 \text{ módulos}$$

Número máximo de módulos en **paralelo** por MPPT por seguridad:

En este caso la intensidad máxima admisible de entrada es la misma para cualquiera de los MPPT del inversor, por lo que el mismo cálculo servirá para cualquiera de los MPPT de dicho inversor:

Según criterio de **Intensidad de Entrada** para los módulos de Beyondsun de 450 Wp.

$$N_{Mp \text{ máx}} = \frac{Máx I \text{ entrada MPPT1}}{I_{mp}} = \frac{26}{10,7} = 2,4 = 2$$

Según criterio de **Intensidad de Cortocircuito** para los módulos de Beyondsun de 450 Wp.

$$N_{Mp \text{ máx}} = \frac{Máx I \text{ cc MPPT1}}{I_{sc}} = \frac{39}{11,36} = 3,4 = 3$$

Con los cálculos realizados, se opta por conectar a cada inversor de 10 kw, en 1º y 2º entradas MPPT, 1 strings con 12 y 13 paneles respectivamente. Rango el cual está entre el valor máximo y mínimo de paneles en serie calculado.

Dejamos entradas en el inversor libres por si se quisiera ampliar la instalación más adelante.

Cálculos líneas eléctricas

El cableado de la parte de continua será H1Z2Z2-K XLPE en CC y cumplirá la nueva normativa europea CPR. El cableado de la parte de alterna será del tipo RZ-k (AS) XLPE 1KV en CA y cumplirá la nueva normativa CPR. Este conectará el inversor con el punto de conexión. La fórmulas utilizadas para obtener los cálculos de las tablas que se ven a continuación son:

Potencia de los strings

$$Potencia\ string = Pp \times N^{\circ}\ de\ módulos\ string$$

Donde:

Pp= Potencia pico del módulo (450V)

N.º de módulos string = módulos que se han configurado en serie para la entrada del string a calcular.

Voltaje de string

$$Un\ string(V) = VMP \times N^{\circ}\ de\ módulos\ en\ serie$$

Donde:

VMP= potencia de voltaje máxima = 42,06 V

N.º de módulos en serie= m módulos que se han configurado en serie para la entrada del string a calcular.

Intensidad máxima admisible

$$Un\ string(A) = IMP \times N^{\circ}\ de\ módulos\ en\ paralelo$$

Donde:

IMP= potencia de intensidad máxima

N.º de módulos en paralelo= líneas de módulos que se unen para conectarse a la misma entrada del inversor

Criterios de cálculo

Sección mínima por caída de tensión corriente continua

$$Scdt\ línea\ monofásica = \frac{2 \times L \times Imp\ string}{\gamma \times \Delta V}$$

Donde todos los parámetros corresponden a los calculados en el apartado anterior para cada string y "γ" según la norma UNE HD 60364-5-52 será:

Al ser termoestable y material cobre, se tiene un valor de $\gamma = 45,49$

	Temperatura del conductor		
	20 °C	Termoplásticos 70 °C	Termoestables 90 °C
Cu	58,00	48,47	45,49
Al	35,71	29,67	27,8

Ilustración 19 - Valor gamma

Sección mínima por intensidad máxima admisible corriente continua

Para obtener la Intensidad máxima admisible por el conductor en primer lugar iremos a las tablas de intensidades que nos proporciona el fabricante o, en su defecto, recurriremos al REBT. Haciendo uso de esta segunda opción, en la ITC-BT-19 Instalaciones interiores o receptoras concretamente en el apartado 2- Prescripciones de carácter general, se encuentra que estas intensidades admisibles vendrán indicadas en función de algunos parámetros como la temperatura, método de instalación, agrupamientos y tipos de cable en la norma UNE-HD 60364-5-52. En este caso, la misma línea concurrirá por un único método de instalación, discurrirá por Rejiband. De esta manera se realizará el cálculo para dicho criterio

Tramo de continua: En este caso, el tramo que vaya desde módulos hasta el inversor discurrirá en bandeja Rejiband, de se considera la siguiente Tabla 1 (Tabla C.52.1 bis de la norma mencionada) para hacer los cálculos correspondientes.

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. Nº de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

A	Diagrama	Descripción	3x PVC		2x PVC		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR		3x XLPE o EPR		2x XLPE o EPR		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
Cobre		mm ²													
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-	-	
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-	-	
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-	-	
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-	-	
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-	-	
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-	-	
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166	-	-
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206	-	-
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250	-	-
		70				149	160	171	188	202	224	244	321	-	-
	95				180	194	207	230	245	271	296	391	-	-	
	120				208	225	240	267	284	314	348	455	-	-	
	150				236	260	278	310	338	363	404	525	-	-	
	185				268	297	317	354	386	415	464	601	-	-	
	240				315	350	374	419	455	490	532	711	-	-	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	-	-	

Ilustración 20- Intensidades admisibles

Una vez localizada esta intensidad se aplicará el correspondiente factor de corrección dependiendo de las características de la línea. Para la parte de continua se aplicará un **factor de corrección por agrupamiento**, según UNE-HD 60364-5-52 que, en este caso para el método de instalación E, se hará uso de la Tabla 2 (Tabla C.52.13 de la norma mencionada): Se escoge el factor de 0,45.

Tabla A. Factores de reducción para agrupamiento de varios circuitos

Ref.	Disposición de cables contiguos	Número de circuitos o cables multiconductores											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20
1	Agrupados en una superficie empotrados o embutidos	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,55	0,55	0,50	0,50	0,45	0,40	0,40
2	Capa única sobre pared, suelo o superficie sin perforar	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	Sin reducción adicional para más de 9 circuitos o cables multiconductores.		
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,65	0,65	0,60	0,60			
4	Capa única en una superficie perforada vertical u horizontal	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,75	0,75	0,70	0,70			
5	Capa única con apoyo de bandeja escalera o abrazaderas (collarines), etc.	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80			
<p>Nota 1. Estos factores son aplicables a grupos homogéneos de cables cargados por igual.</p> <p>Nota 2. Cuando la distancia horizontal entre cables adyacentes es superior al doble de su diámetro exterior, no es necesario factor de reducción alguno.</p> <p>Nota 3. Los mismos factores se aplican para grupos de dos o tres cables unipolares que para cables multiconductores.</p> <p>Nota 4. Si un sistema se compone de cables de dos o tres conductores, se toma el número total de cables como el número de circuitos, y se aplica el factor correspondiente a las tablas de dos conductores cargados para los cables de dos conductores y a las tablas de tres conductores cargados para los cables de tres conductores.</p> <p>Nota 5. Si un número se compone de "n" conductores unipolares cargados, también pueden considerarse como "n/2" circuitos de dos conductores o "n/3" circuitos de tres conductores cargados.</p>													

Ilustración 21- Factores de reducción

Esta intensidad máxima admisible se comparará con el 125% de la intensidad máxima del generador según establece el punto 5 de la ITC-BT-40 del REBT, teniendo que ser mayor. En el caso de no ser así, se escogería la siguiente sección de cables y se volvería a comparar.

Sección mínima por caída de tensión corriente alterna

$$S_{cdt} \text{ línea trifásica} = \frac{\sqrt{3} \times L \times Imp \text{ string}}{\gamma \times \Delta V}$$

Donde todos los parámetros corresponden a los calculados en el apartado anterior para cada string y "γ" según la norma UNE HD 60364-5-52 será:

Al ser termoestable y material cobre, se tiene un valor de $\gamma = 45,49$

	Temperatura del conductor		
	20 °C	Termoplásticos 70 °C	Termoestables 90 °C
Cu	58,00	48,47	45,49
Al	35,71	29,67	27,8

Ilustración 22 - Valor gamma

Sección mínima por intensidad máxima admisible corriente alterna

Para obtener la Intensidad máxima admisible por el conductor en primer lugar iremos a las tablas de intensidades que nos proporciona el fabricante o, en su defecto, recurriremos al REBT. Se hará uso de esta segunda opción y habrá que diferenciar entre diferentes tramos:

- **PRIMER TRAMO:** desde inversor hasta cuadro de protecciones de corriente alterna (CPA) y, posteriormente, embarrado. Se seguirá el mismo procedimiento de cálculo para el apartado de las líneas que discurren desde los paneles solares hasta la arqueta en Rejiband en base a la Tabla 1 (ITC-BT-19 del REBT; Tabla C.52.1 bis de la UN HD 60364-5-52)
- **SEGUNDO TRAMO:** línea de evacuación desde el embarrado mencionado hasta la hornacina, donde se encuentra el contador de generación: En este caso el método de instalación sería D-cable unipolar en tubo enterrado en el suelo o B1- Cable unipolar en tubo sobre pared, y se recurrirá a la Tabla A-52-2 de la UNE 20460-5-523 (ITC-BT-19 del REBT)

Esta intensidad máxima admisible se comparará con el 125% de la intensidad máxima del generador según establece el punto 5 de la ITC-BT-40 del REBT, teniendo que ser mayor. En el caso de no ser así, se escogería la siguiente sección de cables y se volvería a comparar.

Una vez localizada esta intensidad se aplicará el correspondiente factor de corrección dependiendo de las características de la línea. Para la parte de continua se aplicará un factor de corrección por agrupamiento.

Para los tramos no enterrados se recurrirá a la UNE HD 60364-5-52 conforme la Tabla 2 (Tabla C.52.13 de la norma mencionada) y, para los enterrados se recurrirá a la UNE 211435 conforme las tablas Tabla 4 y Tabla 5.

Cálculos protecciones

Corriente continua

Para proteger de sobrecargas y cortocircuitos se utilizan fusibles, y se dimensionan de la siguiente manera:

$$I_{n \text{ fusible}} > 1,2 * I_{\text{max_string}}$$

Como resultado se tiene una intensidad de fusible de 16 A, para todos los cableados de los strings conectados a los inversores.

$$\text{Sabido que el valor } 1,2 * I_{\text{max_string}} = 1,2 * 10,7 = 10,84 \text{ A}$$

El valor de 10,7 corresponde a la intensidad que tiene el panel.

Corriente alterna

Como se sabe, se tiene dos cableados que transportan mediante corriente alterna, uno conecta los inversores con la caja de protecciones de alterna y otro la llamada línea de evacuación, encargada de llevar la corriente de la caja de protecciones de alterna hasta la hornacina.

Para la caja de protecciones se tiene interruptores magnéticos que se dimensionan teniendo en cuenta las siguientes pautas:

$$I_{\text{max}} < I_{\text{nom}} - \text{protección} > I_{\text{max}} - \text{cable}$$

Pero ahora se tiene en cuenta la gran diferencia de tensiones entre inversores y se dimensiona dos interruptores magnéticos diferentes para cada inversor.

Para inversor de 40 kW:

$$I_{\text{max}} = 100 \text{ A}$$

$$I_{\text{max-cable}} = 58,39 \text{ A}$$

$$I_{\text{nom-protección}} = 63 \text{ A}$$

Para inversor de 10 kW

$$I_{\text{max}} = 68 \text{ A}$$

$$I_{\text{max-cable}} = 14,6 \text{ A}$$

$$I_{\text{nom-protección}} = 16 \text{ A}$$

Para el segundo tramo de corriente alterna, es decir, a la salida de la caja de protecciones de alterna se utiliza un interruptor automático, que utilizando la misma fórmula se obtiene unos valores para dimensionar el interruptor automático:

$$I_{\text{max}} = 193 \text{ A}$$

$$I_{\text{max-cable}} = 145,97 \text{ A}$$

$$I_{\text{nom-protección}} = 160 \text{ A}$$

Con ayuda de Excel se ha realizado estos cálculos anteriormente mencionados.

Para poder comprender mejor los datos que se han dado en el caso práctico se insertarán las tablas de Excel.

CORRIENTE CONTINUA MÓDULOS- INVERSOR (+, -, TT)

MÉTODO DE INSTALACIÓN	E Cables unipolares sobre bandeja perforada, soportes o rejillas en recorrido horizontal o vertical
MATERIAL CONDUCTOR	Cu
AISLAMIENTO	XLPE (Termoestable)
NÚMERO DE FASES	Monofásico

INVERSOR 1									
Nº	Clave circuito	Potencia módulo (W)	Nº Módulos	Potencia instalada (W)	Nº de paralelos	Nº módulos en serie	Un (V)	Imp (A)	Longitud Paneles-inversor (m)
1.1	string 1	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	28,64
1.2	string 2	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	30,5
2.1	string 3	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	26,87
2.2	string 4	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	25,86
3.1	string 5	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	16,68
3.2	string 6	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	18,09
1.1	string 7	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	17,92
1.2	string 8	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	18
2.1	string 9	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	24,59
2.2	string 10	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	25,59
3.1	string 11	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	25,59
3.2	string 12	450	16	7200	1	16	672,96	10,7	26,59
1.1	string 13	450	12	5400	1	12	504,72	10,7	21

2.1	string 14	450	13	5850	1	13	546,78	10,7	17,73
1.1	string 15	450	12	5400	1	12	504,72	10,7	20
2.1	string 16	450	13	5850	1	13	546,78	10,7	16,73

Tabla 20- Excel corriente continua 1

CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN			CRITERIO I MÁX ADMISIBLE			Tipo de cable	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)	SUMA CDT (%) TOTAL
ΔV máxima asignada (ΔV)	Sección (mm) por ΔV máxima	Sección nominal (mm ²)	I Máx. Admisible	I Máx. Admisible Corregida	I Máx. $I_{sc} \times 1,25$				
10,09	1,33	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,245	0,334	1,128
10,09	1,42	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,391	0,355	1,150
10,09	1,25	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,107	0,313	1,108
10,09	1,21	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,027	0,301	1,096
10,09	0,78	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,308	0,194	0,989
10,09	0,84	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,418	0,211	1,005
10,09	0,84	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,405	0,209	1,003
10,09	0,84	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,411	0,210	1,004
10,09	1,15	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,928	0,286	1,081
10,09	1,19	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,006	0,298	1,093
10,09	1,19	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,006	0,298	1,093
10,09	1,24	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	2,085	0,310	1,104
7,57	1,30	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,646	0,326	1,088
8,20	1,02	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,390	0,254	1,016
7,57	1,24	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,568	0,311	1,072
8,20	0,96	6	57	26	14,2	H1Z2Z2-K	1,312	0,240	1,001

Tabla 21- Excel corriente continua 2

CORRIENTE ALTERNA INV-CUADRO PROT ALTERNA /EMBARRADO (3F+N+TT)

MÉTODO DE INSTALACIÓN	Cables unipolares sobre bandeja perforada, soportes o rejillas en recorrido horizontal o vertical
MATERIAL CONDUCTOR	Cu
AISLAMIENTO	XLPE (Termoestable)
Número de fases	Trifásico

Nº	Clave circuito	Un (V)	Iac (A)	Long. (m)
1	INVERSOR 40 K	400,0	58,39	4
2	INVERSOR 40 K	400,0	58,39	4
3	INVERSOR 10 K	400,0	14,60	4
4	INVERSOR 10 K	400,0	14,60	4

CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN			CRITERIO I MÁX ADMISIBLE					
ΔV máxima asignada (ΔV)	Sección (mm) por ΔV máxima	Sección nominal (mm ²)	I Máx. Admisible	I Máx. Admisible Corregida	Iac x 1,25	Tipo de cable	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
6,00	1,48	25	100	100	72,98	RZ-k(AS)	0,352	0,088
6,00	1,48	25	100	100	72,98	RZ-k(AS)	0,352	0,088
6,00	0,37	10	68	68	18,25	RZ-k(AS)	0,220	0,055
6,00	0,37	10	68	68	18,25	RZ-k(AS)	0,220	0,055

Tabla 22- Excel corriente alterna cpca

CORRIENTE ALTERNA EMBARRADO-HORNACINA (CPM y CGP10) (3F+N+TT)

MÉTODO DE INSTALACIÓN	B1 Conductores aislados o cables unipolares en tubo en canal de obra no ventilada, en recorrido horizontal o vertical
MATERIAL CONDUCTOR	Cu
AISLAMIENTO	XLPE (Termoestable)
Número de fases	Trifásico

Nº	Clave circuito	Un (V)	Iac (A)	Long. (m)
1	Línea de evacuación	400,0	145,97	36

CRITERIO CAÍDA DE TENSIÓN			CRITERIO I MÁX ADMISIBLE			Tipo de cable	Caída de tensión (V)	Caída de tensión (%)
ΔV máxima asignada (ΔV)	Sección (mm) por ΔV máxima	Sección nominal (mm ²)	I Máx. Admisible	I Máx. Admisible Corregida	Iac x 1,25			
6,00	33,35	70	193	193	182,46	RZ-k(AS)	2,826366862	0,706591716

Tabla 23- Excel corriente alterna hornacina

6.3 Explicaciones aplicaciones auxiliares

En este apartado se explica las aplicaciones de apoyo que se han utilizado para diseñar la distribución de los paneles, para obtener información solar de la localización donde se va a realizar la instalación fotovoltaica.

Las aplicaciones utilizadas y las cuales han tenido mayor repercusión en el proyecto han sido las siguientes:

- Solaredge
- PVGIS
- Estemy

A continuación, se explicarán sus distintas funciones y características.

Aplicación SOLAREEDGE.

¿Qué es SOLAREEDGE?

Es una plataforma web que ayuda a reducir los costes de diseño fotovoltaico y a generar propuestas.

Ayuda a planificar, construir y validar las instalaciones ya puedan ser residenciales o industriales desde el inicio hasta la instalación.

Principalmente ayuda a generar la distribución de los paneles en la cubierta, como es en este caso, del colegio de Foios, donde se puede ver el número de paneles, la potencia pico obtenidos y así poder realizar los cálculos detallados en los apartados anteriores.

Las herramientas de la aplicación que se utilizan para estructurar el boceto de lo que será la instalación fotovoltaica para realizar en un futuro:

- Información del proyect
Se describen los detalles generales del proyecto, es decir, si es residencial o industrial, la dirección del proyecto, los parámetros de red.
- Consumo
Para definir el perfil de consumo.
- Diseño 3D
Delimitar el perímetro donde se pueden ubicar los módulos.
- Distribución módulos FV
Esta herramienta es la más importante, porque te ubica los módulos en el cubierta. Además hay varias opciones de personalización, es decir, se puede personalizar según la disponibilidad de la cubierta donde se va a realizar la instalación y escoger el panel que más de adapte al proyecto.

- Almacenamiento y Buck up
- Diseño eléctrico
Para realizar la distribución de strings de la instalación así como asignar los en el inversor.
- Análisis financiero
Realiza un pequeño presupuesto del coste de los materiales que se prevé utilizar.
- Resumen e informes
Como resumen de toda la información dada, genera un informe.

Aplicación PVGIS.

¿Qué es PVGIS?

Es una calculadora online gratuita de energía solar fotovoltaica para plantas y sistemas fotovoltaicos autónomos o conectados a la red, con el que se puede obtener información sobre la radiación solar y el rendimiento del sistema para cualquier lugar.

El funcionamiento es muy sencillo, se debe de ubicar la localización donde se va a realizar la instalación fotovoltaica y rellenan una serie de casillas para definir las características de la instalación, como la tecnología del módulo, la potencia pico, cantidad de perdidas, inclinación y azimut.

Con las características que se ponen y con la base de datos que tiene, genera gran cantidad de información.

A continuación se adjunta un informe donde se obtiene una gráfica de la irradiación solar estimada en la zona donde se ha ubicado el punto de interés, para este caso en el pueblo de Foios.

Report generated on

PVGIS-5 geo-temporal irradiation database

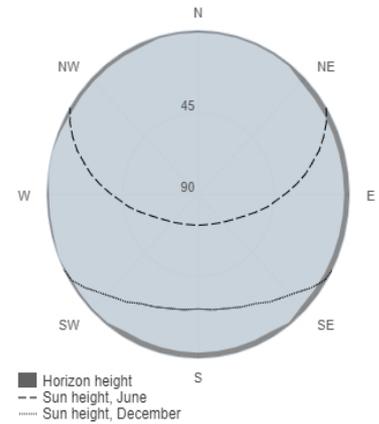
Provided inputs

Latitude/Longitude: 39.538,-0.356
 Horizon: Calculated
 Database used: PVGIS-SARAH2
 Start year: 2020
 End year: 2020

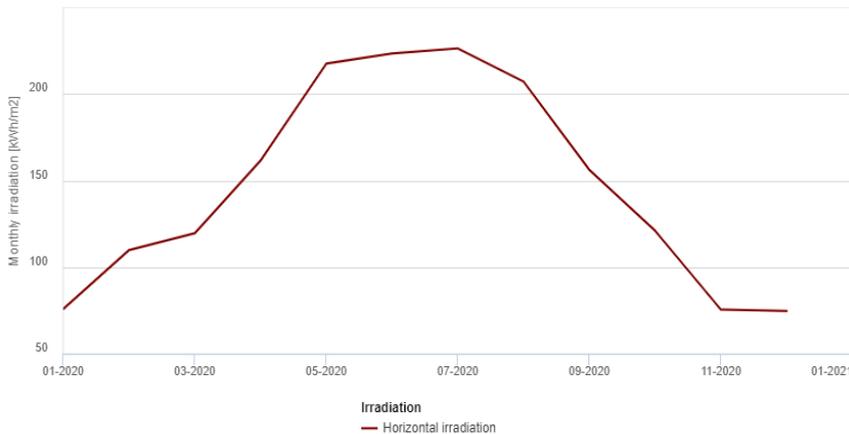
Variables included in this report:

Global horizontal irradiation: Yes
 Direct Normal Irradiation: No
 Global irradiation optimum angle: No
 Global irradiation at angle °: No
 Diffuse/global ratio: No
 Average temperature: No

Outline of horizon at chosen location:



Monthly solar irradiation estimates



Global horizontal irradiation

Month	2020
January	75.85
February	109.93
March	119.63
April	161.46
May	217.44
June	223.31
July	226.18
August	207.08
September	156.12
October	120.99
November	75.52
December	74.78

Aplicación STEMY.

Esta aplicación sirve para transmitir los datos al asociado, sobre el funcionamiento de la instalación fotovoltaica.

Imagina que la instalación fotovoltaica es de uso privado, es decir, se instala en tu casa y solo tiene un consumidor, para visualizar los datos que la instalación está produciendo, se hace uso de la aplicación que tienen los propios inversores.

Pero si la instalación fotovoltaica que se tiene es para una comunidad energética, la aplicación propia del inversor se queda corta, debido a que muestra valores generales de producción que no reflejan lo que cada asociado está aprovechando en su casa.

Por ello, se hace uso de STEMY, una aplicación útil para estas situaciones.

Es una aplicación donde se puede configurar ciertos usuarios y asignarle un porcentaje de la instalación fotovoltaica y así poder ver el impacto real que tiene cada cliente en su casa.

A continuación, se ve una serie de imágenes donde se muestra lo que el cliente ve en la aplicación y los diferentes valores que muestra respecto a la instalación.

Primero se conectan los dispositivos para captar la información y enviarla a la aplicación.



Ilustración 23- Conexión Stemy

Estos elementos se instalan en los inversores de la instalación fotovoltaica y en el cuadro de baja tensión respectivamente.

Una vez se tiene esto conectado, los usuarios ya pueden entrar en la aplicación y ver diversos datos de funcionamiento de la instalación, como por ejemplo:

- Datos en tiempo real



Ilustración 24- Datos Stemy 1

- Datos históricos



Ilustración 25- Datos Stemy 2

- Información de costes y ahorro

- Información CO2 reducido



Ilustración 27- Datos Stemy 3

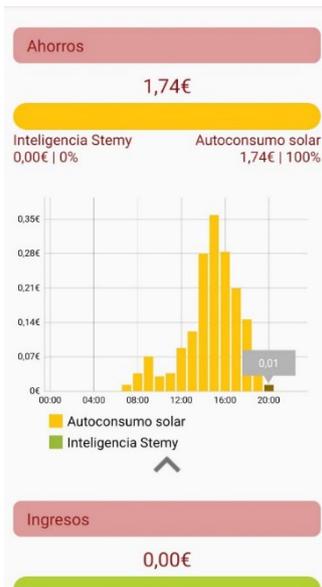


Ilustración 26- Datos Stemy 4

Se puede apreciar que es una aplicación completa, clara y útil para los clientes, donde plasma datos a tiempo real de consumo y de producción energética, datos histórico, es decir, guarda los valores de consumo vs generación, de consumo total y de generación para ver los excedentes producidos, en otro apartado de la aplicación muestra unos datos, quizás en los que los clientes más se fijan, en el coste y ahorro de la factura de la luz y por último pero igual de importante dedica un apartado para poder ver y tener un seguimiento del CO2 reducido.

6.4 Datos estructurales

Se van a adjuntar las tablas extraídas del Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación del Código Técnico de la Edificación, que han servido para calcular el peso que puede soportar la cubierta donde se colocará la estructura SolarBolt junto con los paneles y el cableado necesario.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 ⁽¹⁾
F	Cubiertas transitables accesibles solo privadamente ⁽²⁾			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación ⁽³⁾	G1 ⁽⁷⁾	Cubiertas con inclinación inferior a 20°	1 ⁽⁴⁾ (6)	2
		G2	Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

⁽¹⁾ Deben descomponerse en dos cargas concentradas de 10 kN separadas entre sí 1,8 m. Alternativamente dichas cargas se podrán sustituir por una sobrecarga uniformemente distribuida en la totalidad de la zona de 3,0 kN/m² para el cálculo de elementos secundarios, como nervios o viguetas, doblemente apoyados, de 2,0 kN/m² para el de losas, forjados reticulados o nervios de forjados continuos, y de 1,0 kN/m² para el de elementos primarios como vigas, ábacos de soportes, soportes o zapatas.

⁽²⁾ En cubiertas transitables de uso público, el valor es el correspondiente al uso de la zona desde la cual se accede.

⁽³⁾ Para cubiertas con un inclinación entre 20° y 40°, el valor de q_s se determina por interpolación lineal entre los valores correspondientes a las subcategorías G1 y G2.

⁽⁴⁾ El valor indicado se refiere a la proyección horizontal de la superficie de la cubierta.

⁽⁵⁾ Se entiende por cubierta ligera aquella cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no excede de 1 kN/m².

⁽⁶⁾ Se puede adoptar un área tributaria inferior a la total de la cubierta, no menor que 10 m² y situada en la parte más desfavorable de la misma, siempre que la solución adoptada figure en el plan de mantenimiento del edificio.

⁽⁷⁾ Esta sobrecarga de uso no se considera concomitante con el resto de acciones variables.

Ilustración 28- Valores característicos de las sobrecarga de uso

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
	3	6	9	12	15	18	24	30
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

Ilustración 29- Valores del coeficiente de exposición

Tabla 3.7 Incremento de temperatura debido a la radiación solar

Orientación de la superficie	Color de la superficie		
	Muy claro	Claro	Oscuro
Norte y Este	0 °C	2 °C	4 °C
Sur y Oeste	18 °C	30 °C	42 °C

Ilustración 30- Incremento de temperatura debido a la radiación

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²	Capital	Altitud m	s_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / Alacant	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	0	0,2	Huesca	470	0,7	SanSebastian/Donostia	0	0,3
Ávila	1.130	1,0	Jaén	570	0,4	Santander	1.000	0,3
Badajoz	180	0,2	León	820	1,2	Segovia	10	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / Lleida	150	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Bilbao / Bilbo	0	0,3	Logroño	380	0,6	Soria	1.090	0,9
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Tarragona	0	0,4
Cáceres	440	0,4	Madrid	660	0,7	Tenerife	0	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,6	Teruel	950	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	550	0,5
Ciudad Real	640	0,6	Orense / Ourense	130	0,2	Valencia/València	0	0,2
Córdoba	100	0,6	Oviedo	230	0,4	Valladolid	690	0,4
Coruña / A Coruña	0	0,2	Palencia	740	0,5	Vitoria / Gasteiz	520	0,7
Cuenca	0	0,3	Palma de Mallorca	0	0,4	Zamora	650	0,4
Gerona / Girona	1.010	1,0	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	210	0,5
Granada	70	0,4	Pamplona/Iruña	450	0,2	Ceuta y Melilla	0	0,2
	690	0,5			0,7			

Ilustración 31- Sobrecarga de nivel en capitales de provincia y ciudades autónomas

Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³	Materiales y elementos	Peso específico aparente kN/m ³
Materiales de albañilería		Madera	
Arenisca	21,0 a 27,0	A serrada, tipos C14 a C40	3,5 a 5,0
Basalto	27,0 a 31,0	Laminada encolada	3,7 a 4,4
Calizas compactas, mármoles	28,0	Tablero contrachapado	5,0
Diorita, gneis	30,0	Tablero cartón gris	8,0
Granito	27,0 a 30,0	Aglomerado con cemento	12,0
Sienita, diorita, pórfido	28,0	Tablero de fibras	8,0 a 10,0
Terracota compacta	21,0 a 27,0	Tablero ligero	4,0
Fábricas		Metales	
Bloque hueco de cemento	13,0 a 16,0	Acero	77,0 a 78,5
Bloque hueco de yeso	10,0	Aluminio	27,0
Ladrillo cerámico macizo	18,0	Bronce	83,0 a 85,0
Ladrillo cerámico perforado	15,0	Cobre	87,0 a 89,0
Ladrillo cerámico hueco	12,0	Estaño	74,0
Ladrillo silicoalcaláreo	20,0	Hierro colado	71,0 a 72,5
Mampostería con mortero		Hierro forjado	76,0
de arenisca	24,0	Latón	83,0 a 85,0
de basalto	27,0	Plomo	112,0 a 114,0
de caliza compacta	26,0	Zinc	71,0 a 72,0
de granito	26,0	Plásticos y orgánicos	
Sillería		Caucho en plancha	17,0
de arenisca	26,0	Lámina acrílica	12,0
de arenisca o caliza porosas	24,0	Linóleo en plancha	12,0
de basalto	30,0	Mástico en plancha	21,0
de caliza compacta o mármol	28,0	Poliestireno expandido	0,3
de granito	28,0	Otros	
Hormigones y morteros		Adobe	16,0
Hormigón ligero	9,0 a 20,0	Asfalto	24,0
Hormigón normal ⁽¹⁾	24,0	Baldosa cerámica	18,0
Hormigón pesado	> 26,0	Baldosa de gres	19,0
Mortero de cemento	19,0 a 23,0	Papel	11,0
Mortero de yeso	12,0 a 26,0	Pizarra	29,0
Mortero de cemento y cal	18,0 a 20,0	Vidrio	25,0
Mortero de cal	12,0 a 18,0		

⁽¹⁾ En hormigón armado con armados usuales o fresco aumenta 1 kN/m³

Tabla C.2 Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura

Materiales y elementos	Peso kN/m ²	Materiales y elementos	Peso kN/m ²
Aislante (lana de vidrio o roca)		Tablero de madera, 25 mm espesor	0,15
por cada 10 mm de espesor	0,02	Tablero de rasilla, una hoja	
Chapas grecadas, canto 80 mm.		una hoja sin revestir	0,40
Acero 0,8 mm espesor	0,12	una hoja más tendido de yeso	0,50
Aluminio, 0,8 mm espesor	0,04	Tejas planas (sin enlistonado)	
Plomo, 1,5 mm espesor	0,18	ligeras (24 kg/pieza)	0,30
Zinc, 1,2 mm espesor	0,10	corrientes (3,0 kg/pieza)	0,40
Cartón embreado, por capa	0,05	pesadas (3,6 kg/pieza)	0,50
Enlistonado	0,05	Tejas curvas (sin enlistonado)	
Hoja de plástico armada, 1,2 mm	0,02	ligeras (1,6 kg/pieza)	0,40
Pizarra, sin enlistonado		corrientes (2,0 kg/pieza)	0,50
solape simple	0,20	pesadas (2,4 kg/pieza)	0,60
solape doble	0,30	Vidriera (incluida la carpintería)	
Placas de fibrocemento, 6 mm espesor	0,18	vidrio normal, 5 mm espesor	0,25
		vidrio armado, 6 mm espesor	0,35

Ilustración 32- Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno 1

Tabla C.3 Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentación

Materiales y elementos	Peso, kN/m ²	Materiales y elementos	Peso, kN/m ²
Baldosa hidráulica o cerámica (incluyendo material de agarre)		Linóleo o loseta de goma y mortero	
0,03 m de espesor total	0,50	20 mm de espesor total	0,50
0,05 m de espesor total	0,80	Parque y tarima de 20 mm de espesor sobre rastreles	0,40
0,07 m de espesor total	1,10	Tarima de 20 mm de espesor rastreles recibidos con yeso	0,30
Corcho aglomerado tarima de 20 mm y rastrel	0,40	Terrazo sobre mortero, 50 mm espesor	0,80

Tabla C.4 Peso por unidad de superficie de tabiques

Tabiques (sin revestir)	Peso, kN/m ²	Revestimientos (por cara)	Peso, kN/m ²
Rasilla, 30 mm de espesor	0,40	Enfoscado o revoco de cemento	0,20
Ladrillo hueco, 45 mm de espesor	0,60	Revoco de cal, estuco	0,15
de 90 mm de espesor	1,00	Guarnecido y enlucido de yeso	0,15

Tabla C.5 Peso propio de elementos constructivos

Elemento	Peso
Forjados	kN / m ²
Chapa grecada con capa de hormigón; grueso total < 0,12 m	2
Forjado unidireccional, luces de hasta 5 m; grueso total < 0,28 m	3
Forjado uni o bidireccional; grueso total < 0,30 m	4
Forjado bidireccional, grueso total < 0,35 m	5
Losa maciza de hormigón, grueso total 0,20 m	5
Cerramientos y particiones (para una altura libre del orden de 3,0 m) incluso enlucido	kN / m
Tablero o tabique simple; grueso total < 0,09 m	3
Tabicón u hoja simple de albañilería; grueso total < 0,14 m	5
Hoja de albañilería exterior y tabique interior; grueso total < 0,25 m	7
Solados (incluyendo material de agarre)	kN / m ²
Lámina pegada o moqueta; grueso total < 0,03 m	0,5
Pavimento de madera, cerámico o hidráulico sobre plastón; grueso total < 0,08 m	1,0
Placas de piedra, o peldañeado; grueso total < 0,15 m	1,5
Cubierta, sobre forjado (peso en proyección horizontal)	kN / m ²
Faldones de chapa, tablero o paneles ligeros	1,0
Faldones de placas, teja o pizarra	2,0
Faldones de teja sobre tableros y tabiques palomeros	3,0
Cubierta plana, recrecido, con impermeabilización vista protegida	1,5
Cubierta plana, a la catalana o invertida con acabado de grava	2,5
Rellenos	kN / m ³
Agua en aljibes o piscinas	10
Terreno, como en jardineras, incluyendo material de drenaje ⁽¹⁾	20

⁽¹⁾ El peso total debe tener en cuenta la posible desviación de grueso respecto a lo indicado en planos.

Ilustración 33- Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno 2

Tabla C.6 Peso específico y ángulo de rozamiento de materiales almacenables y a granel⁽¹⁾

Material	Peso kN/m ³	Ángulo	Material	Peso kN/m ³	Ángulo
Arena	14 a 19	30°	Carbón en leña de trozos	4	45°
Arena de piedra pómez	7	35°	Hulla		
Arena y grava	15 a 20	35°	briquetas amontonadas	8	35°
Cal suelta	13	25°	briquetas apiladas	13	-
Cemento clinker suelto	18	28°	en bruto, de mina	10	35°
Cemento en sacos	15		pulverizada	7	25°
Escoria de altos hornos			Leña	5,4	45°
troceada	17	40°	Lignito		
granulada	12	30°	briquetas amontonadas	7,8	30°
triturada, de espuma	9	35°	briquetas apiladas	12,8	-
Poliéster en resina	12	-	en bruto	7,8 a 9,8	30° a 40°
Poliétileno, poliestirol granulado	6,4	30°	pulverizado	4,9	25° a 40°
Resinas y colas	13	-	Turba negra y seca		
Yeso suelto	15	25°	muy empaquetada	6 a 9	-
Agua dulce	10	-	amontonada y suelta	3 a 6	45°

⁽¹⁾ En la ENV 1990 pueden encontrarse valores adicionales de materiales agrícolas, industriales y otros.

Ilustración 34- Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno 3

Acciones por el viento

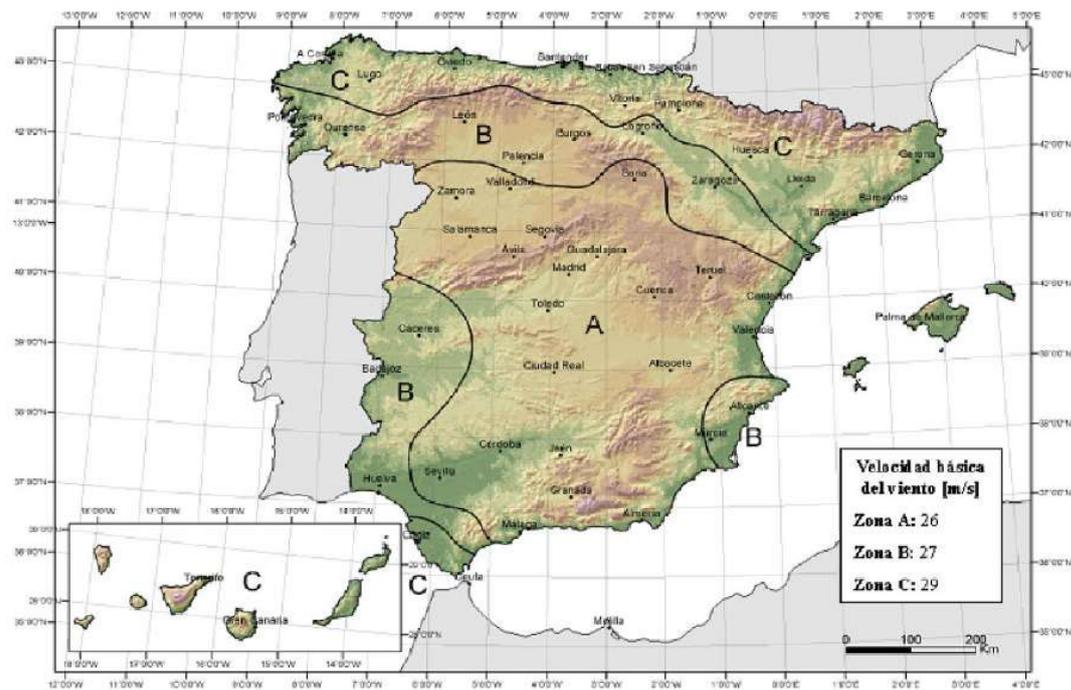


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Ilustración 35- Valor básico de velocidad del viento

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

Grado de aspereza del entorno	Parámetro		
	k	L (m)	Z (m)
I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	0,156	0,003	1,0
II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	0,17	0,01	1,0
III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	0,19	0,05	2,0
IV Zona urbana en general, industrial o forestal	0,22	0,3	5,0
V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	0,24	1,0	10,0

Ilustración 36- Coeficiente para tipo de entorno

Temperatura máxima del aire

Anejo E. Datos climáticos

- 1 El valor característico de la temperatura máxima del aire, depende del clima del lugar y de la altitud. A falta de datos empíricos más precisos, se podrá tomar, independientemente de la altitud, igual al límite superior del intervalo reflejado en el mapa de la figura E.1

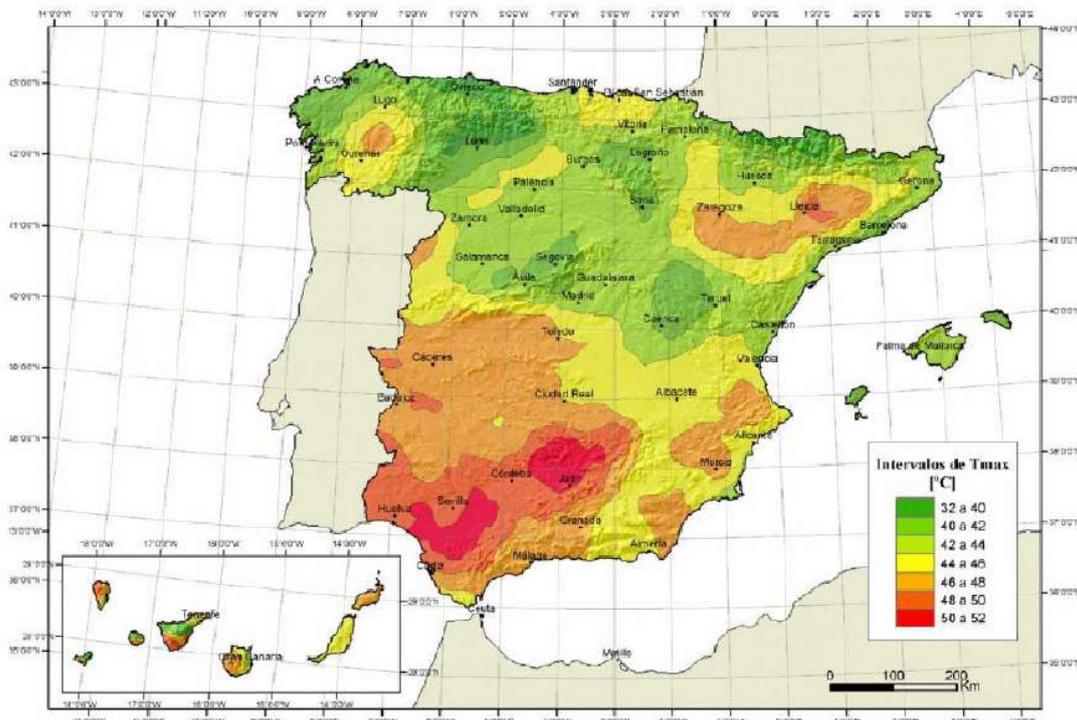


Figura E.1 Isotermas de la temperatura anual máxima del aire (T_{max} en $^{\circ}C$)

Ilustración 37- Isotermas de temperatura anual

Tabla E.1 Temperatura mínima del aire exterior (°C)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	-7	-11	-11	-6	-5	-6	6
200	-10	-13	-12	-8	-8	-8	5
400	-12	-15	-14	-10	-11	-9	3
600	-15	-16	-15	-12	-14	-11	2
800	-18	-18	-17	-14	-17	-13	0
1.000	-20	-20	-19	-16	-20	-14	-2
1.200	-23	-21	-20	-18	-23	-16	-3
1.400	-26	-23	-22	-20	-26	-17	-5
1.600	-28	-25	-23	-22	-29	-19	-7
1.800	-31	-26	-25	-24	-32	-21	-8
2.000	-33	-28	-27	-26	-35	-22	-10

Ilustración 38- Temperatura mínima del aire exterior



Figura E.2 Zonas climáticas de invierno

Ilustración 39- Zonas climáticas de invierno

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

Altitud (m)	Zona de clima invernal, (según figura E.2)						
	1	2	3	4	5	6	7
0	0,3	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
200	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2
400	0,6	0,6	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2
500	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,3	0,2
600	0,9	0,9	0,3	0,5	0,5	0,4	0,2
700	1,0	1,0	0,4	0,6	0,6	0,5	0,2
800	1,2	1,1	0,5	0,8	0,7	0,7	0,2
900	1,4	1,3	0,6	1,0	0,8	0,9	0,2
1.000	1,7	1,5	0,7	1,2	0,9	1,2	0,2
1.200	2,3	2,0	1,1	1,9	1,3	2,0	0,2
1.400	3,2	2,6	1,7	3,0	1,8	3,3	0,2
1.600	4,3	3,5	2,6	4,6	2,5	5,5	0,2
1.800	-	4,6	4,0	-	-	9,3	0,2
2.200	-	8,0	-	-	-	-	-

Ilustración 40- Sobre carga de nieve en un tramo horizontal

Los cálculos justificativos son:

- Peso módulo fotovoltaico = 26 kg
- Superficies módulo = 2,094 x 1,038 = 2,173 m²

$$\frac{26 \text{ kg}}{2,173 \text{ m}^2} = 11,96 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \approx 0,1196 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- Peso soporte Solarbloc este-oeste:

Solarbloc cima = 37 kg

Solarbloc base = 18 kg

$$1 \times 37 + 2 \times 18 = 73 \text{ kg}$$

Peso por metro cuadrado:

$$\frac{73 \text{ kg}}{2 \text{ m}^2} = 36,5 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2} \approx 0,365 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

- Cableado y canalizaciones en cubierta: se puede suponer 0,1 kN/m²
- Carga total soportar cubierta:

$$0,1196 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,365 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,5846 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

Dándole un margen de seguridad se considera un total de sobrecarga de **0,59 kN/m²**

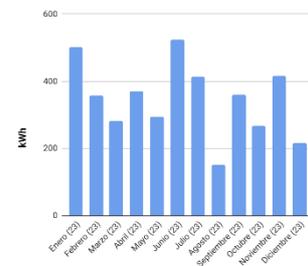
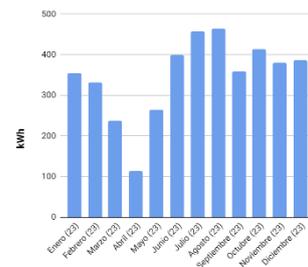
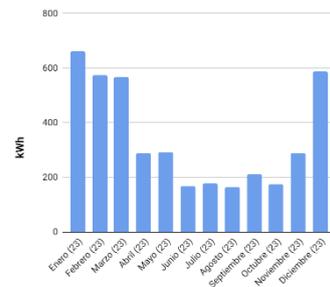
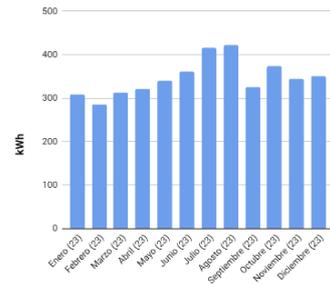
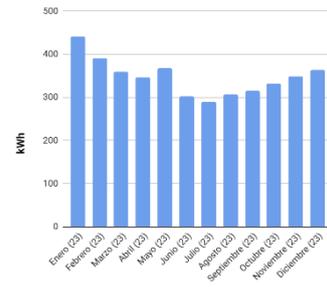
- Peso total, añadiendo posible peso de la nieve de la zona correspondiente a Foios:

$$0,59 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} + 0,2 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} = 0,79 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2} < 1 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

6.5 Tipos de curva de consumo

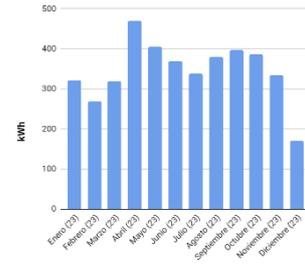
Las curvas posibles son:

- Invierno
Se tiene más consumo en los meses de invierno
- Verano
Más consumo en los meses de verano
- Invierno +
Se acentúa más el mayor consumo en los meses de invierno
- Verano +
Se acentúa más el consumo en los meses de verano
- Vacaciones
En los meses de vacaciones se aprecia un aumento de consumo



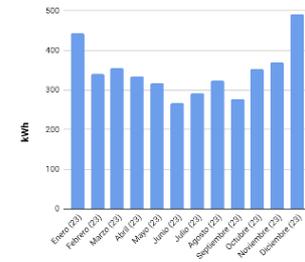
- Noche

Se concentra el consumo a partir de las 19:00, 20:00 de la tarde.



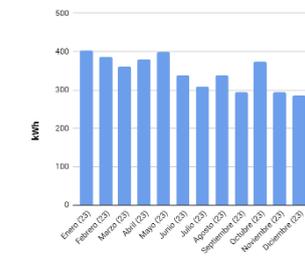
- Aprovechamiento Bajo

El mayor consumo se tiene los meses donde el aprovechamiento solar es menor.



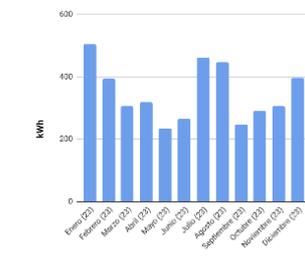
- Carnicería

Se corresponde a un consumo regular, en el cual tiene por la noches consumo debido a los frigoríficos.



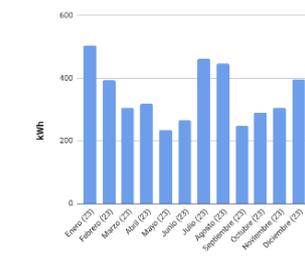
- Fines de semana

En general poco consumo exceptos los meses de vacaciones, que es donde la gente tiene más tiempo para ir a sus segundas residencias.



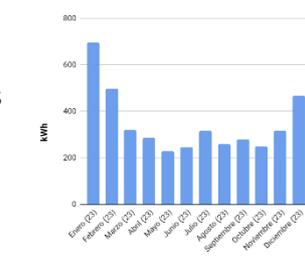
- Restaurante

Sucede lo mismo que con la gráfica de fin de semana, la gente frecuenta más los restaurantes los meses de vacaciones



- Comercio

En general poco consumo, al tener consumo por las mañanas.



7. Pliego Condiciones

En este apartado se detallará el presupuesto, que tiene diferentes partes y un valor total de ciento setenta mil quinientos veintiocho euros con treinta un céntimos.

En la tabla se puede ver los diferentes apartados y sus gastos respectivos, así como, la suma de todos ellos dando lugar al presupuesto final.

CAPÍTULO	RESUMEN PRESUPUESTO BÁSICO	EUROS	PORC.
01	SISTEMA FOTOVOLTAICO	97.837,04 €	82,61%
02	ESTRUCTURAS	17.132,98 €	14,47%
03	OBRA CIVIL	1.622,28 €	1,37%
EGR	ESTUDIO GESTIÓN DE RESIDUOS	225,41 €	0,19%
LEG	LEGALIZACIÓN Y CERTIFICACIONES	- €	0,00%
ESS	ESTUDIO BÁSICO SEGURIDAD Y SALUD	1.612,96 €	1,36%
	TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN MATERIAL (PEM)	118.430,67 €	100,00%
	GASTOS GENERALES	15.395,99 €	13%
	BENEFICIO INDUSTRIAL	7.105,84 €	6%
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL POR CONTRATA (PEC)	140.932,50 €	
	IMPUESTOS IVA	29.595,81 €	21%
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL EJECUCIÓN	170.528,31 €	

A continuación se ve los dos apartados con más interés de estudio, para comprender sus diferentes componentes y sus precios.

Se va a ver con detalle los apartados que corresponden a sistemas fotovoltaicos y a estructuras.

En primer lugar se tiene el desglose de los sistemas fotovoltaicos:

En el presupuesto de la parte fotovoltaica engloba varios capítulos los cuales son:

- Sistema de captación
- Equipo e instrumentación
- Cables y auxiliares
- Pruebas, verificaciones y puesta en servicio

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
01	Capítulo		SISTEMA FOTOVOLTAICO	1	97.837,04	97.837,04
01.01	Capítulo		SISTEMA DE CAPTACIÓN	1,00	54.391,92	54.391,92
MFV450	Partida	Ud	MÓDULO SOLAR FOTOVOLTAICO 450Wp	242,00	224,76	54.391,92
			Módulo solar fotovoltaico de células de silicio monocristalino, potencia máxima (Wp) 450 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 42,06 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 10,70A, tensión en circuito abierto (Voc) 50,43 V, intensidad de cortocircuito (Isc) 11,36 A, eficiencia 20,7%, 144 células, vidrio exterior templado de 3.2mm, capa adhesiva antirreflejo, capa posterior alta transmisión, acero ligero y cristal templado, marco de aleación de aluminio anodizado, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, dimensiones 2094×1038×35mm, peso 24,0 kg, con caja de conexiones y protección IP68. Panel Solar Fotovoltaico BEYONDSUN TSHM450-144HW o similar. Incluso suministro hasta pie de obra y descarga			
			01.01	1,00	54.391,92	54.391,92
01.02	Capítulo		EQUIPO E INSTRUMENTACIÓN	1,00	30.377,65	30.377,65
SOLIS40HIB	Partida	Ud	INVERSOR SOLIS HIBRIDO 40KW TRIFÁSICO	2,00	2.991,94	5.983,88
			Inversor trifásico SOLIS S5-GC40 K-HV, potencia máxima de entrada 52,0 kWp, voltaje de entrada máximo 1100 Vcc, potencia nominal salida CA 40kW, potencia máxima salida aparente 40kVA, voltaje nominal red 3/PE, 480V, rango de tensión MPP de 200V a 1000V, corriente máxima de entrada CC 4*32A, corriente máx. Cortocircuito ent CC 4*50, corriente nominal de salida red CA 48,1A, corriente máxima salida CA 53,0A, rendimiento máx. 98,8%. Dimensiones (ancho/alto/fondo) 647/629/252 mm, peso 37kg, sin transformador, rango de temperatura -25°C a +60°C, conexión de CC conector MC4, conexión CA terminal OT, pantalla LCD, comunicación RS485, 2 años de garantía. Incluye suministro a pie de obra y descarga.			
EPM35GPLUS	Partida	Ud	EPM3-5G-PLUS	1,00	445,74	445,74
			Administrador de potencia de salida de Solis es una solución ideal para la gestión inteligente de la energía en sistemas residenciales y comerciales. El dispositivo le permite ajustar la			

			configuración de exportación para cumplir con las regulaciones de la red local.			
ALPHAESS10	Partida	Ud	INVERSOR ALPHA ESS SMILE-T10-HV	2,00	2.855,76	5.711,52
			Suministro inversor Alpha ESS Smile T10-HV de 10kW .Tensión nominal salida 10kW, IP65, 5 años de garantía, rango de voltaje 380-400V, potencia máxima entrada CC 16kW trifásico, corriente de entrada 2x26A, tensión máximo de entrada 1000V, tensión arranque 160V, número MPPT 2, rango de voltaje MPPT 200-850V, intensidad de cortocircuito 2x39A, intensidad máxima de carga 40A, frecuencia 50/60Hz, peso 30kG, dimensiones 580*230*606mm, normativa IEC 62109, IEC 62040, EN6100-6-1/2/3/4, AS4777, CEIO-21, G99, G100, NRS, EN50549, PEA.			
ALPHA8.2BAT	Partida	Ud	MODULO BATERIA ALPHA ESS 8.2 kWh	4,00	3.532,53	14.130,12
			Batería SMILE-BAT-8.2PH, capacidad de módulo 8.2kWh, capacidad de uso 7.8kWh, DoD 95%, tensión nominal 256V, máximo carga/descarga 38,4A, temperatura de trabajo -10°C hasta 50 °C, ciclo de vida 10000.			
ALPHAMETER3P	Partida	Ud	ALPHA SMART METER 3PH	2,00	164,22	328,44
			El medidor de energía Alpha-3P-Meter para los inversores solares de conexión a red trifásicos de la marca ALPHA ESS permite realizar una medición de energía de red. Características: Puede medir los parámetros eléctricos como voltaje, corriente o potencia. Nivel de precisión en la medida de clase I. Bajo consumo energético. Comunicación con el inversor a través de RS485. Cuenta con pantalla LCD para facilitar la configuración y la comprobación por los usuarios. Montaje sencillo.			
CUADCC	Partida	Ud	PEQUEÑO MATERIAL	1,00	1.108,62	1.108,62
			Cuadro de protección de instalación de generación fotovoltaica., formado por protecciones fusibles y descargadores de sobretensiones. Con envolvente metálica, y pequeños materiales. Cuadro eléctrico estanco. Fusibles y portafusibles 16 A. Borna de carril TT.			
CUADCA	Partida	Ud	CUADRO DE PROTECCIÓN DE ALTERNA	1,00	1.824,90	1.824,90
			Cuadro de protección de instalación transformación fotovoltaica, formado por protecciones tetrapolares, interruptor automático magnetotérmico y diferencial y descargadores de sobretensiones.			
CPMCGP	Partida	Ud	CPM Y CGP	1,00	759,31	759,31
			Protecciones en cuadro de protección y medidas y cuadro general de protecciones.			
CONTMED	Partida	Ud	EQUIPO DE MONITORIZACIÓN Y MEDIDA	1,00	85,12	85,12
			Suministro e instalación de equipo de medida para instalación fotovoltaica, contador bidireccional, equipo de telemedida.			
			01.02	1,00	30.377,65	30.377,65
01.03	Capítulo		CABLES Y AUXILIARES	1,00	6.296,86	6.296,86
CABLECC6CuU	Partida	MI	CABLE CC Cu 6MM2	730,00	2,44	1.781,20

			Suministro de línea monofásica formada por 2 cables H1Z2Z2-K(AS) unipolares (positivo y negativo), no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 1,5 kV de tensión nominal en CC, máxima tensión de trabajo en CC de 1,8kV, protección a rayos UV, ozono y corrosión atmosférica. Conductores de cobre flexible de 6 mm2 de sección, con doble aislamiento cumpliendo así con el CTE y la norma UNE-HD 60364-7-712 y los pliegos de condiciones técnicas de IDAE.			
CABLECA10UNI	Partida	MI	CABLE CA Cu 10MM2	8,00	8,03	64,24
			Suministro de línea trifásica formada por 4 cables H07Z1-K(AS) unipolares (3 fases+neutro) no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0,6/1 kV de tensión nominal, construido por conductores de cobre flexible de 10 mm2 de sección para las fases y 6 mm2 para el neutro, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
CABLECA25UNI	Partida	MI	CABLE CA Cu 25MM2	8,00	8,86	70,88
			Suministro de línea trifásica formada por 4 cables H07Z1-K(AS) unipolares (3 fases+neutro) no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0,6/1 kV de tensión nominal, construido por conductores de cobre flexible de 25 mm2 de sección para las fases y 16 mm2 para el neutro, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
CABLECA70Cu4	Partida	MI	CABLE CA 70MM2 (3F+N)	36,00	32,12	1.156,32
			Suministro de línea trifásica formada por 4 cables RZ1-K (AS) unipolares (3 fases+neutro) no propagador del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, de 0,6/1 kV de tensión nominal, construido por conductores de cobre flexible de 70 mm2 de sección para las fases y 35 mm2 para el neutro, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefina, instalada bajo tubo, canal protectora o bandeja (no incluidos), incluso parte proporcional de pequeño material y piezas especiales, según Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión 2002.			
CABLETT35	Partida	MI	CABLE 35MM2 TT	75,00	14,40	1.080,00
			Suministro de cable flexible para toma de tierra 1x35mm2, conexión entre estructuras y paneles. HV07V-K; libre de halógenos, resistente a rayos ultravioleta. Cable 35mm2 PV1-F (AS) verde/amarillo. Terminal TT M4.			
REJIBAND100	Partida	MI	BANDEJA REJIBAND 100	150,00	7,41	1.111,50
			Bandeja de acero electrocincado dimensiones 100x60mm, suministrado en barras de 3 metros.			
TUBMET63	Partida	MI	TUBO METÁLICO DIÁMETRO 63 MM	25,00	14,19	354,75
			Tubo de acero laminado en frío de bajo contenido en carbono calidad tipo DC03 según norma EN-10130. ELECTROGALVANIZADO según UNE-EN 2081 Pintado interiormente Certificado por AENOR conforme norma UNE-EN 61386-21			

			Tubo de superficie de Acero galvanizado Longitud: 3 m Diámetro:63 mm			
TUBLGPASUB	Partida	MI	TUBO CORRUGADO ROJO PARA INST ENTERRADA	33,00	1,29	42,57
			Tubo corrugado. Medidas: 40mm de diámetro y 50m de largo. Permite pasar por su interior 6 cables (1,5mm ² - 2,5mm ²) o 5 cables (4mm ² - 6mm ²). Características: Se suministra en rollo de 50 metros Material: polietileno Color: rojo Resistencia al aplastamiento: 0,4kl Sin propagación de la llama			
PEQMAT	Partida	Ud	PEQUEÑO MATERIAL	1,00	635,40	635,40
			Materiales varios.			
			01.03	1,00	6.296,86	6.296,86
01.04	Capítulo		PRUEBAS, VERIFICACIONES Y PUESTA EN SERVICIO	1,00	6.770,61	6.770,61
01.04.01	Partida	Ud	INSTALACIÓN MÓDULOS, INVERSOR Y OTROS ELEMENTOS	1,00	5.829,05	5.829,05
			Carga y descarga de material, instalación de los módulos, canalizaciones, cableado, sala técnica y todo lo necesario para posteriormente realizar la conexión. No incluye la mano de obra en el montaje e instalación de la estructura suportación para los paneles fotovoltaicos.			
01.04.02	Partida	Ud	PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO Y PUESTA EN MARCHA	1,00	941,56	941,56
			Pruebas, controles y ensayos. Realización de pruebas y verificaciones para puesta en servicio. Medición de tensiones, pruebas de aislamiento, forzado de protecciones. Pruebas y ensayos necesarios según normativa vigente. Configuración interna de inversor. Ajuste de parámetros. Verificación de comunicaciones entre equipos.			
			01.04	1,00	6.770,61	6.770,61
			01	1	97.837,04	97.837,04

Tabla 24- Presupuesto sistema fotovoltaico

En estos capítulos se identifican todo material que se ha utilizado para la instalación de la comunidad energética de FOIOS, desde los paneles fotovoltaicos hasta los tubos por donde los cables van por debajo de tierra.

En segundo lugar se ve el coste de las estructuras que se han utilizado para anclar los paneles fotovoltaicos.

Este presupuesto consta de un capítulo:

- Soporte paneles

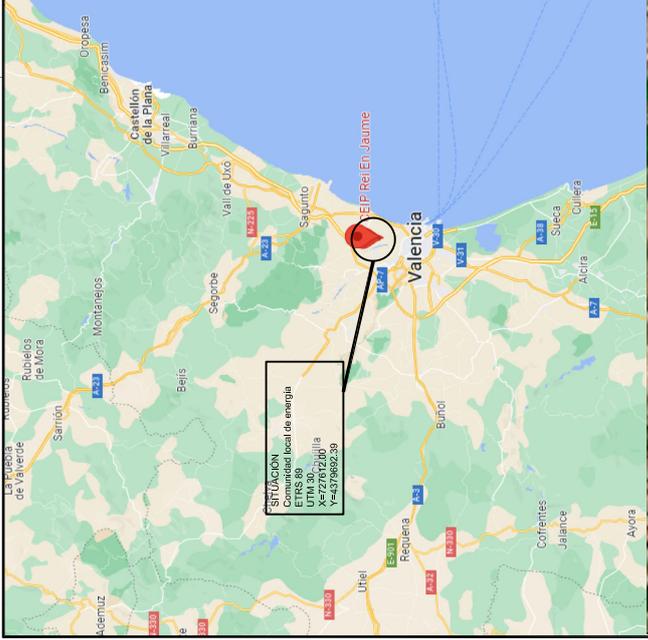
02	Capítulo	ESTRUCTURAS	1	17.132,98	17.132,98
02.01	Capítulo	SOPORTE PANELES	1,00	17.132,98	17.132,98
SOLARBLOCEO	Partida	Ud	ESTRUCTURA PREFABRICADA HORMIGÓN SOLARBLOC ESTE-OESTE	1,00	17.132,98
			Estructura prefabricada de hormigón reforzado para montaje de paneles fotovoltaicos en cubiertas o superficies planas con ángulo 15º determinado para paneles dispuestos con la configuración este-oeste. Incluido carga, transporte y descarga en lugar de instalación.		
			02.01	1,00	17.132,98

Tabla 25- Presupuesto estructuras

8. Planos

Los planos que se adjuntan para el proyecto son los siguientes:

1. Ubicación
2. Estructura
3. Cubierta planos
4. Unifilar



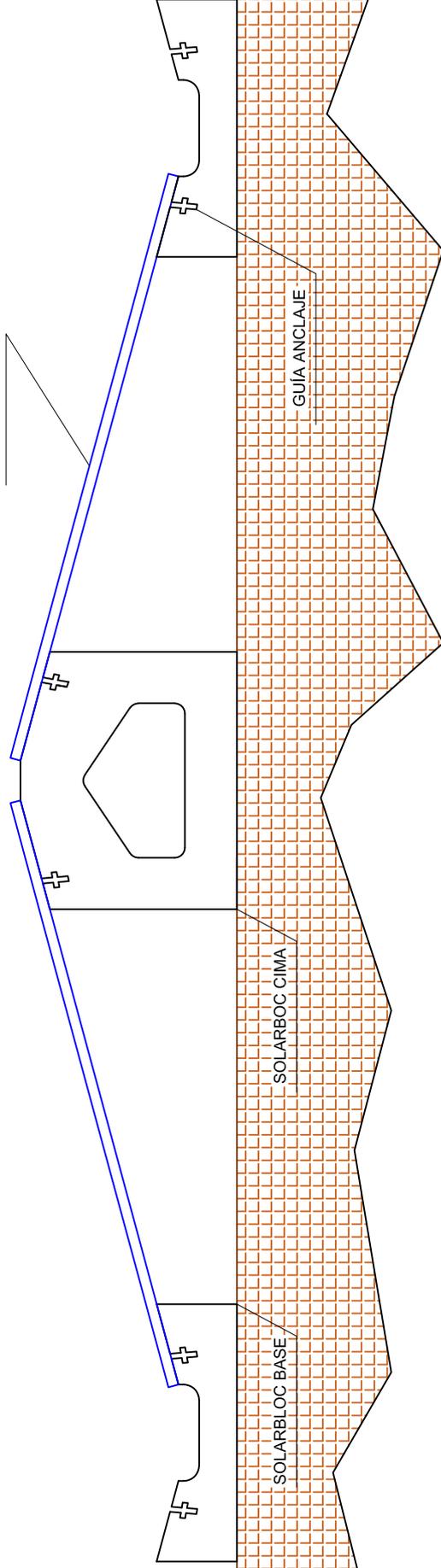
LOCALIZACIÓN: Calle Vicente Ruiz del Soro, 10

SITUACIÓN
Calle Vicente Ruiz del Soro, 10
46134, FOJOS
(VALENCIA)

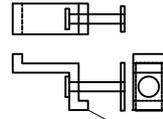
PROMOTOR:	INSTALACION FOTOVOLTAICA			AUTOR:		FORMATO:	A4
PROYECTO:	SITUACION - EMPLAZAMIENTO			REVISADO:	-	ESCALA:	
TITULO:				FECHA:	NOV-2023	REVISION:	00
							1

DISPOSICIÓN ESTRUCTURA

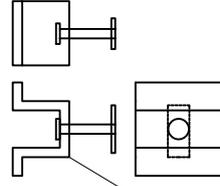
PANEL SOLAR



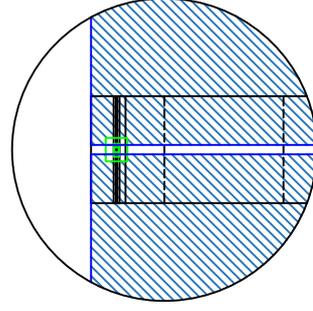
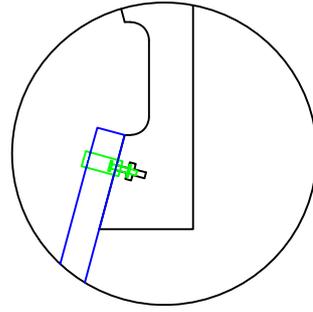
TIPOS DE ANCLAJE



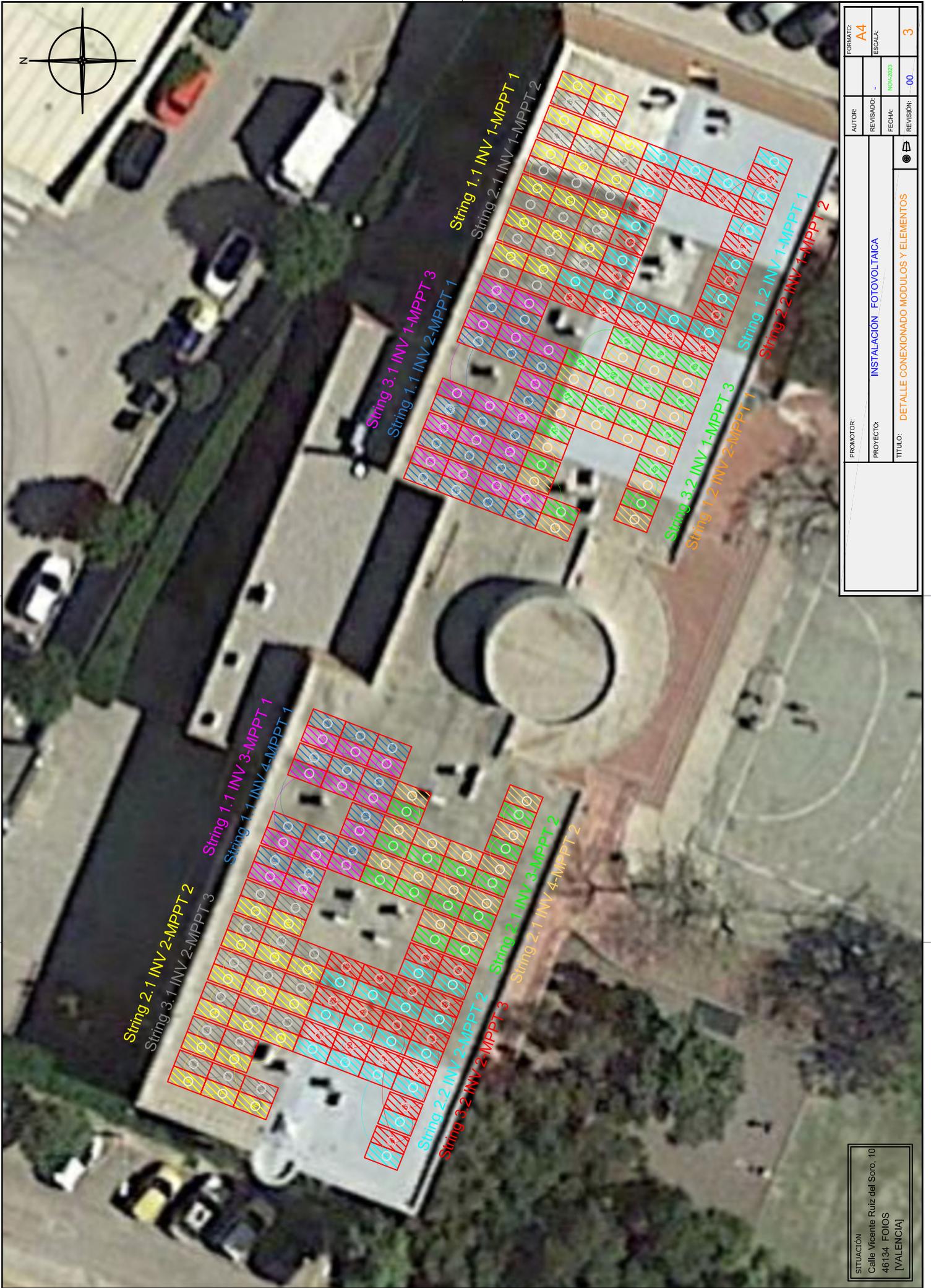
ANCLAJE FINAL



ANCLAJE INTERMEDIO

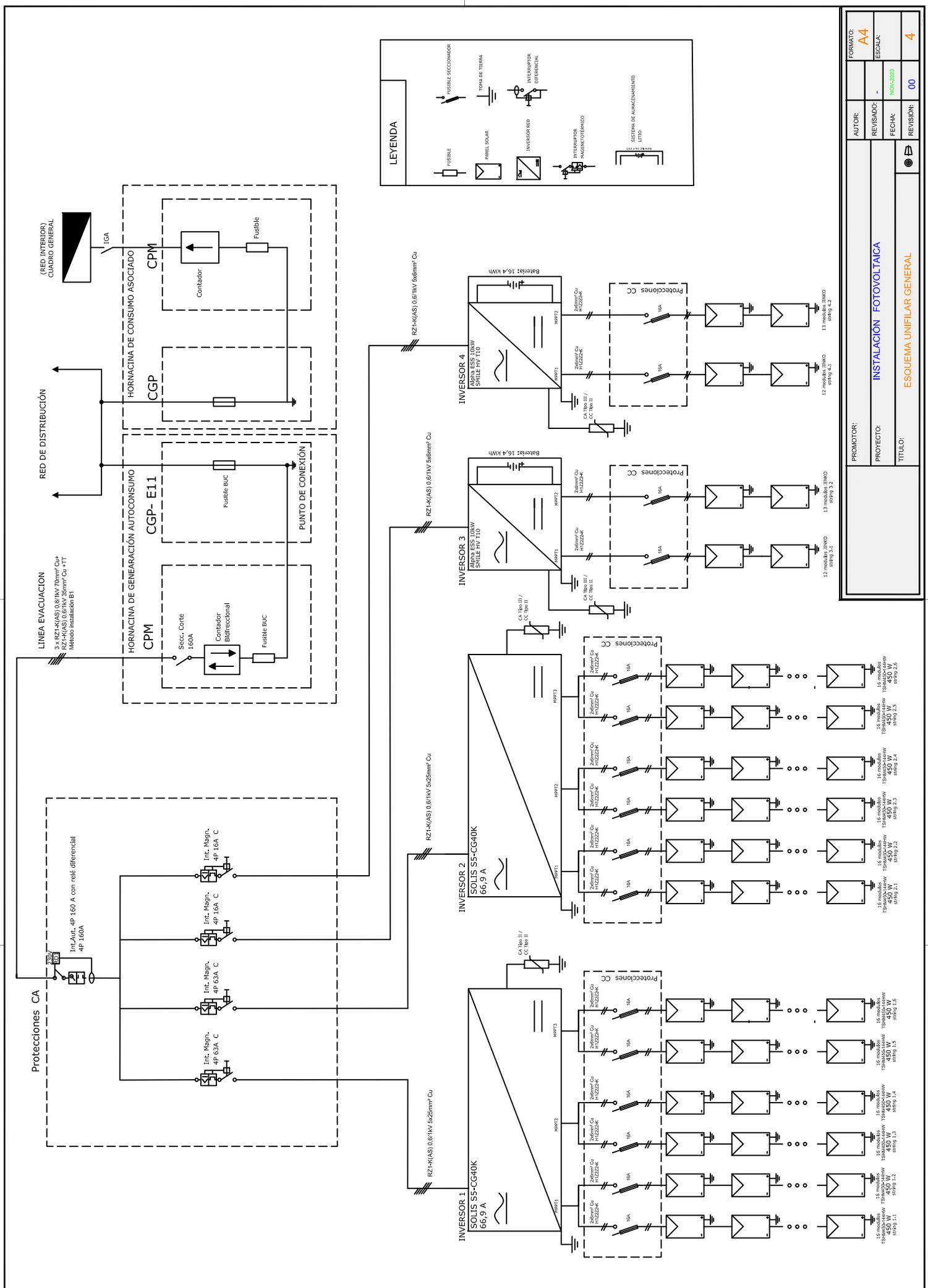


PROMOTOR:	AUTOR:	FORMATO:	A4
PROYECTO:	REVISADO:	ESCALA:	
TÍTULO:	FECHA:	NOV-2023	
ESTRUCTURA SOLARBLOC ORIENTACIÓN ESTE-OESTE 15°	REVISIÓN:	00	2



SITUACIÓN
 Calle Vicente Ruiz del Soro, 10
 46134. FOIOS
 [VALENCIA]

PROMOTOR:	INSTITUCIÓN FOTVOLTAICA	AUTOR:	FORMATO:	A4	
PROYECTO:	INSTALACIÓN FOTVOLTAICA	REVISADO:	ESCALA:		
TÍTULO:	DETALLE CONEXIONADO MÓDULOS Y ELEMENTOS	FECHA:	NOV-2023	REVISIÓN:	00
					3



AUTOR:		REVISADO:		FECHA:		REVISIÓN:	
A4		-		NOV-2023		00	
PROMOTOR:				PROYECTO:			
				INSTALACION FOTOVOLTAICA			
TITULO:				ESQUEMA UNIFILAR GENERAL			

FORMATO:	A4
ESCALA:	-
FECHA:	NOV-2023
REVISIÓN:	00