

Trabajo Fin de Grado

Diseño, cálculo y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para el soporte energético y climático de los módulos prefabricados de la Universidad de Zaragoza

Design, calculation and sizing of an photovoltaic solar installation of a photovoltaic system for the energetic and climatic supply on the prefabricated building at the University of Zaragoza

Autor

Joel Mendes Gonçalves

Director

Miguel Ángel Torres Portero

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020

Agradecimientos

Agradecer en primer lugar a todos los profesores que he tenido a lo largo de mi vida académica, de todos y cada uno de ellos aprendí algo, tanto dentro como fuera de los libros.

A mis amigos, por el soporte constante y a mi familia por estar siempre a mi lado.

Arrate, Jesús, Eduardo y Alejandro, por el apoyo que he recibido desde niño.

Y a mi madre, por haberme criado y educado hasta llegar a ser lo que soy hoy, te quiero.

Resumen

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) impulsados por la ONU en 2015 y con vistas a ser cumplidas en 2030, son 17 medidas para lograr un cambio en la sociedad y una mejora del planeta. Entre estas 17 medidas, la número 13 dice así *“adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático”*.

La mejora de la tecnología, el inevitable fin de las energías fósiles y la preocupación por el cambio climático han hecho que durante los últimos años se haya producido un auge de las energías renovables. Hoy en día parte de la energía que se consume provienen de fuentes de producción renovable, que poco a poco van modernizando las instalaciones y las edificaciones.

La Universidad de Zaragoza se propuso a finales en 2016 que toda la energía de la Universidad fuese proveniente de fuentes 100% renovables, además de una mejora constante de la sostenibilidad de esta. Entre esas medidas está la nueva Facultad de Filosofía y Letras, que contará con tecnologías para lograr una mejor eficiencia. Sin embargo las obras de esta nueva edificación, obligaron a la necesidad de crear unos módulos prefabricados para dar cobijo a los despachos y la sala de estudio de geografía.

En este proyecto se dará solución al soporte de la demanda energética y climática que se hace desde estos módulos prefabricados. Para ello se hará el diseño de un sistema fotovoltaico, que sea capaz de dar sustento completo a todo el consumo energético que se hace desde estos módulos, así como el dimensionado de la misma y el cálculo energético. Se tendrá en cuenta la mejor ubicación de los paneles, los soportes a utilizar, la viabilidad de la operación y por su puesto la vida útil de la instalación al tratarse un proyecto de alta inversión.

Se proporcionarán datos, simulaciones y esquemas claros que den sustento a cada una de las medidas tomadas a la hora de realizar el diseño y la elección de los materiales.

Finalmente, se detallarán las conclusiones oportunas que justifiquen el invertir en el diseño de esta instalación fotovoltaica.

MEMORIA

Índice

Parte I: Introducción	1
1.1 Introducción.....	1
1.2 Motivación	2
1.3 Objetivo.....	3
Parte II: Estado del Arte	4
2.1 Energía Renovable en España	4
2.2 Energía Fotovoltaica en España	5
2.3 Normativa	6
2.4 Células Fotovoltaicas	6
2.5 Paneles Fotovoltaicos.....	8
2.6 Tipo de Paneles	10
2.6.1 Captadores Térmicos	10
2.6.2 Paneles Híbridos.....	10
2.6.3 Hibridación.....	11
2.7 Inversor	12
2.7.1 Inversor aislado a red.....	12
2.7.2 Inversor conectado a red	12
2.8 Baterías.....	12
2.9 Regulador	12
2.9.1 Reguladores PWM	13
2.9.2 Reguladores MPPT	13
Parte III: Conclusiones Técnicas	14
Parte IV: Diseño, Cálculo y Dimensionamiento	15
4.1 Ubicación.....	15
4.2 Irradiación Solar.....	17
4.3 Panel de la Instalación.....	18
4.4 Sombras	19
4.4.1 Sombras Lejanas	20
4.4.2 Sombras Cercanas	21
4.5 Disposición de los Paneles.....	22
4.6 Elección del Inversor.....	24

4.7 Cálculo de la Energía Generada	27
4.8 Sistema Climático de los Módulos Prefabricados.....	28
4.9 Rendimiento del Sistema.....	29
5.0 Cableado y protección.....	32
5.1 Soporte de los Paneles.....	35
5.2 Normativa Aplicable.....	36
5.3 Balance Ambiental	38
Parte V: Conclusiones.....	40
Parte VI: Líneas Futuras.....	42
Parte VII: Bibliografía	43

Parte I: Introducción

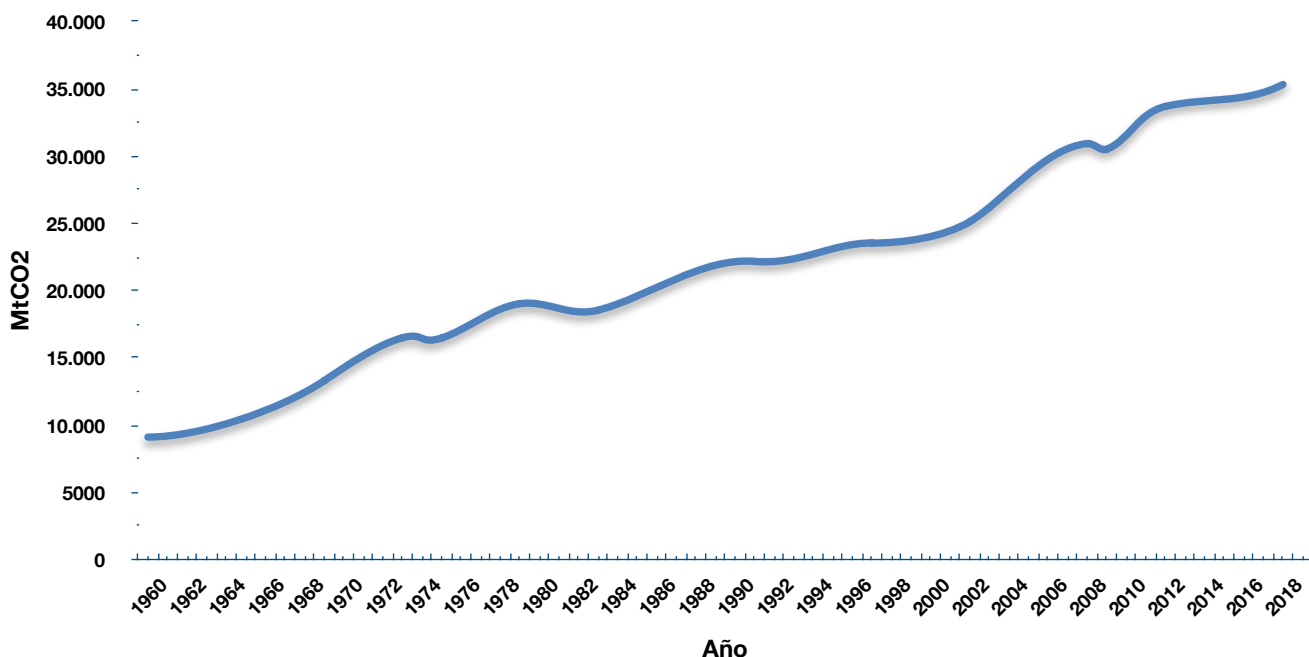
1.1 Introducción

Desde que surgió la Primera Revolución Industrial en Gran Bretaña a mediados del siglo XVIII con la máquina de vapor de James Watt, los procesos de producción de las grandes industrias han ido mejorando a pasos agigantados y lo que hoy es novedoso en una década puede volverse casi obsoleto.

Esta revolución en la industria supuso en un primer momento una reducción en los costes de producción y con ello un incremento de los beneficios de las empresas, lo que nos lleva al segundo punto, si mejora la producción y aumentan los beneficios, el paso lógico es incrementar la producción. Este incremento de la producción conlleva un crecimiento del consumo y a la mejora constante de los modelos de producción, desde la maquinaria hasta la logística.

Toda este crecimiento industrial supuso un cambio sociológico, cultural, económico y tecnológico, pero también supuso un cambio en la atmósfera terrestre, un aumento de los niveles de contaminación, niveles que hoy en día siguen un aumento casi irrefrenable.

Niveles Terrestres de CO₂ en MtCO₂



Gráfica 1: Nivel histórico de CO₂. Fuente: CDIAC, UNFCC y BP; [2019].

La disminución de los recursos fósiles y la certeza de un futuro sin petróleo ayudaron a que en los años 80 creciera la apuesta por un modelo alternativo de energía.

Esta apuesta unida a la reducción de la contaminación contribuyeron a la mejora y el desarrollo de las energías renovables hasta al fecha de hoy.

1.2 Motivación

Según viene definida por la RAE la ingeniería es *“conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial”*.

Por lo que el objetivo único y final de la labor de un ingeniero es transformar lo que tiene a su alrededor para facilitar y mejorar sus actividades de desarrollo, pero a este punto hay que sumarle el respeto por el medio ambiente y sus recursos. Porque no se puede mejorar el nivel de vida a costa de destruir el planeta, toca adaptarse a los recursos renovables.

Así pues en este proyecto se dará solución a un problema de demanda energética, pero respetando el medio ambiente y los recursos del mismo, porque solo hay un planeta y hay que preservarlo. Hay que satisfacer las necesidades de las generaciones presentes, pero sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades.

1.3 Objetivo

Este proyecto consiste en el diseño, cálculo y dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para abastecer los módulos prefabricados, conocidos como Interfacultades III, de la Universidad de Zaragoza en el Campus San Francisco. Dichos módulos prefabricados conforman los despachos y la sala de estudio de geografía. El actual suministro eléctrico de los módulos se hace desde el edificio de matemáticas, situado en el propio campus a poco más de 180 metros de los módulos.

Este suministro eléctrico se encarga de dar sustento tanto a los equipos de uso personal, como a los dispositivos de climatización, por lo que la instalación diseñada deberá dar sustento eléctrico completo a todos los equipos.

Los módulos prefabricados tienen las características propias de un módulo desmontable base de panel aislante liso, de TECZONE, TZ-VL, de alto rendimiento térmico, con una conductividad térmica de 0,0195 W/mK, de una construcción compuesta por una planta (baja) con 25 habitáculos, ha de climatizar en el módulo uno (despachos) y otro habitáculo en el módulo dos (sala de estudio).

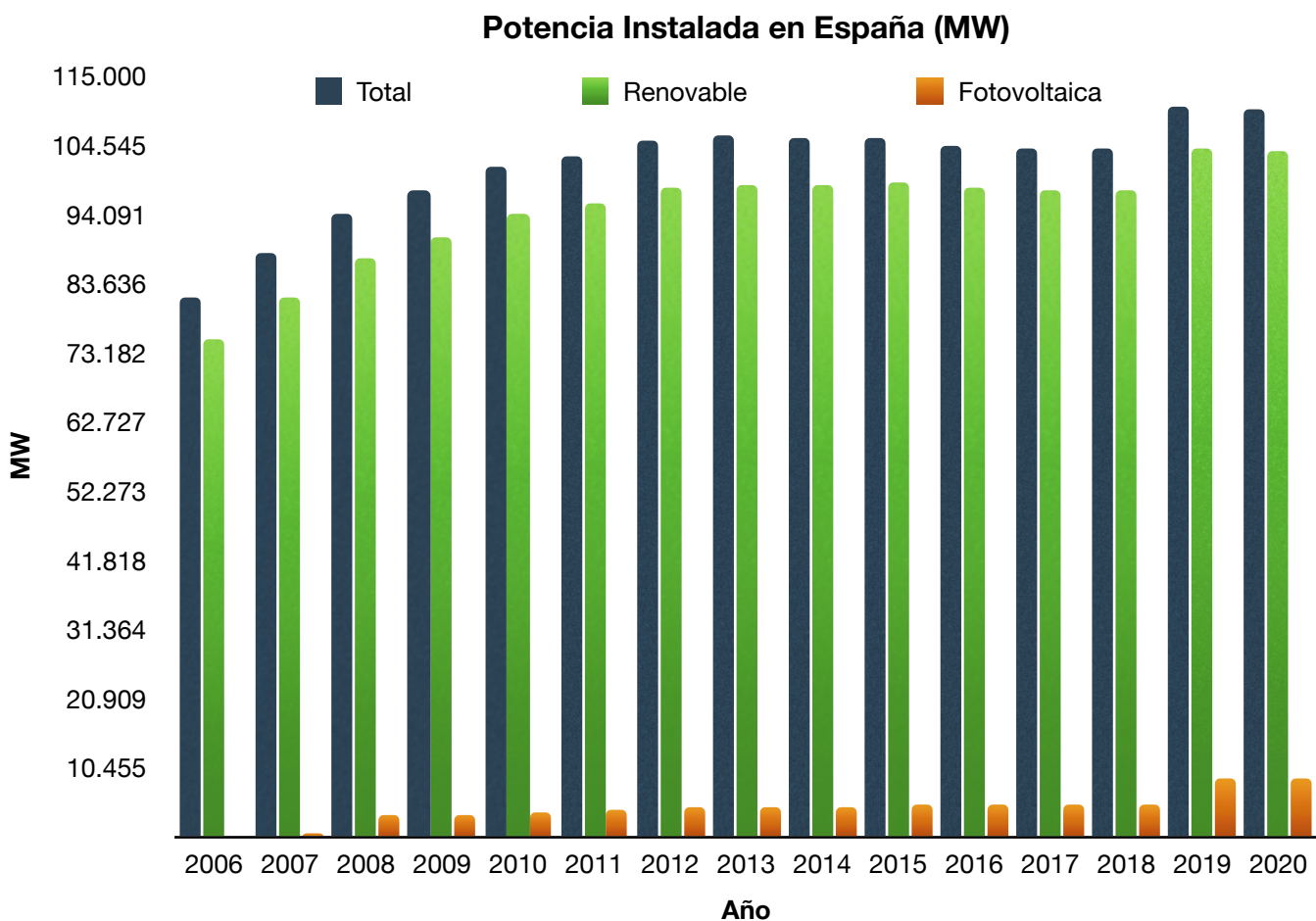
Para realizar este proyecto se hará uso de los programas Excel, SketchUp, PVsyst y AutoCAD, así como recursos web que otorgan valores de irradiación necesarios para la simulaciones oportunas.

Parte II: Estado del Arte

2.1 Energía Renovable en España

La evolución constante de la ciencia ha conseguido que la implementación de las energías renovables y su uso en los últimos años haya crecido de una manera fulgurante. Desde vehículos eléctricos hasta edificaciones se aprovechan hoy de las energías renovables para su funcionamiento, como lo hace la propia Universidad de Zaragoza, donde toda la energía que utiliza proviene de energías renovables [1].

El incremento de potencia renovable instalada en España creció el pasado año un 10%, este crecimiento supuso que se alcanzará el 49,3% de capacidad de generación, 108.000 MW, según estimó Red Eléctrica España. En ese mismo año se produjeron 261.020 GWh de electricidad, un 36,8% fue de origen renovable [2].

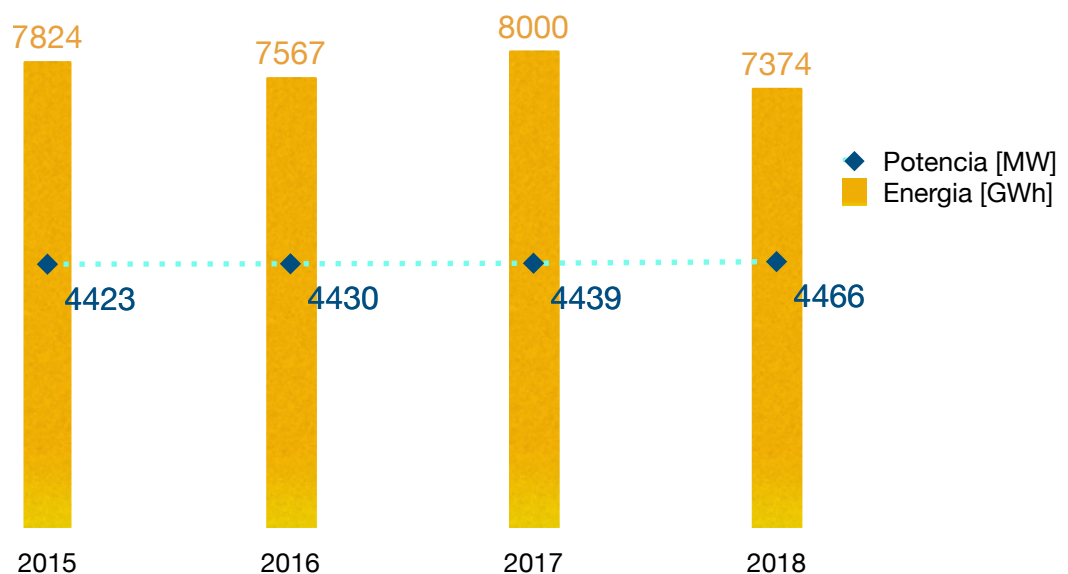


Gráfica 2: Potencia Instalada en España. Fuente: Red Eléctrica España [2020].

2.2 Energía Fotovoltaica en España

Como se puede apreciar en la [Gráfica 2], la potencia fotovoltaica total instalada en España en comparación con la total renovable en los últimos años es apenas del 8,55%, aunque con una tendencia de crecimiento con el transcurrir de los años. En 2006 solo había instalados 125 MW por los 7.800 MW del año 2019, aumentado un 66% con respecto el año 2018 [2].

Esta potencia instalada se tiene que contemplar en términos de energía producida que es lo que realmente importa, en el año 2018 la energía que se obtuvo de la producción fotovoltaica fue de 7.374 GWh representando solo el 2,99% de la energía producida de aquel año [3].



Gráfica 3: Evolución de Potencia Instalada y Energía Producida. Fuente: CNMC.

Respecto a potencia instalada para autoconsumo, en 2018, según una estimación de APPA Renovables, fue de 188 MW [4]. A nivel mundial países como China, EEUU e India instalaron 45 GW, 10,6 GW y 10,8 GW respectivamente, según datos de la Agencia Internacional de la Energía [4], con un total de 100 GW a nivel mundial.

2.3 Normativa

Este ascenso de la energía renovable fotovoltaica viene acompañada de una mejora de las normativas que rigen la producción y uso de esta. La aprobación del *Real Decreto-ley 15/2018, del 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición y la protección de los consumidores*, supuso un cambio relevante en el sector y el fin del llamado “impuesto al sol”. Este nuevo decreto realiza una serie de modificaciones con respecto al autoconsumo, permitiendo un autoconsumo compartido, además de eliminar los peajes y cargos anteriores esta ley.

2.4 Células Fotovoltaicas

La generación fotovoltaica se basa en el principio del efecto fotoeléctrico, este efecto se produce cuando las partículas de luz, fotones, impactan con los electrones de una superficie metálica, arrancando sus átomos. Ese electrón liberado en su movimiento hacia otro átomo produce una corriente eléctrica.

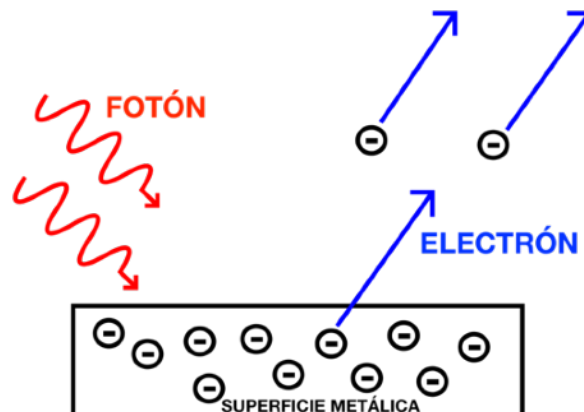


Ilustración 1: Efecto Fotoeléctrico. Fuente: Web.

Una célula fotovoltaica es un diodo semiconductor, donde la unión P-N esta expuesta a una irradiación solar, esta irradiación, basándose en los principios del efecto fotovoltaico mencionados anteriormente, genera una corriente eléctrica.

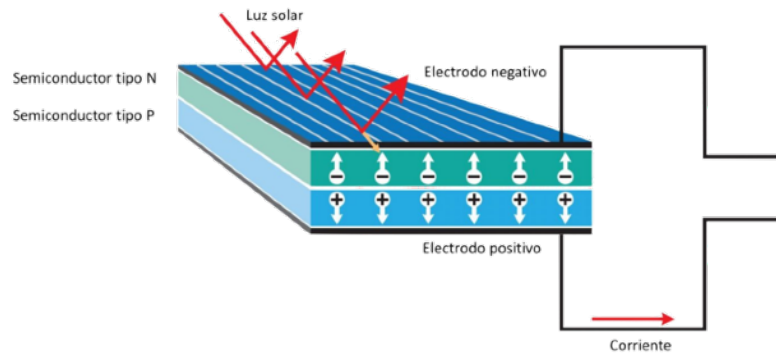
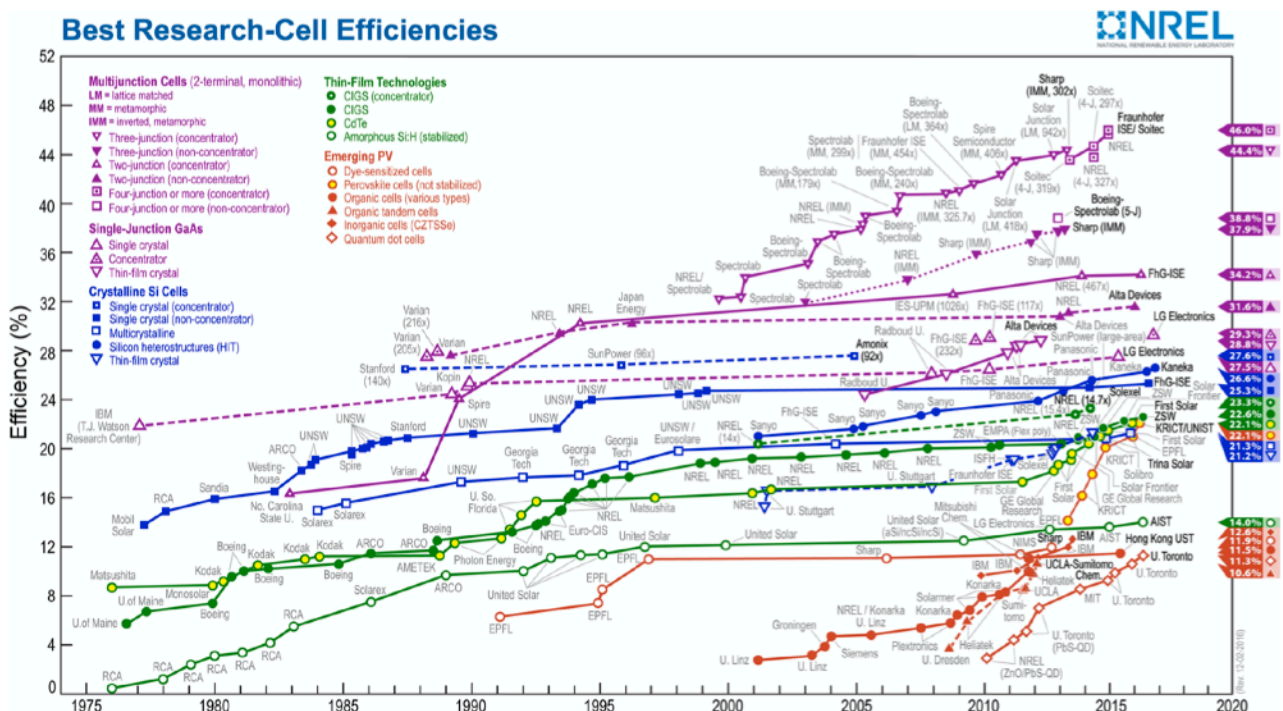


Ilustración 2: Célula Fotovoltaica. Fuente: Web.

La primera célula fotovoltaica se le adjudica a Charles Fritts en 1884, fue construida con selenio recubierto de una fina capa de oro, en la actualidad estas células son construidas con silicio. Una combinación serie-paralelo de varias células fotovoltaicas es lo que se conoce como módulo fotovoltaico.

Se pueden encontrar en tres estructuras distintas, monocristalino, policristalino y amorfo. Cada una de ellas presenta un rendimiento distinto, entre el 16 y 18% las monocristalinas, en torno al 16% las policristalinas y un escaso 7% las amorfas [5]. Estos rendimientos pueden variar en función de como se realicen las pruebas de laboratorio, por ello se estableció un estándar a la hora de efectuar estas pruebas. Una irradiación de 1.000 W/m^2 , 25°C y AM (Air Mass) de 1,5.



Gráfica 4: Evolución Células Fotovoltaicas. Fuente: NREL.

2.5 Paneles Fotovoltaicos

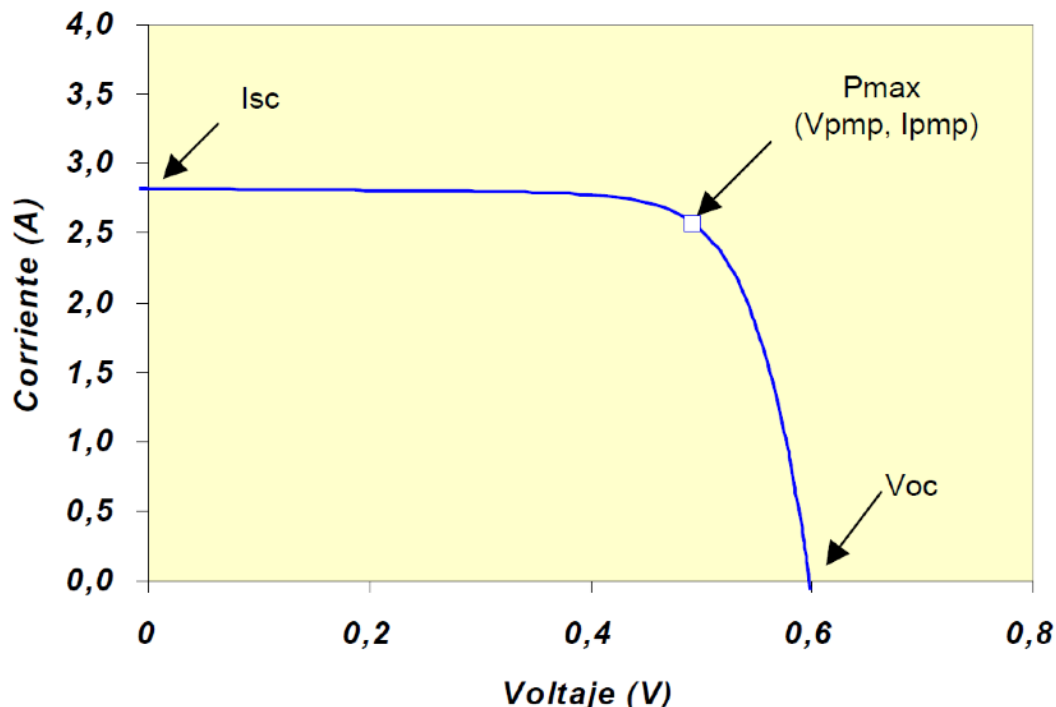
A la hora de caracterizar un módulo fotovoltaico se han de tener en cuenta varios factores:

Potencia Máxima ($P_{MÁX}$): es la potencia máxima que puede desarrollar el panel bajo unas determinadas condiciones de temperatura e irradiación.

Intensidad máxima (I_{MPPT}): es valor de la corriente asociada la $P_{MÁX}$ que ofrece el panel bajo unas condiciones de temperatura e irradiación.

Tensión máxima (V_{MPPT}): es valor de la tensión asociada la $P_{MÁX}$ que ofrece el panel bajo unas condiciones de temperatura e irradiación.

Intensidad de cortocircuito (I_{SC}): es la intensidad máxima que puede desarrollar el panel bajo unas determinadas condiciones de temperatura e irradiación, correspondientes a un voltaje igual a cero.



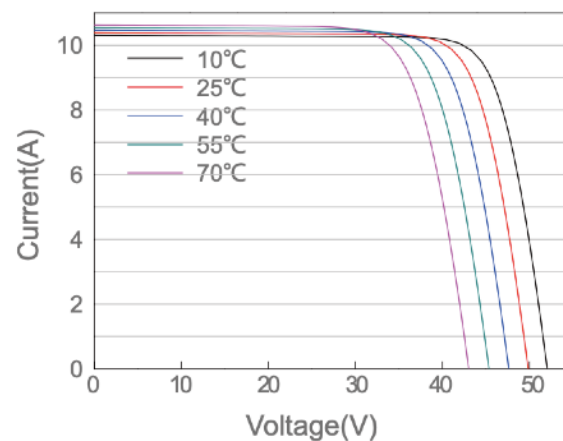
Gráfica 5: Variación V-I. Fuente: Web.

Tensión de circuito abierto (V_{OC}): es la tensión máxima que puede desarrollar el panel bajo unas determinadas condiciones de temperatura e irradiación, correspondiente a una corriente igual a cero.

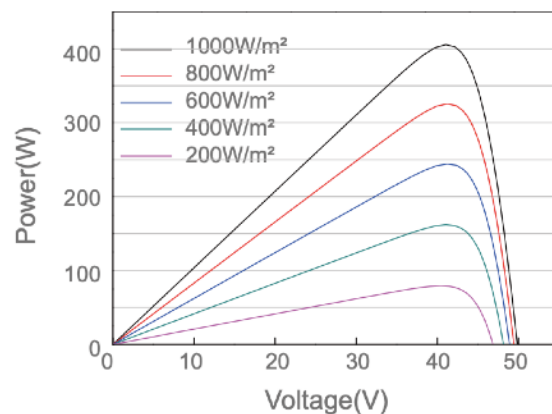
Factor de Forma (FF): es la relación entre la potencia máxima y el producto de I_{SC} y V_{OC} ; $FF = P_{MÁX}/(I_{SC} \cdot V_{OC})$. Valores bajos indican pérdidas en el panel, mientras que valores por encima de 0,7 indican que se trata de un panel con un buen rendimiento.

Otro parámetro a tener en cuenta es la temperatura a la cual trabajan los paneles, ya que valores bajos o muy elevados afectan drásticamente al rendimiento de estos.

Temperatura de operación nominal de la célula (NOTC): es la temperatura que alcanzan las células en condiciones normales de operación (20°C y 800 W/m^2).



Gráfica 6: Variación V-I con la T °C . Fuente: Web.



Gráfica 7: Variación P-V con la Irradiación. Fuente: Web.

2.6 Tipo de Paneles

El desarrollo de paneles fotovoltaicos ha permitido que la radiación solar no se utilice únicamente para la obtención en exclusiva de electricidad. Se pueden distinguir tres tipos de módulos solares, paneles fotovoltaicos [2.5], captadores térmicos y paneles híbridos.

2.6.1 Captadores Térmicos

Este tipo de módulos solares a diferencia de los paneles fotovoltaicos utilizan la radiación solar única y exclusivamente para la obtención de ACS (Agua Caliente Sanitaria). Por medio de la incidencia de la radiación solar se calienta un fluido portador y a través de un circuito se calienta el agua que almacena en su acumulador.

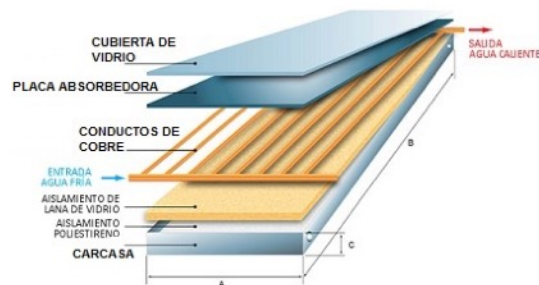


Ilustración 3: Esquema Captador Térmico. Fuente: Web.

2.6.2 Paneles Híbridos

Haciendo uso de ambas tecnologías (solar térmica y solar fotovoltaica) los paneles solares híbridos son una alternativa para dar solución a la obtención de ACS y energía eléctrica. Gracias a su diseño, el agua que circula en la parte posterior del panel mejora el rendimiento, ya que reducen las temperaturas a las que trabaja el panel, obteniendo así una mayor producción eléctrica.

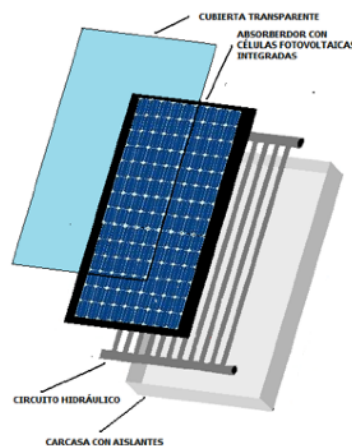


Ilustración 4: Esquema Panel Híbrido. Fuente: Web.

2.6.3 Hibridación

La hibridación consiste en el aprovechamiento de varias energías renovables a la vez, como por ejemplo la solar y la eólica. Con esto se consigue dar solución a la falta de los factores naturales de producción de estas energías. Dando una alternativa de energía eólica por las noches y una producción solar cuando no hay suficiente viento.

Es posible ver esta tecnología en el parque de eólico de Breña (Albacete), donde Acciona ha llevado acabo esta técnica al recubrir la torre de un generador eólico con paneles fotovoltaicos orgánicos y flexibles. [6]



Ilustración 5: Parque de Breña. Fuente: ED Creativo 2019.

2.7 Inversor

Un inversor, también conocido como ondulator, es un dispositivo electrónico que permite convertir la corriente continua producida por el grupo generador en corriente alterna a 230 V.

En función del tipo de instalación se pueden distinguir dos tipos de inversores.

2.7.1 Inversor aislado a red

Son inversores que por ellos mismos generan la onda senoidal, estos inversores transforman la corriente continua de las baterías conectadas a los paneles fotovoltaicos en corriente alterna. Gracias a esto es posible realizar un autoconsumo de energía eléctrica por medio de los paneles, alimentando así electrodomésticos y otros aparatos del hogar que precisan de corriente continua para su funcionamiento.

2.7.2 Inversor conectado a red

Este tipo de inversores utiliza la señal de la red eléctrica para generar la misma onda senoidal que esta, siguiendo su tensión y frecuencia. De este modo al estar sincronizadas con la red, pueden verter en ella cuando así sea necesario.

2.8 Baterías

Las baterías son elementos capaces de almacenar la energía producida por el grupo de generación fotovoltaica para su posterior uso. En general se distinguen dos tipos, baterías de ácido y baterías alcalinas.

2.9 Regulador

La función del regulador de carga es asegurar que tanto en el proceso de carga como en el de descarga, las baterías operen dentro de los correctos parámetros de funcionamiento.

También regula la corriente de la batería para impedir que esta nunca sobrepase los valores de sobrecarga, monitoriza de manera constante el estado de carga de la batería.

Principalmente se utilizan dos tipos de reguladores para la regulación de carga, PWM y MPPT.

2.9.1 Reguladores PWM

Pulse Width Module (PWM), se puede resumir como un interruptor que conecta las baterías solares a los paneles fotovoltaicos.

2.9.2 Reguladores MPPT

Maximum Power Point Tracker (MPPT), estos reguladores buscan en cada momento que la instalación fotovoltaica otorgue la mayor potencia posible mediante una modulación de la I-V [Gráfica 5], como la generación de los módulos es de corriente y no de potencia, el regulador compensa la tensión por intensidad, para lograr este fin.

Para instalaciones pequeñas se usa un PWM debido a su reducido coste y un MPPT cuando la instalaciones ya se hace más complejas y grandes.

Otro de los criterios a tener en cuenta a la hora de elegir el regulador es el tipo de panel fotovoltaico de la instalación. Si se tratan de paneles de 36 o 72 células (12 y 24 V respectivamente) se puede utilizar un regulador de carga PWM o un MPPT, mientras que en el caso de paneles de 60 células la única opción posible es la de utilizar un regulador de carga MPPT.

En cualquier caso no se pueden mezclar paneles de distinta célula.

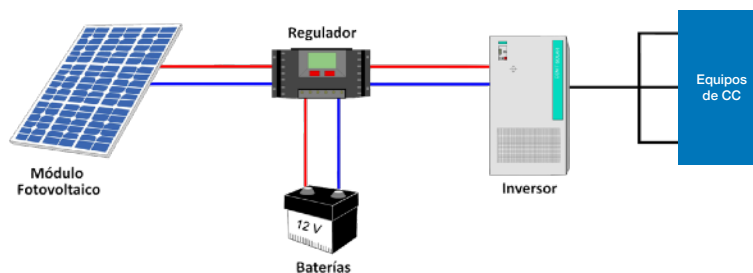


Ilustración 6: Esquema Instalación Aislada a Red. Fuente: Web.

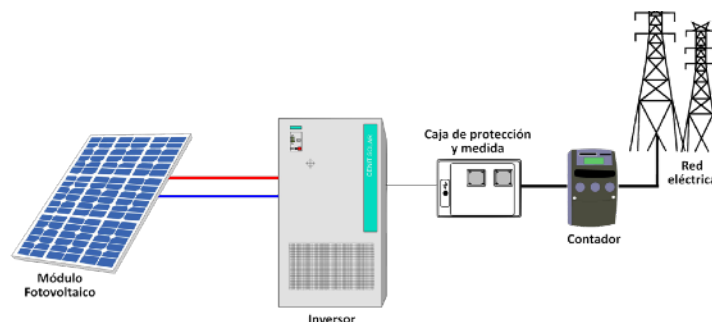


Ilustración 7: Esquema Instalación Conectada a Red. Fuente: Web.

Parte III: Conclusiones Técnicas

Las energías renovables ya son el presente de las principales fuentes de suministro energético y deben ser el único futuro de las energías de consumo. El ser humano debe cambiar sus formas de consumir y producir para el bien del planeta y de la vida humana en el mismo.

La mejora constante de las energías renovables y los cambios de legislación están brindando una gran oportunidad para el desarrollo de las instalaciones renovables, entre las que destacan las de generación FV.

En un país como España donde el sol es fuente de vida, hay que aprovechar al máximo esta gran fuente de energía para abastecer las necesidades de consumo energético del país, no se pueden seguir dependiendo de la producción de energías no renovables, cuando estas están abocadas a terminarse, pero no sin dejar una gran contaminación su a paso.

Hoy en día un vivienda unifamiliar puede tener un autoconsumo a base de energías renovables e incluso sacar benéfico vendiendo el exceso de esta, pero aun hay un gran camino que recorrer para depender única y exclusivamente de una instalación FV sin grandes inconvenientes.

El primer gran escollo a superar a la hora de embarcarse en un proyecto de estas características es el coste de la inversión inicial, a esto hay que sumar la eficiencia de los equipos, desde el panel hasta el inversor, sin olvidar las condiciones meteorológicas.

Respecto a los equipos, actualmente se venden paneles de más de 400Wp, mejores reguladores que consiguen una mayor producción de energía de la instalación y avances en los materiales de las baterías, para mejorar su almacenamiento y vida útil. Todo esto hace que se obtenga una mayor producción y reducir los costes, pero aun así sigue siendo inaccesible para gran parte de la ciudadanía. No solo por la inversión, sino también por las dudas legales y/o técnicas que supone para el consumidor.

El futuro es renovables, pero es ahora cuando se ponen las bases.

Parte IV: Diseño, Cálculo y Dimensionamiento

4.1 Ubicación

La instalación se encuentra ubicada en C/Pedro Cerbuna 19, 50009, Zaragoza (Zaragoza), ahí se encuentran los módulos prefabricados del departamento de geografía que hacen de despachos y sala de estudio, conocido como Interfacultades III.

Estos módulos prefabricados se construyeron a raíz de las obras de remodelación de la Facultad de Filosofía y Letras, para dar una solución a parte de los alumnos y profesores que tuvieron que ser desplazados al comienzo de las obras. La apertura de la nueva facultad está prevista para el curso 2022/23.



Ilustración 8: Módulos Prefabricados. Fuente: Google Maps.

Las coordenadas geográficas son las siguientes:

Latitud: 41,64 | Longitud: -0,900 | Altitud: 223 metros

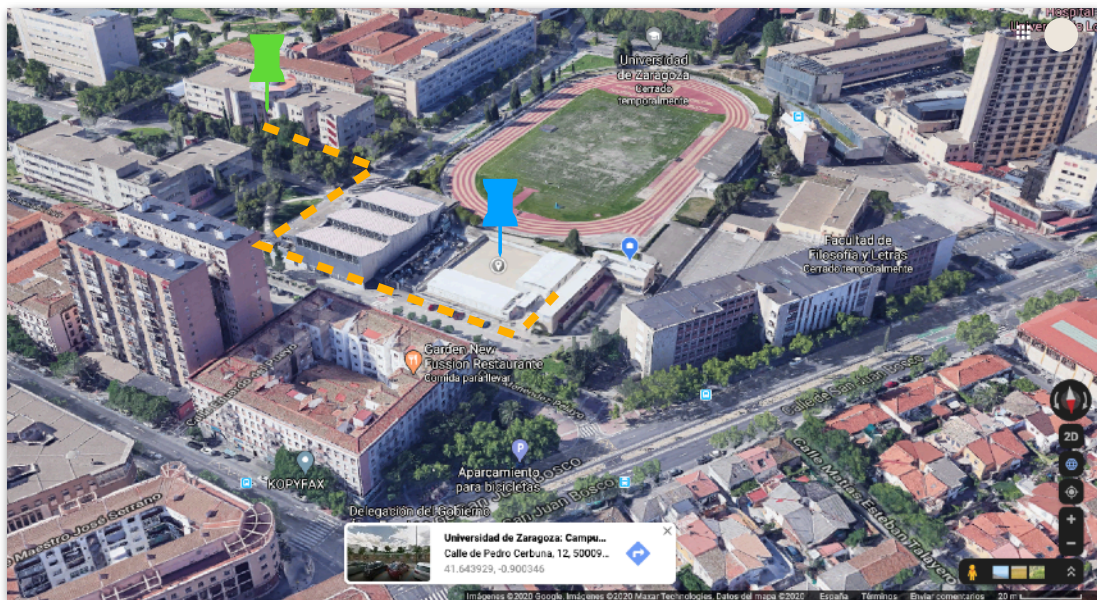


Ilustración 9: Ubicación Módulos Prefabricados y Edificio de Matemáticas. Fuente: Google Maps.

Los paneles FV se instalarán en el terreno, como se puede ver en la [Ilustración 10] representado por la zona verde, en la zona comprendida entre ambos módulos prefabricados, mientras que la [Ilustración 9] se puede apreciar el edificio de matemáticas (chincheta verde) de donde cuelga la línea de alimentación de los módulos.

Se optó por esta opción debida a que se dispone de una mayor superficie para colocar los paneles. Además, en el caso de colocarlos en la cubierta de los módulos sería necesaria la construcción de una estructura para soportar los paneles, debido a la inclinación y fijación de estos, lo que aumentaría el peso del conjunto, factor a tener muy en cuenta debido a que son módulos prefabricados y no una edificación convencional.

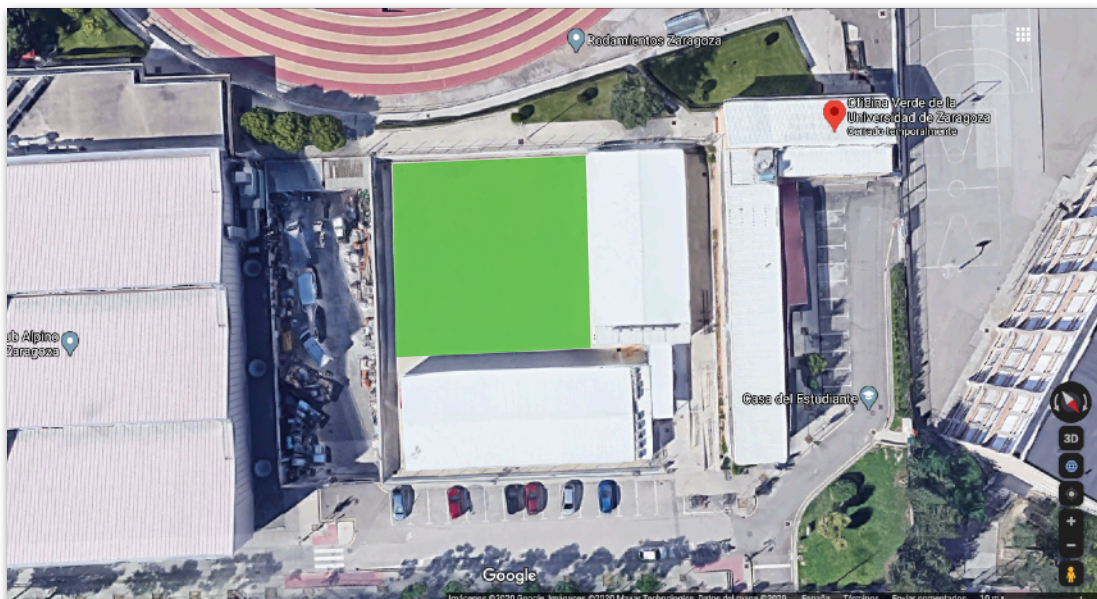


Ilustración 10: Ubicación Módulos Prefabricados II. Fuente: Google Maps.

La superficie total disponible en el terreno es de 585 m², frente a los aproximadamente 400 m² que proporcionan las cubiertas de los módulos prefabricados, que se quedan en 366,4 m² (163,84 m² la sala de estudio y 202,56 m² los despachos) tras dejar metros de seguridad anticipas en los bordes de las cubiertas.

Plano completo de la instalación adjuntado en el apartado del anexo [\[Planos\]](#).

4.2 Irradiación Solar

Para sacar los datos de irradiación se ha hecho uso de una herramienta interactiva de la Comisión Europea que otorga datos PVGIS [\[7\]](#) [Photovoltaic Geographical Information System]. Introduciendo las coordenadas de la localización de los módulos prefabricados y optimizando la localización, arroja unos datos anuales de irradiación anual en la zona de 2.086,76 kWh/m² para una inclinación óptima de 38°. Debido al tipo de soporte que se utilizará para al sujeción de los paneles esta inclinación no es posible, pero sirve de guía para escoger la más adecuada y sacar unos datos estimados de irradiación.

Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	35.1	121.1	5.0
Febrero	40.6	141.7	5.4
Marzo	49.3	177.7	5.3
Abril	50.3	186.8	3.9
Mayo	52.6	199.5	3.6
Junio	52.2	204.1	1.4
Julio	57.2	226.1	1.7
Agosto	57.0	223.3	0.8
Septiembre	50.5	192.9	2.6
Octubre	44.3	163.3	4.1
Noviembre	34.5	121.7	5.4
Diciembre	32.1	110.6	6.2

Tabla 1: Irradiación solar 38°. Fuente: PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.

Realizando la misma operación que antes pero ahora para 30° y 34°, que son dos de las inclinaciones que ofertan las sujeciones elegidas y que más se acercan a los 38° se obtienen los siguientes resultados.

Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	32.5	112.4	4.5
Febrero	38.5	134.4	5.0
Marzo	48.3	173.8	5.1
Abril	50.8	188.5	3.8
Mayo	54.4	206.4	3.8
Junio	54.7	213.8	1.5
Julio	59.7	236.1	1.8
Agosto	58.1	227.7	0.8
Septiembre	50.0	190.8	2.5
Octubre	42.5	156.7	3.9
Noviembre	32.2	113.8	4.9
Diciembre	29.5	102.0	5.5

Energía FV y radiación solar mensual

Mes	E_m	H(i)_m	SD_m
Enero	33.9	117.0	4.8
Febrero	39.6	138.3	5.2
Marzo	48.9	176.1	5.2
Abril	50.7	188.0	3.9
Mayo	53.6	203.3	3.7
Junio	53.5	209.3	1.5
Julio	58.6	231.5	1.8
Agosto	57.6	225.9	0.8
Septiembre	50.4	192.3	2.6
Octubre	43.5	160.3	4.0
Noviembre	33.4	118.0	5.2
Diciembre	30.8	106.5	5.9

Tabla 2: Irradiación solar 30°. Fuente: PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.

Tabla 3: Irradiación solar 34°. Fuente: PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.

Para una inclinación de 30° se obtiene una irradiación anual de 2.056,46 kWh/m², mientras que para una inclinación de 34° se obtiene una irradiación anual de 2.066,54 kWh/m².

Como se puede apreciar la diferencia entre la configuración óptima y la variaciones para 30° y 34° es mínima, por lo que la elección de una inclinación u otra tendrá una repercusión mínima en la producción anual del grupo fotovoltaico.

En este caso se opta por colocar los paneles fotovoltaicos con una inclinación de 30°, ya que esta es la inclinación óptima para latitud de los módulos prefabricados.

4.3 Panel de la Instalación

El panel fotovoltaico elegido para la instalación es un módulo monocristalino de 120 células (6x20) de 340Wp de la compañía JA SOLAR de Shanghai. Su nombre comercial es JAM60S10 340/PR, estos paneles cuentan con un alto rendimiento, en concreto este modelo presenta una eficiencia del 20,2%.

Las dimensiones de estos paneles es $1689\pm 2\text{mm}\times 996\pm 2\text{mm}\times 35\pm 1\text{mm}$, presentan un protección IP68 y cumple con los certificados IEC 61215, IEC 61730, ISO 14001: 2015, OHSAS 18001: 2007 e IEC TS 62941: 2016.

Todas estas especificaciones vienen descritas por el fabricante en el apartado del anexo [Datasheets](#).

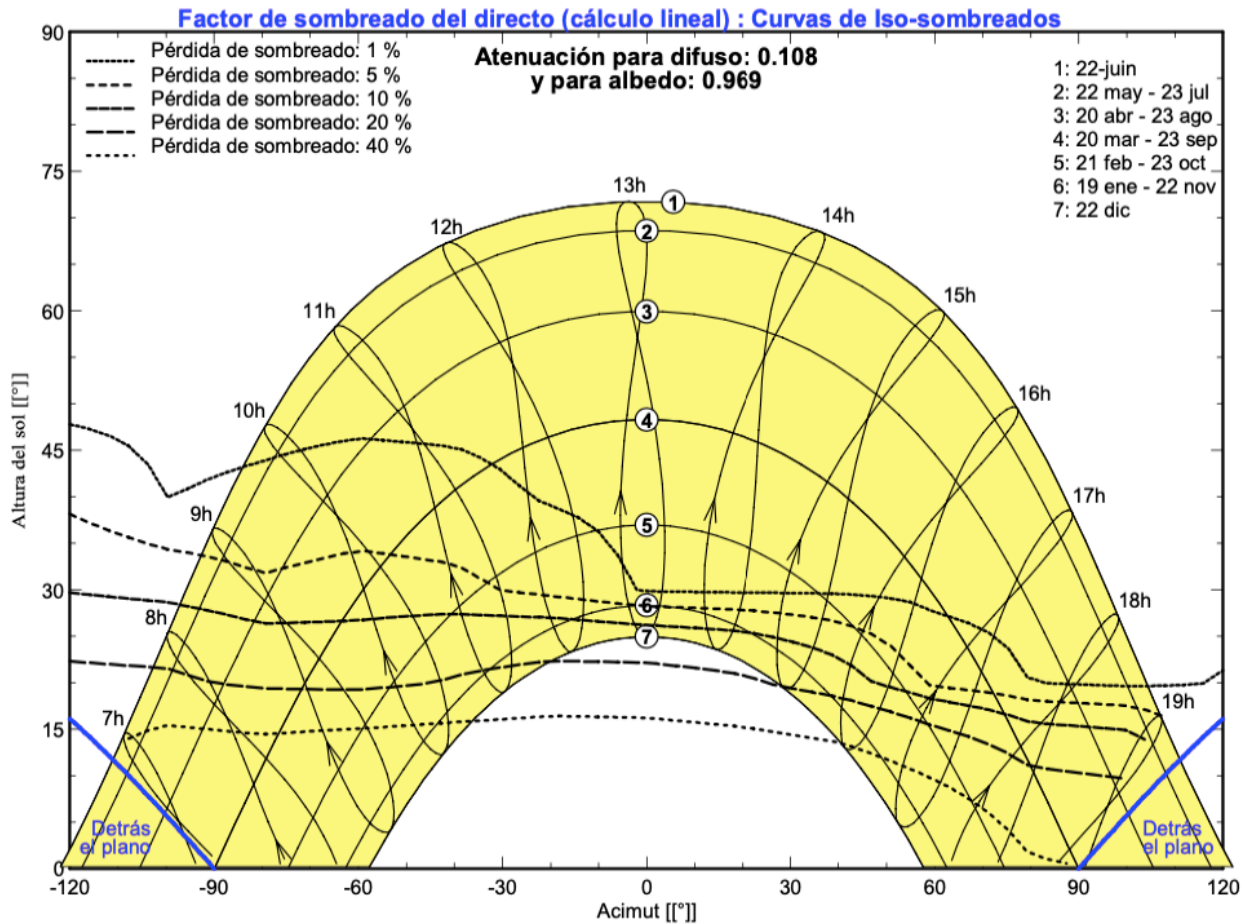
4.4 Sombras

Uno de los factores que más hay que tener en cuenta a la hora de realizar el dimensionamiento de un sistema de generación fotovoltaica son las sombras. El funcionamiento de una célula fotovoltaica, y con el ello un sistema fotovoltaico al completo, se basa en la irradiación solar [2.4], por ello una reducción de la irradiación incidente en los paneles conllevada por el efecto de las sombras tiene como consecuencia una producción eléctrica menor. La pérdida de eficiencia en el sistema de producción no es el único problema que ocasionan las sombras, también están las averías en los paneles fotovoltaicos, ya que las sombras provocan que la corriente que se genera circule en el sentido contrario al de un correcto funcionamiento, ocasionando así daños en los módulos fotovoltaicos. Para evitar esto último se implementa un sistema by-pass mediante la colocación de diodos, evitando así que la corriente circule en sentido inverso.

Así pues es importante la reducción de las sombras en los sistemas de generación fotovoltaica, se habla de reducción y no eliminación, ya que una completa eliminación de las sombras es del todo imposible debido a la posición del sol a lo largo del día.

4.4.1 Sombras Lejanas

Con ayuda el programa PVsyst es posible hacer una representación del perfil de obstáculos de una manera sencilla.



Gráfica 8: Perfil de Obstáculos mediante PVsyst.

Una comparación entre el perfil de obstáculos y el diagrama de trayectorias sol permite obtener las pérdidas por sombreado, aunque en este caso no será necesario realizarlo de manera manual ya que el propio programa también realiza este cálculo, arrojando unas pérdidas anuales por sombreado del 7,7%. Como límite, el Código Técnico de la Edificación (Cte) establece unas pérdidas máximas del 10% en casos generales, 15% en instalaciones de superposición y 20% en instalaciones de integración arquitectónica [8].

4.4.2 Sombras Cercanas

Los paneles fotovoltaicos se disponen sobre la superficie (como se realizará en este proyecto) o la cubierta de la edificación mediante una configuración serie-paralelo, por lo que los paneles (salvo que se coloquen de manera horizontal, 0° de inclinación) producen un sombreado, por lo tanto hay que dejar una separación entre los paneles para que no se sombreen entre ellos en absoluto o en la medida de lo posible.

Para saber la distancia mínima (d) que debe de haber entre cada fila de paneles se utiliza la siguiente fórmula:

$$d = \frac{h}{\tan(61 - \theta)}$$

Ecuación 1: Distancia mínima. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica, Oscar Perpiñán Lamigueiro. Versión 1.9 Enero 2018.

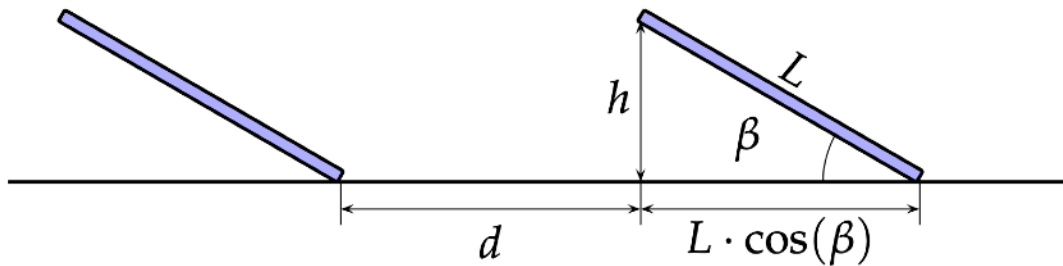


Ilustración 11: Distancia Mínima Entre Paneles. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica, Oscar Perpiñán Lamigueiro. Versión 1.9 Enero 2018.

Esta ecuación está diseñada para que se satisfaga un mínimo de 4 horas de sol durante el solsticio de invierno, 21 de diciembre, el día del año con menos horas de sol, en contra posición está el 21 de junio como el día del año con más horas de sol.

En este caso la distancia mínima entre filas para los siguientes parámetros:

- Longitud panel (L) = 0,996m (paneles dispuestos en posición horizontal)
- Inclinación panel (β) = 30°
- Latitud (θ) = 42°

Será de 1,45 metros, mientras que el ROT (Ratio Total de Ocupación) es de 2,33 metros.

El ROT es el espacio total ocupado por el panel más la sombra, es decir, la distancia total desde donde empieza un panel hasta donde empieza el siguiente.

$$ROT = \frac{d + L \cdot \cos(\beta)}{L}$$

Ecuación 2: ROT. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica, Oscar Perpiñán Lamigueiro. Versión 1.9 Enero 2018.

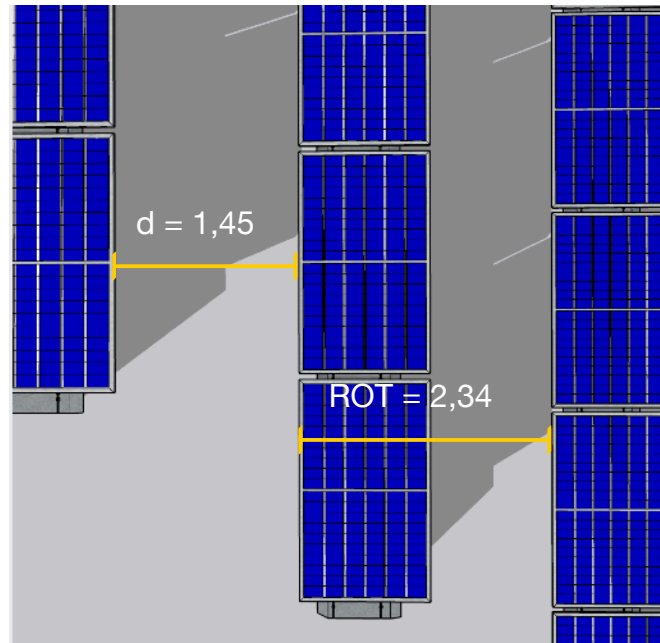


Ilustración 12: Distancia Mínima entre Paneles mediante SketchUP.

4.5 Disposición de los Paneles

Una vez conocida la distancia mínima entre cada fila de paneles ya es posible pasar a colocarlos sobre el terreno.

Haciéndose uso del programa PVsyst se introducen los parámetros de los paneles para obtener la cantidad de paneles que caben en la superficie, obteniéndose así 133 módulos.

Los paneles están rodeados de un muro y los módulos prefabricados, que hacen de sala de estudio y despachos, por lo que estos producen una sombra, así que hay que estudiar la proyección solar y eliminar los paneles que se ven más afectados.

Con PVsyst se analiza la proyección solar sobre la superficie y se eliminan dichos paneles. Tras esto la configuración pasa de 133 a 112.



Ilustración 13: Proyección Solar mediante PVsyst.

Es importante realizar este análisis porque aunque se reduzca el número de paneles, se mejora la eficiencia del sistema. En caso de dejar los 133 inicial se tendría una serie de paneles que estarían la mayor parte del día inutilizados debido a las sombras, por lo que se perdería potencia y en consecuencia inversión.

Al hacer esta reducción se obtiene un mayor espaciado entre filas por lo que se pasa a ampliar la distancia entre paneles, ahora $d = 1,54\text{m}$ y $\text{ROT} = 2,43\text{m}$. De esto modo además de ampliar las horas mínimas de sol durante el solsticio de invierno, que pasan de 4 a 5 [Ilustración 14], donde desde las 10:42 AM hasta las 3:21 PM no hay sombreado, también se obtiene más espacio para el transito entre filas a la hora de realizar las labores de mantenimiento.

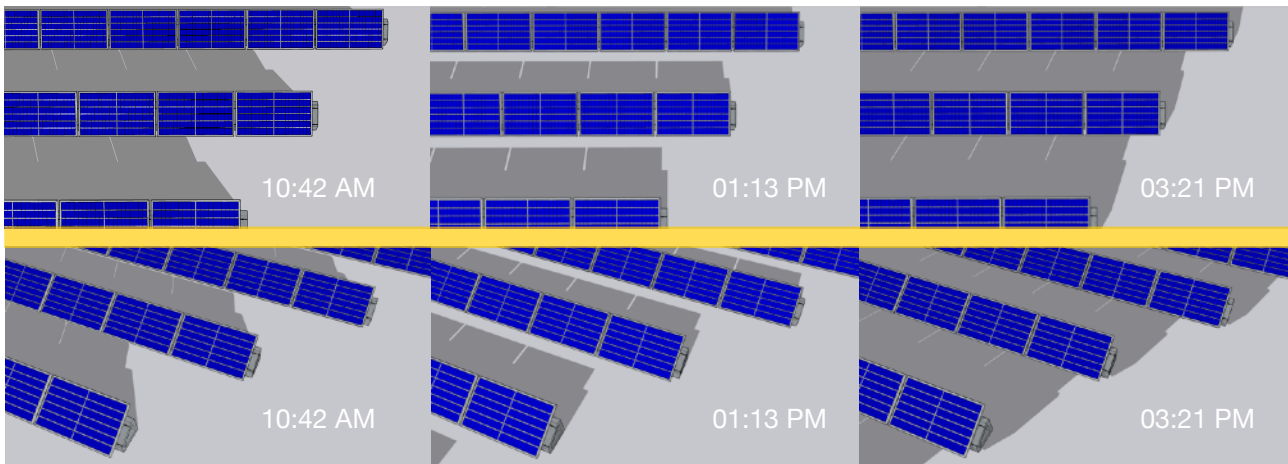


Ilustración 14: Evolución Sombreado Paneles mediante SketchUP.

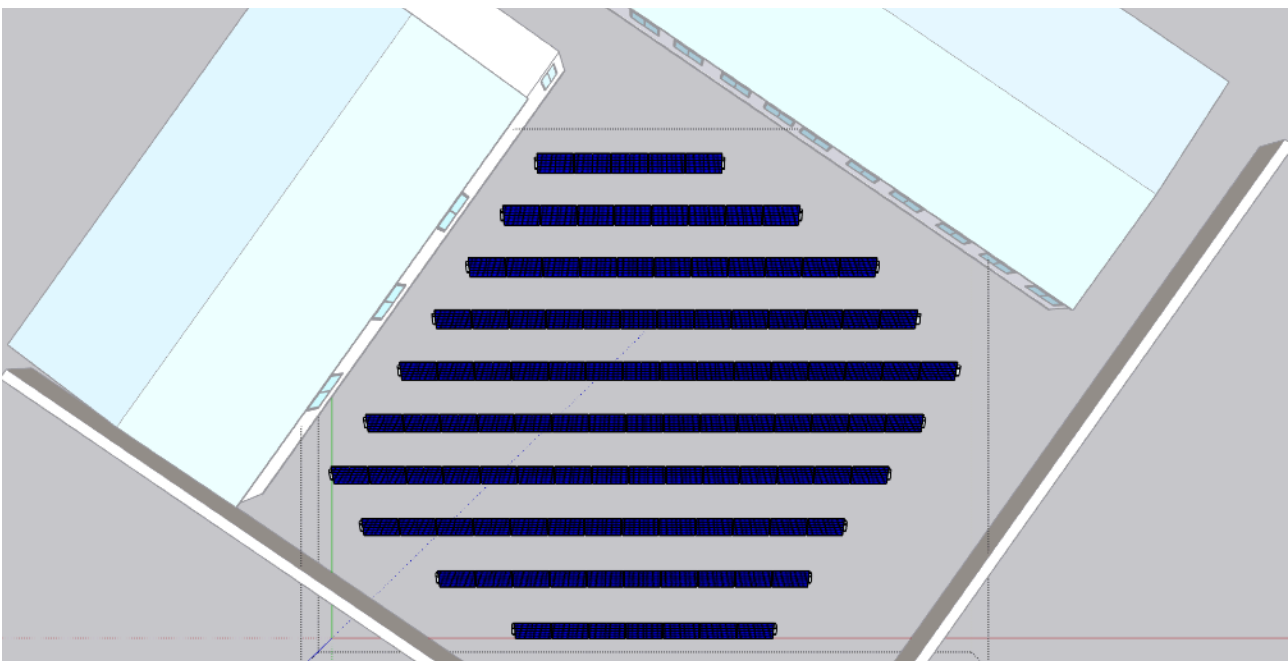


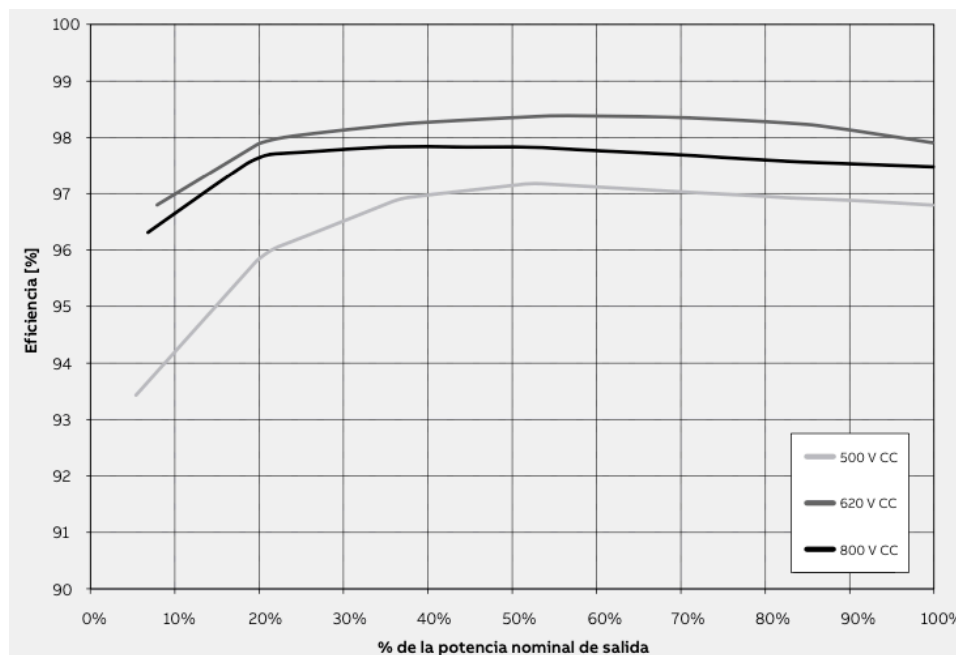
Ilustración 15: Disposición de los Paneles mediante SketchUP.

4.6 Elección del Inversor

Tras establecer la cantidad paneles que se instalarán y sabiendo la característica de los mismos, ya se se puede pasar a elegir un inversor acorde con la potencia pico que desarrollará la instalación. Se disponen de 112 paneles de 340 Wp por lo que el inversor deberá de soportar una potencia mínima de 38,08 kWp.

No se puede asegurar al 100% el estado de funcionamiento del grupo generador, es decir, su rendimiento, debido a que depende directamente del estado meteorológico, por lo que este es un factor a tener en cuenta a la hora de escoger el inversor.

Para ello se usa la curva de eficiencia que viene, entre otros parámetros, en la hoja de características del inversor.



Gráfica 9: Curva de Eficiencia Inversor. Fuente: Datasheet ABB Trio-20.0/20.7.

Cuanto mejor sea la eficiencia, el inversor entregará una mejor relación de potencia a la salida, pero esto también puede implicar que se sobrepasen límites de corriente admisible en la entrada el inversor, otro de los factores a tener en cuenta. A tener de esto, hay que mantener una buena relación entre la potencia generada y la potencia de salida del inversor. En instalaciones de integración arquitectónica donde la eficiencia energética está subyugado al diseño, el rendimiento del grupo de generación es menor, por lo que se puede aplicar una relación entre la potencia generación y la potencia del inversor de entre 1-1,4, sobredimensionando de este modo el grupo fotovoltaico. Mientras que en sistemas de seguimiento, donde la eficiencia es superior, esta relación ha de ser de modo recomendado de 1, y no tener un sobredimensionamiento superior al 20%.

La potencia total generada es de 38,08 kWp, así pues el inversor o inversores seleccionados deberán soportar una potencia mayor o igual a esta cifra. Atendiendo a esto, así como a la corriente máxima de entrada y la tensión mínima de entrada al inversor, se han escogido dos unidades del inversor TRIO-20.0 de la marca ABB.

Todas las especificaciones descritas por el fabricante en el apartado del anexo [Datasheets](#).

Los 112 módulos se dispondrán tal que la configuración serie-paralelo será de 14x8, de modo que se asegure la tensión de entrada al inversor comprendida entre 440-800 V, ya que los paneles generan 41,36 V cada uno, llegando a otorgar los 14 módulos fotovoltaicos 579,04 V. El inversor TRIO-20.0 cuenta con 2 MPPT independientes con una corriente máxima de entrada de 25 A cada uno y lo paneles generan 10,46 A, por lo que en cada MPPT se conectarán 2 paneles en paralelo, que a su vez tendrán 14 paneles en serie, es decir, la configuración para cada inversor será de 14x2 en cada MPPT.

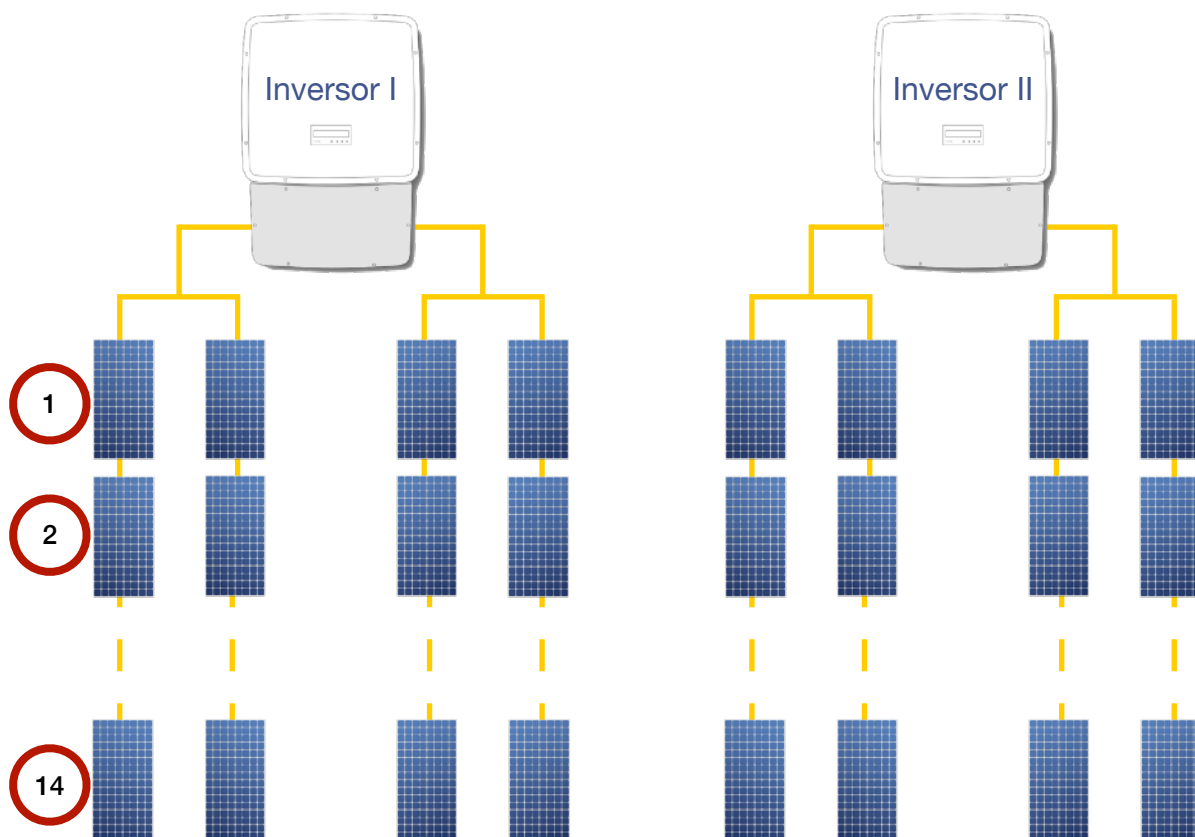


Ilustración 16: Configuración Paneles-Inversor.

De este modo, usando esta configuración serie-paralelo cada MPPT soporta 20,92 A y un total de 41,84 A cada inversor, a la vez que se asegura la tensión de entrada de para un funcionamiento óptimo.

4.7 Cálculo de la Energía Generada

Una vez conocido el emplazamiento, las características del panel y la cantidad de los mismos, mediante el programa Pvsyst se realiza el cálculo de la energía que produciría.

La energía generada por la instalación sería de 57,67 MWh/año.

	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	2.629	14.11	13.50
Febrero	3.510	15.09	14.54
Marzo	5.192	14.92	14.38
Abril	5.664	14.77	14.25
Mayo	6.142	14.46	13.91
Junio	6.271	14.16	13.64
Julio	6.784	14.02	13.50
Agosto	6.341	14.04	13.54
Septiembre	5.485	14.32	13.81
Octubre	4.219	14.56	14.04
Noviembre	3.115	14.30	13.73
Diciembre	2.317	13.80	13.21
Año	57.670	14.37	13.84

Tabla 4: Energía Anual Producida mediante PVsyst.

Las líneas de los módulos prefabricados de geografía y la sala de estudios cuelgan del edificio de matemáticas, por lo que no se puede saber con precisión exacta cuanta energía consumen, pero durante el año 2019 la energía consumida desde matemáticas fue de 1.063,412 MWh mientras que en 2017, antes de la colocación de los módulos prefabricados, fue de 1.051,474 MWh, es decir, una diferencia de 11,938 MWh. Usando estos datos se pudo otorgar a los módulos prefabricados un consumo anual de entre 10-15 MWh [10], pero estas cifras pueden variar debido a que esos años los consumos fuesen discretos o elevados, por lo que se otorgará una variación de +10MWh como seguridad, por que la estimación final quedará entre 20-25 MWh.

Así pues, la energía generada por el sistema FV cubriría con garantías la demanda de los despachos y la sala de estudio de geografía. Debido a que la energía generada por el sistema es muy superior a la demandada, se podría plantear una reducción de los paneles fotovoltaicos y así aproximar la generación a la demanda, pero teniendo en cuenta que las líneas cuelgan del edificio de matemáticas, ese exceso de producción que queda al restar el consumo de la parte de Interfacultades III, es aprovechado por la demanda de matemáticas.

4.8 Sistema Climático de los Módulos Prefabricados

La instalación FV debe dar sustento a la demanda energética de todos los equipos eléctricos que hay dentro de los módulos prefabricados. Estos equipos eléctricos están formados por el conjunto de ordenadores de los despachos de los profesores y los equipos de climatización, tanto de los despachos como de la sala de estudio.

Se optó teniendo en cuenta las características de los locales climatizados, la actividad y las posibilidades de emplazamiento de la maquinaria, así como las exigencias de la propiedad, por la implementación de un sistema compuesto por un total de 9 unidades, 7 unidades iguales del tipo Multi-Spli-Pared (3x1), Inverter, aire/aire, bomba de calor, y 2 unidades iguales del tipo Multi-Spli-Pared, (2x1), Inverter, aire/aire, bomba de calor, a lo que respecta al módulo dedicado a los despachos. Mientras que el sistema de climatización del módulo de la sala de estudio esta compuesto por 6 unidades iguales del tipo Spli-Suelo/Techo, Inverter, aire/aire, bomba de calor.

Ambos circuitos de climatización dan prestaciones tanto para invierno como para verano.

Todas las especificaciones descritas por el fabricante en el apartado del anexo [Datasheets](#).

La potencia total instalada en entre ambas instalaciones es de 115,6 kW de potencia frigorífica (63,3 kW sala de estudio y 52,30 kW despachos), 122,48 kW de potencia calorífica (66,78 kW sala de estudio y 55,70 kW despachos), con una absorción de potencia eléctrica de 41,10 kW (25 kW sala de estudio y 16,10 kW despachos).

Los dispositivos van conectados al mismo circuito que el resto de equipos eléctricos, por lo que la carga energética caerá sobre la misma línea, la que corresponde al cuadro de matemáticas, de la que cuelga toda la instalación eléctrica de los módulos prefabricados.

Así pues, la demanda energética procedente de la parte de climatización está englobada en el de energía consumida por los despachos y la sala de estudio, que como se estimó en el punto anterior, estaría entre 20-25 MWh al año, y que quedaría cubierta por completo por la generación de los módulos FV.

4.9 Rendimiento del Sistema

En un sistema energético es importante lograr un buen rendimiento en el sistema de producción y en los equipos que lo componen, ya que un mayor rendimiento conlleva menos pérdidas y con ello una mayor eficiencia. Esta eficiencia se representa mediante el parámetro PR (Performance Ratio).

En los sistemas de producción fotovoltaica los factores que pueden conllevar a una pérdida de eficiencia son varios, desde la irradiación solar que reciben los paneles, que es un factor que está fuera de dominio, puesto que depende del estado meteorológico, pasando por las pérdidas por sombreado o el cableado de la instalación.

Por todo esto, es conveniente hacer un buen análisis de los puntos susceptibles a pérdidas, para así poder minimizarlas en la medida de lo posible.

El PR se calcula a partir de las siguientes pérdidas:

- Pérdidas de IAM
- Pérdidas de mismatch
- Pérdidas por suciedad en los módulos
- Pérdidas respecto a la potencia nominal
- Pérdidas debido a la temperatura
- Pérdidas óhmicas del Cableado
- Pérdidas debido al MPPT
- Eficiencia energética del inversor
- Pérdidas por posición de generador y sombreado

Pérdidas IAM: 2,5%

En la operación habitual de un módulo fotovoltaico ni la incidencia de la irradiación ni el espectro son estándar (1000 W/m^2 y AM1,5G, respectivamente), por lo que esto puede afectar a la respuesta de las células, dando lugar ganancias o pérdidas energéticas.

Pérdidas de mismatch: 1%

Son pérdidas ocasionadas por las ligeras diferencias en las características eléctricas que hay entre los módulos a la hora de conectarlos y formar un generador fotovoltaico.

Pérdidas por suciedad en los módulos: 0%

La acumulación de polvo y suciedad en los módulos pueden hacer que se produzca una reducción de la capacidad de estos.

Estas pérdidas pueden pasar del 0% al 8% de un día a otro debido a lluvias, por ello es importante la limpieza de los paneles. La ubicación de los paneles puede hacer que estas pérdidas sean menores, en este caso la simulación arroja un 0% de pérdidas, pero es aconsejable realizar una limpieza periódica de la instalación para evitar acumulación de suciedad.

Pérdidas respecto a la potencia nominal: 3,6%

Los módulos FV al igual que cualquier producto de fabricación industrial no son todos idénticos, por ello el fabricante considera una banda de potencia nominal. En este caso la tolerancia es de $\pm 5\text{W}$.

Pérdidas debido a la temperatura: 8%

Los módulos FV generan energía debido a la irradiación solar, pero presentan unas condiciones límites de temperatura, una vez superado este límite, a cuanto mayor temperatura funcionan peor será el rendimiento. La temperatura de los paneles suele estar 20°C por encima de la temperatura ambiental.

Los paneles de esta instalación soportan una temperatura límite de entre -40 y 85°C .

Mediante la aplicación de la siguiente fórmula se puede hallar la temperatura de la célula.

$$T_c = T_a + \frac{NOCT - 20}{800} G$$

Ecuación 3: Temperatura de la célula. Fuente: Apuntes

Donde T_a es la temperatura ambiente, NOCT es la temperatura nominal de operación, que viene dada en la hoja de características del panel ($45 \pm 2^\circ\text{C}$) y G la irradiación solar.

Pérdidas óhmicas del Cableado: 1%

En la parte CC y CA se producen pérdidas ocasionadas por las caídas de tensión de los conductores. Cumpliendo con el ITC-BT40 los conductores en la parte de CC deberán tener una caída de tensión no superior del 1,5%, al igual que en la parte de CA.

Pérdidas debido al MPPT: 1,8%

El inversor dispone de un dispositivo electrónico que se encarga del seguimiento del máximo punto de potencia del sistema fotovoltaico. Un error en el seguimiento de este punto implica pérdidas de generación de energía. Por este motivo se hace una estimación de las pérdidas que pueden ocasionar en la instalación estos errores en el seguimiento.

Eficiencia energética del inversor: 98%

El inversor como se menciona previamente [4.6], tiene unas curvas de funcionamiento que determinan la eficiencia de este a la hora de convertir la energía generada por los módulos FV en corriente alterna, este dato al igual que la curva de eficiencia [Gráfica 9] se encuentra en la hoja de características que presenta el fabricante.

Pérdidas por posición de generador y sombreado: 7,7%

Los módulos FV se colocan de tal manera [4.4.2] que se aseguren las 4 horas de sol durante el solsticio de invierno, pero que se dispongan de la manera más óptima no implica que no se produzcan pérdidas por sombras, únicamente se consigue reducir las hasta lograr estas 4 horas de irradiación sin obstáculos.

Haciendo uso de estas pérdidas se realiza un estudio del rendimiento total de la instalación, el PR de esta instalaciones es de 78,9%.

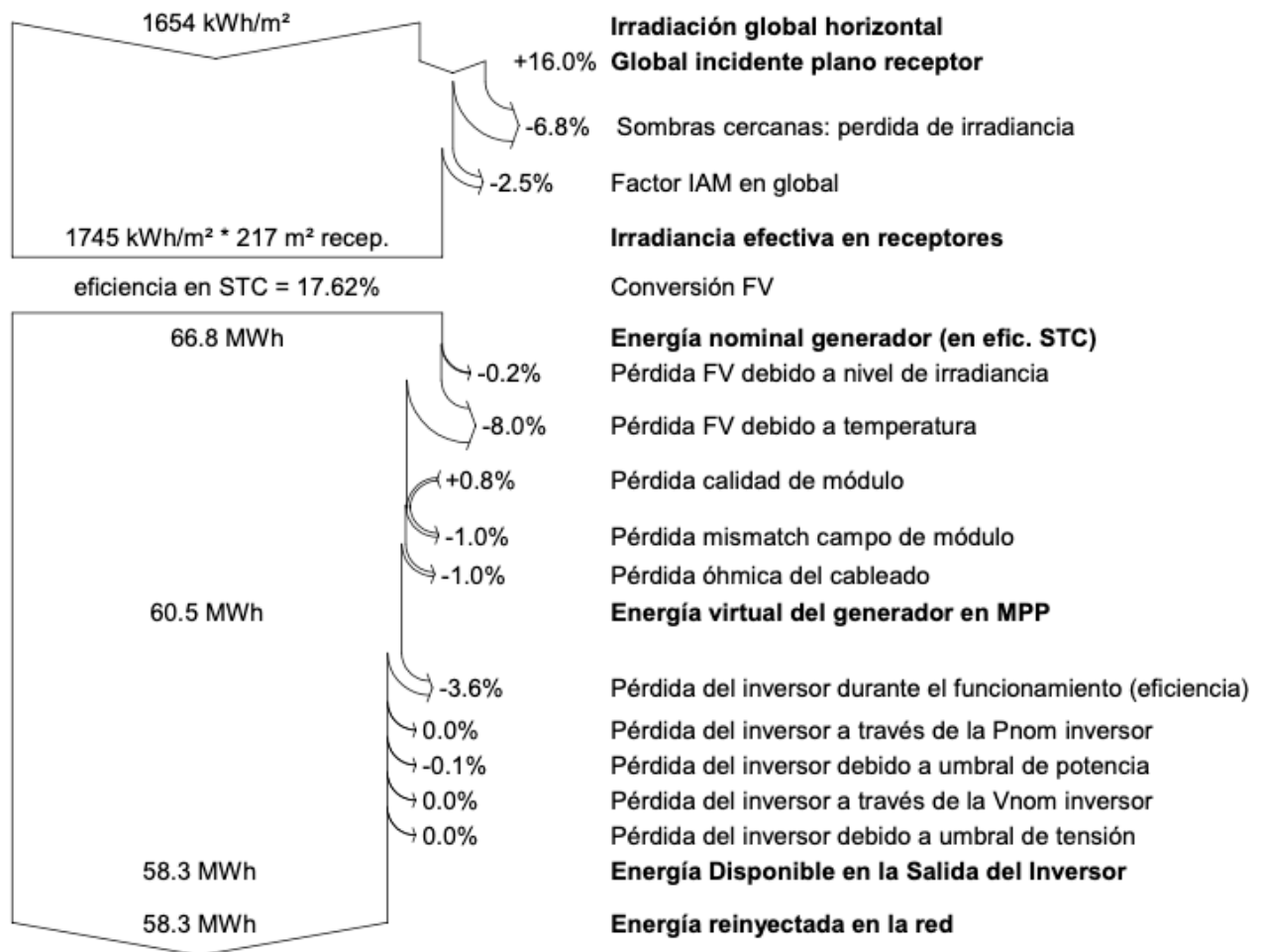


Diagrama 1: Pérdida Anual del Sistema mediante PVsyst.

5.0 Cableado y protección

Seguindo el pliego de condiciones técnicas del IDAE y la ITC-40, el cableado deberá cumplir las siguientes condiciones:

- Los conductores tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de CC y CA tendrán la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 % teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones.

- Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.
- Se incluirá toda la longitud de cable CC y CA. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.
- Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

El circuito de CC comprende el cableado entre los módulos fotovoltaicos hasta la entrada del inversor.

Los cables a utilizar serán de cobre unipolares de tensión asignada 0,6/1 kV flexible de clase 5 según UNE EN 60228, no propagador de la llama para instalación exterior y no propagadores del incendio y con emisión de humo y opacidad reducida para instalación interior. Por tanto, se utilizará cable normalizado de tipo H1Z2Z2-K.

Para la formación de las ramas, se unen los módulos con su propio cable de serie. Los propios módulos fotovoltaicos les cubrirán de los rayos directos del sol. Para unir módulos alejados se utilizará cable solar H1Z2Z2-K de 4 mm² de cobre bajo tubo de 20 mm de diámetro, de acuerdo a lo establecido en la ITC-BT-21.

El cableado que une la rama de módulos hasta el Cuadro de Protecciones CC será H1Z2Z2-K de 4 mm² de Cobre y seguridad clase II, uso intemperie. La tensión asignada será no inferior a 1 kV y tendrán un recubrimiento que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias específicas de la norma UNE 21030.

Desde el Cuadro de Protecciones de CC se llega hasta el inversor de la instalación con cables para cada string (uno positivo y otro negativo) H1Z2Z2-K de 4 mm² de cobre. La tensión asignada será no inferior a 1 kV y tendrán un recubrimiento que garantice una buena resistencia a las acciones de la intemperie y deberán satisfacer las exigencias específicas de la norma UNE 21030.

Por otra parte el circuito de CA comprende desde el inversor hasta el CGBT. Las caídas de tensión según marca la ITC-BT-40 serán inferiores al 1,5%.

La línea desde el inversor hasta el Cuadro de Protecciones de BT y cuadro de conexión contará con cable RZ1-K (AS) 0,6/1 kV de 10 mm², en cobre, serán libre de halógenos, no propagadores del incendio y con emisión de humos y opacidad reducida, deberán cumplir la norma UNE-21123.

Además de contar con un correcto cableado, ambos circuitos debían contar con las protección adecuadas.

La parte de CC deberá contar con:

- Protección contra cortocircuitos
- Protección contra sobrecargas
- Protección contra contactos directos e indirectos
- Protección contra sobretensiones
- Protección contra polarización inversa

Mientras que la parte de CA contará con:

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas
- Protección contra sobretensiones
- Fallos a tierra
- Desequilibrios en la red

En lo que concierne a la puesta a tierra, esta se registrará por el Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre y el Real Decreto 842/2002, de 2 de Agosto.

5.1 Soporte de los Paneles

Los paneles fotovoltaicos necesitan de una estructura de soportación, que además de hacer que estos no estén en contactado directo con el suelo, también otorgan a los paneles la inclinación que precisan para una correcta irradiación. Esta estructura deberá ser lo suficientemente resistente para aguantar los paneles y las condiciones meteorológicas a las que se verá expuesta a lo largo de la vida útil de la instalación. La estructura elegida para esta instalación tendrá una inclinación de 30° e ira en contado directo con el suelo, por lo que no se tendrá en cuenta el peso que tenga, como si se tendría en el caso de ir la instalación sobre una cubierta.

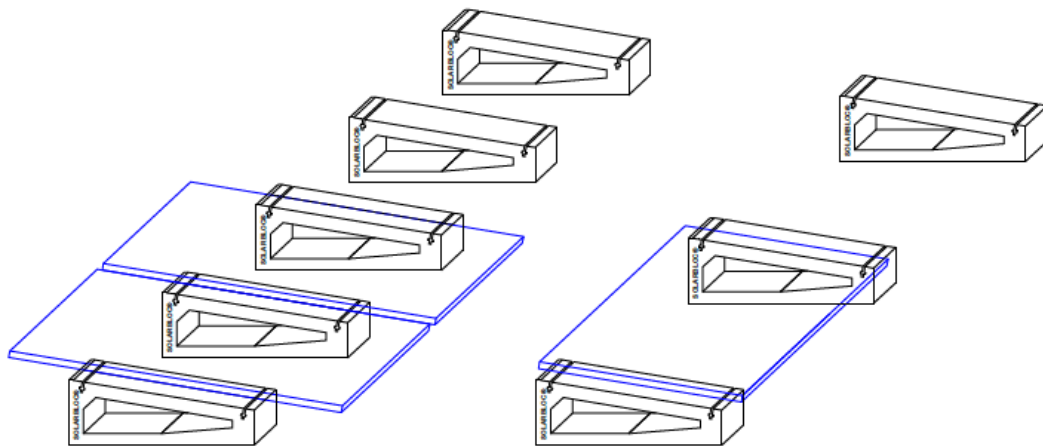


Ilustración 17: Estructura de montaje de los Paneles. Fuente: Solarbloc.

El soporte elegido es un bloque de hormigón de la compañía Solarbloc del Grupo Duran, (especificaciones descritas por el fabricante en el apartado del anexo [Datasheets](#)) que dispone de una gran variedad de ángulos para sus bloques, entre el cual se encuentran los de 30° que se precisan para esta instalación.

Se usarán un total de 122 bloques para soportar los 112 paneles de la instalación.

5.2 Normativa Aplicable

Esta instalación se ha diseñado de acuerdo a la normativa nacional y autonómica vigente que regula esta actividad y otras que puedan afectar a la misma. La normativa es la siguiente:

- Real Decreto ley 15/2018, de 5 de octubre de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- Real Decreto 1699/2011, 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a la red, PCT-C Octubre 2002.
- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del sector eléctrico.
- Real Decreto Ley 7/2006 del 23 Junio por el que se adoptan medidas urgentes del sector eléctrico.
- Ley 24/2013, 26 diciembre, del sector eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, 6 de junio por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007, 24 de agosto, por el que se aprueba el reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Decreto 842/2002 de 2 de Agosto por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de diciembre, por el que se reglan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ETU/1976/2016, de 23 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso de energía eléctrica para 2017.
- Real Decreto 1053/2014, de 12 de diciembre, por el que se aprueba una nueva Instrucción Técnica Complementaria (ITC) BT 52 «Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos», del Reglamento electrotécnico para baja tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, y se modifican otras instrucciones técnicas complementarias del mismo.
- Resolución del 31 de Mayo de 2001, por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)
- Especificaciones técnicas específicas de la compañía eléctrica distribuidora.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT.

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y sus Instrucciones Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000 de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

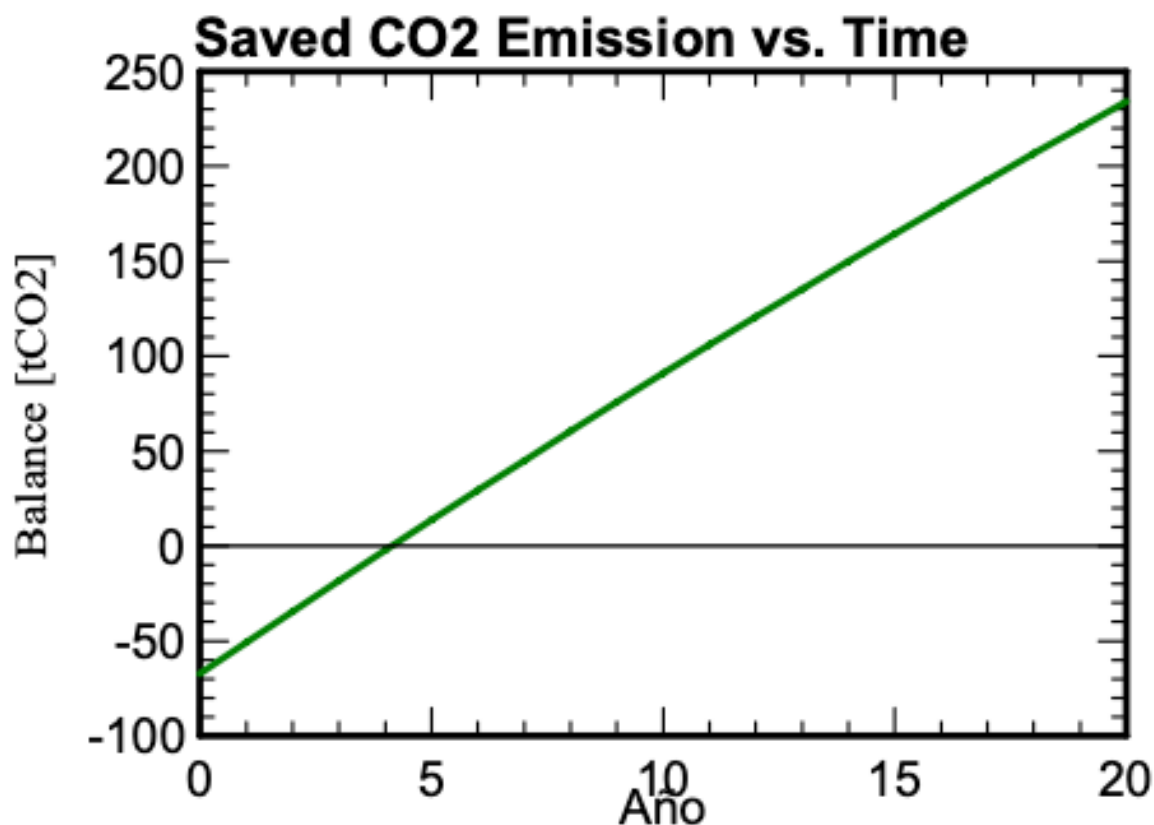
5.3 Balance Ambiental

Las energías renovables además de ser una fuente de energía inagotable, también representan una forma de energía más limpia y respetuosa con el medio ambiente. Pero a pesar de ser una *energía verde*, esta sí contamina, si bien cuando se habla estrictamente de la producción de energía esta es limpia, si tenemos en cuenta el global desde la creación de los paneles hasta la generación de energía, si encontraremos un rastro de contaminación.

Mediante el uso PVsyst es posible calcular las emisiones de CO² de la instalación durante su vida útil.

Produced Emissions	Total:	67.36 tCO₂	
	Source:	Detailed calculation from table below	
Replaced Emissions	Total:	331.0 tCO₂	
	System production:	57.67 MWh/a.	Lifetime: 20 years
			Annual Degradation: 1.0 %
	Grid Lifecycle Emissions:	287 gCO ₂ /kWh	
	Source:	IEA List	Country: Spain
CO₂ Emission Balance	Total:	234.0 tCO₂	

Tabla 5: Emisiones de CO² de la instalación mediante PVsyst.



Gráfica 10: Emisiones de CO² de la instalación mediante PVsyst.

La instalación emite un total de 67,36 toneladas de CO², mientras que durante los 20 años que esté en funcionamiento supone una reducción de 331 toneladas en emisiones, lo que supone un subtotal de 234 tCO² ahorrados al planeta.

Parte V: Conclusiones

La producción de energía que es capaz de desarrollar el sistema fotovoltaico cubre con garantías la demanda que se realiza por parte de los módulos que conforman Interfacultades III, por lo que objetivo de este proyecto queda totalmente solventado. La potencia demandada por el conjunto de equipos que hay dentro de los módulos prefabricados está entre 20-25 MWh al año, por los 57,67 MWh anuales que se generarían por parte de los paneles, es decir, la producción es 2,3 veces mayor que la demanda.

El circuito de Interfacultades III está conectada a la línea del edificio de matemáticas, por lo que la energía sobrante pasaría a abaratar los costes de energía de este edificio.

El coste total de explotación son 48.435€ (presupuesto desglosado en el anexo en el apartado [Presupuesto](#)) con una producción anual estimada en 57,67 MWh, por lo que el primer año el coste de producción serían de 0,84 €/kW, mientras que a partir de la liquidación, solo teniendo que hacer frente a los costes de manteniendo, estimados aproximadamente en 1.000€ al año, serían de 0,0173€/kW.

El año pasado a la Universidad de Zaragoza la electricidad del edificio de matemáticas le costo 0,132474 €/kWh [1], suponiendo un gasto de 140.874,21€ con un consumo de 1.063,412 MWh. Es decir, los 57,67 MWh anuales que produciría la instalación le costaron 7.639,78€, lo que supone 13,08% más que el coste de la misma electricidad generada por los paneles una vez liquidada la inversión.

Realizando un estudio solo del edificio de matemáticas la Universidad se ahorraría anualmente 6.639,78€, ya que hay que restar la parte de mantenimiento de la instalación. Teniendo en cuenta que el coste de la instalación son 48.435€ esta estaría amortizada en algo más de 7 años.

La Universidad pago el año pasado 3.539.159€ de electricidad por un consumo de 25.649,62 MWh, invertir en una instalación de este calibre solo supondría incrementar un 1,01% este gasto, por lo es perspectiva la inversión inicial no sería tan elevada.

Si se replicase esta instalación en toda la Universidad, con que solo el 5% de la energía fuese FV supondría un ahorro anual de más de 147.000€ e incluso más si en las instalaciones creadas hubiese sobreproducción y el excedente se vendiese.

Analizando las cifras, a pesar del elevado coste inicial que supone una instalación fotovoltaica, con los años esta es totalmente amortizable, llegando incluso a dar beneficios al propietario al vender el exceso de producción.

Parte VI: Líneas Futuras

Uno de los problemas o dudas que surgen de esta instalación FV es la situación en la que quedaría una vez terminadas las obras de la nueva Facultad de Filosofía y Letras para el año 2023 y los módulos prefabricados sean desmantelados (en caso de ser así).

En este sentido hay varias vías para poder aprovechar la instalación y amortizar la inversión.

- I. Debido a que la línea de los módulos cuelga de matemáticas no sería necesario eliminar la aportación de los paneles, manteniendo el sustento que dan a la demanda de carga del edificio de matemáticas. Además una vez derruidos los módulos prefabricados se gana espacio para la colocación de más módulos, además de una reducción de sombras sobre los paneles.
- II. En caso de no mantener el sustento al edificio de matemáticas, esa energía se podría desviar a los edificios contiguos a la instalación, la Unidad Técnica de Construcción y Energía (UTCE) y/o al Servicio de Actividades Deportivas (SAD). En ambas cosas con la posible ampliación mencionada en el punto anterior, además en el caso del SAD al contar con duchas, debido a la actividad deportiva, se podrían instalar paneles híbridos o captadores térmicos para dar abastecimiento de ACS (Agua Caliente Sanitaria) a los abonados.
- III. Aprovechar la proximidad de la instalación FV con el parking del campus para dar sustento a vehículos eléctricos, tanto coches como VMP (Vehículo de Movilidad Personal), cobrando un importe a los usuarios que hicieran uso de este servicio. De este modo no solo se fomentaría el uso de vehículos de una menor emisión, sino que se sacaría un beneficio extra a la instalación.

Todas estas posibles vías, son doblemente beneficiosas, porque además de hacer una reutilización provechosa de una instalación acabada, tras el desmantelamiento de los módulos prefabricados, se sigue perpetuando la utilización de energías verdes para el consumo energético, cumpliendo así con uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y respetando el medio ambiente.

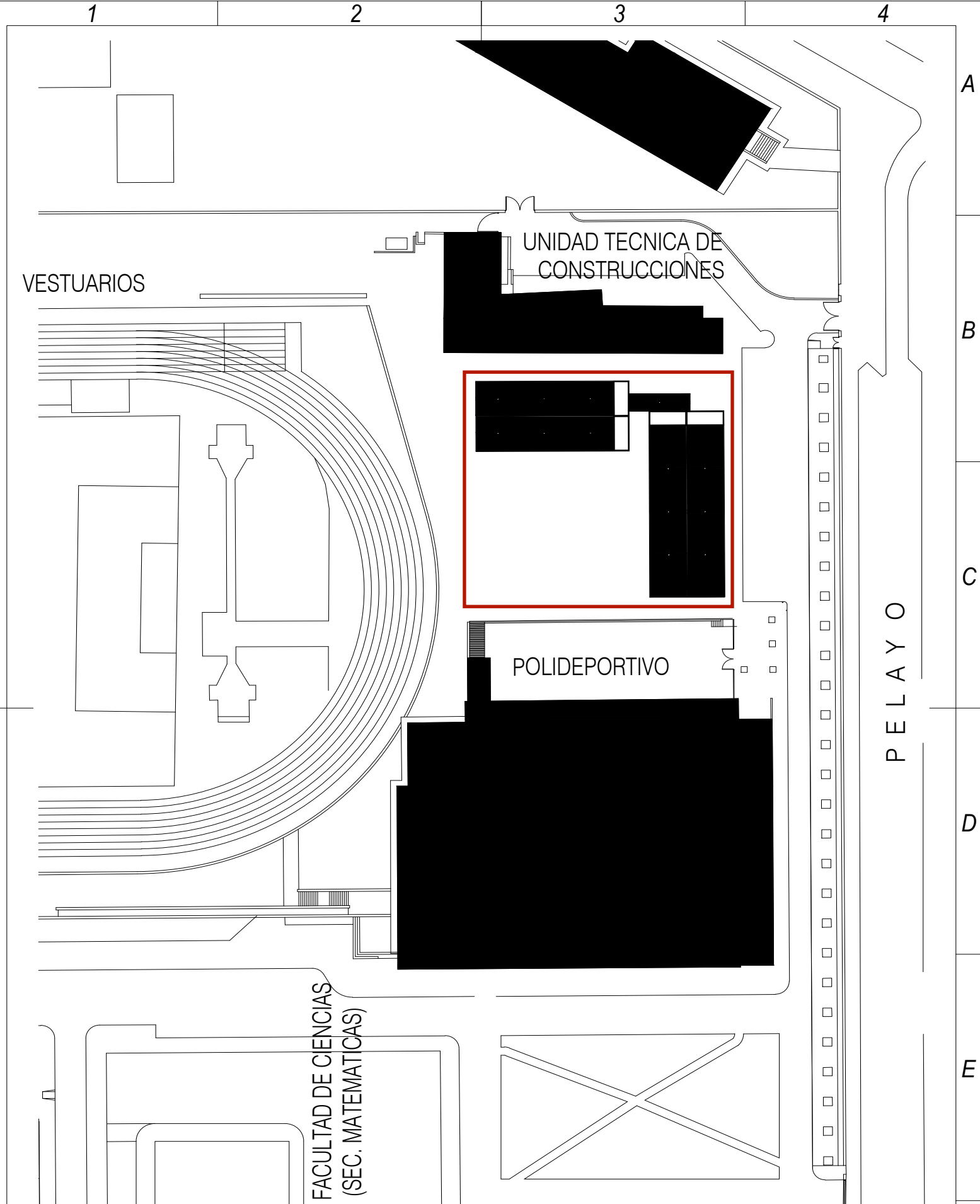
Parte VII: Bibliografía


- [1] David Cambra Campillo, “Jefe de Sección Energía y Medio Ambiente de la Oficina Verde de la Universidad de Zaragoza”, 2020.
- [2] Nota de prensa Red Eléctrica de España, “Previsiones de cierre Red Eléctrica Española”, 2019.
- [3] Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, “Informe de supervisión del mercado peninsular mayorista al contado de electricidad”, IS/DE/013/19, 2018.
- [4] Asociación de Empresas de Energías Renovables - APPA Renovables, “Estudio del impacto macroeconómico de las energías renovables en España”, 2018.
- [5] Salvador Escoda S.A, “Libro blanco de las energías renovables”, Edición 18.1.
- [6] El Diario - edcreativo, “Historia de como han pasado de ‘Energías Alternativas’ a ser nuestra única opción”, 2019.
- [7] Union Europea, “Photovoltaic Geographical Information System”, 2001-2020.
- [8] Oscar Perpiñán Lamigueiro, “Energía solar Fotovoltaica”, V. 1.9, Enero de 2018.

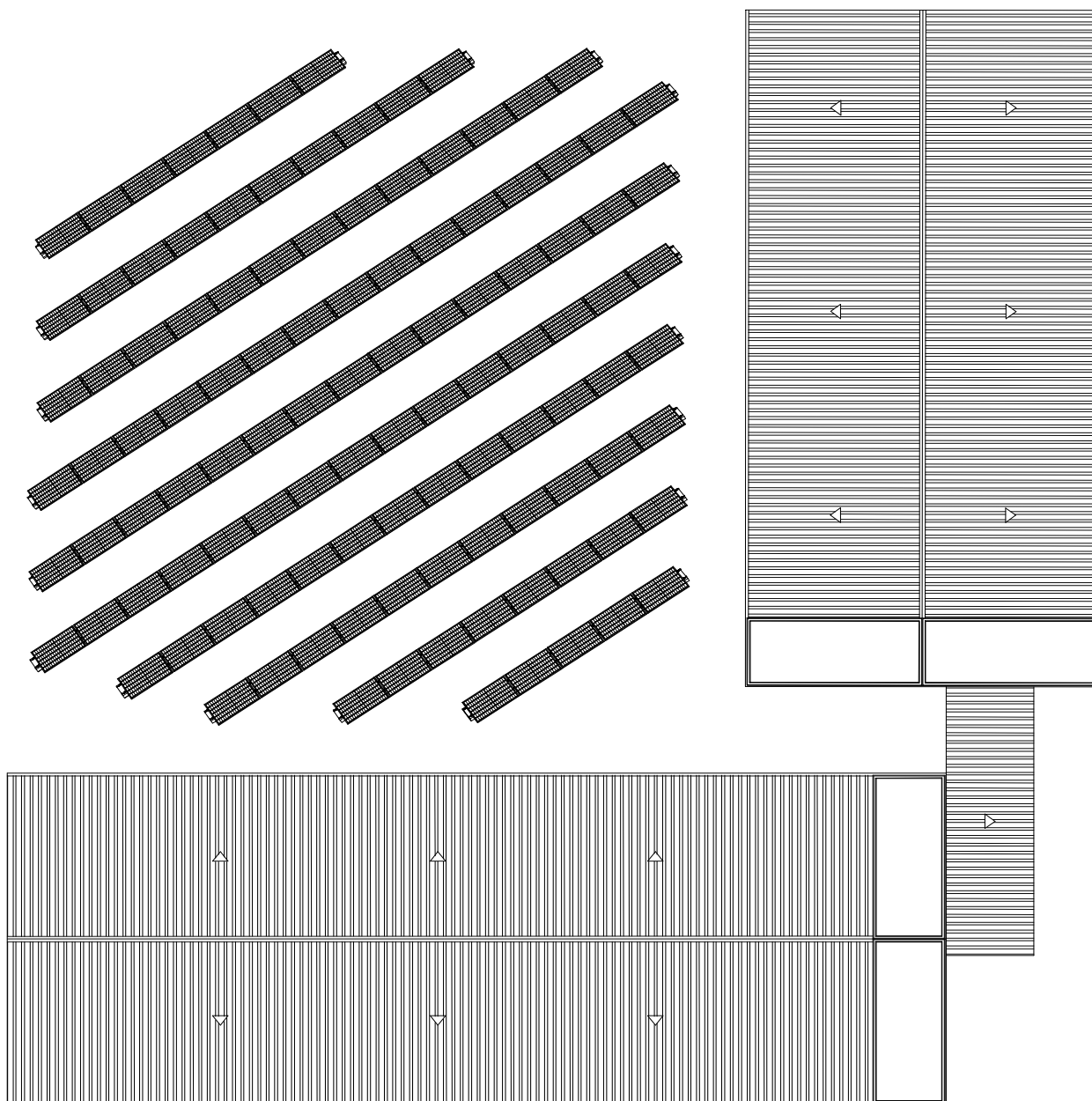
ANEXO

Índice

Parte I: Planos.....	46
Parte II: Presupuesto	49
Parte III: Simulaciones	50
Parte IV: Programas Utilizados	56
Parte V: Gráficas, Tablas, Ilustraciones y Ecuaciones	57
Parte VI: Datasheets	59



	Fecha	Nombre	Firma:	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza	F
Dibujado	05-09-2020	Joel Mendes Gonçalves			
Comprobado					
Escala	Titulo	Plano de Situación	47	NIA	558702
1:150	Proyecto	Trabajo de Fin de Grado		Curso	2019-2020
				Plano Nº	02



	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	 Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza
<i>Dibujado</i>	05-09-2020	Joel Mendes Gonçalves		
<i>Comprobado</i>				
<i>Escala</i>	<i>Título</i>	Edificio Modular - Interfacultades III		NIA 558702
1:100	<i>Proyecto</i>	Trabajo de Fin de Grado		Curso 2019-2020
				Plano Nº 03

Parte II: Presupuesto

Cuando se habla de instalaciones de producción FV se suele hablar de una gran inversión inicial, pero también de una gran amortización. Con el paso de los años, el avance tecnológico y el cambio de legislaciones han ido haciendo que esta inversión se reduzca de manera considerable, a la par que mejora la amortización.

En la siguiente tabla se hará un desglose del coste de la instalación.

Inversión			
Módulos FV (Pnom = 340 Wp)	112 unidades	307 € / unidad	34431 €
Soportes/Integración		28 € / módulo	3100 €
Inversores (Pnom = 20.0 kW ac)	2 unidades	2484 € / unidad	4969 €
Ajustes, cableado, ...			3808 €
Proyecto y Legalización			2127 €
Sustitución subestimada			0 €
Inversión bruta			48435 €
Financiamiento			
Inversión bruta			48435 €
Impuestos sobre la inversión (IVA)	Tasa 0.0 %		0 €
Inversión bruta (con IVA)			48435 €
Subsidios			0 €
Inversión neta (todos impuestos incluidos)			48435 €
Anualidades	(Préstamo 0.0 % sobre 0 años)		48435 €/año
Costos de explotación anuales: mantenimiento, seguros ...			0 €/año
Costo total anual			48435 €/año
Costo de energía			
Energía producida			57.7 MWh / año
Costo de la energía producida			0.84 € / kWh

Tabla 6: Coste de la instalación mediante PVsyst.

Como se puede apreciar el grueso de la inversión se encuentra en el coste de los paneles FV siendo más del 70% de la inversión, mientras que el resto va a parar de manera muy repartida al par de inversores, soportes, cableado y legalización.

Parte III: Simulaciones

PVSYST V6.43				01/06/20	Página 1/6
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación					
Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Módulos Geografía					
Lugar geográfico		Zaragoza		País	España
Ubicación		Latitud	41.6°N	Longitud	0.9°W
Hora definido como		Hora Legal	Huso hor. UT+1	Altitud	230 m
		Albedo	0.20		
Datos climatológicos:		Zaragoza	Meteonorm 7.1 (1999-2010) - Síntesis		
Variante de simulación : Nueva variante de simulación					
		Fecha de simulación	01/06/20 01h17		
Parámetros de la simulación					
Orientación Plano Receptor		Inclinación	30°	Acimut	0°
Modelos empleados		Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
Perfil obstáculos		Sin perfil de obstáculos			
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Características generador FV					
Módulo FV		Si-mono	Modelo	JAM6(R)-72-340	
Original PVsyst database			Fabricante	JA Solar	
Número de módulos FV			En serie	14 módulos	En paralelo 8 cadenas
N° total de módulos FV			N° módulos	112	Pnom unitaria 340 Wp
Potencia global generador			Nominal (STC)	38.1 kWp	En cond. funciona. 34.3 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del generador (50°C)			V mpp	476 V	I mpp 72 A
Superficie total			Superficie módulos	217 m²	Superf. célula 196 m²
Inversor					
Original PVsyst database			Modelo	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US	
			Fabricante	ABB	
Características			Tensión Funciona.	200-950 V	Pnom unitaria 20.0 kWac
Banco de inversores			N° de inversores	4 * MPPT 50 %	Potencia total 40 kWac
Factores de pérdida Generador FV					
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const)	20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s
Pérdida Óhmica en el Cableado		Res. global generador	112 mOhm	Fracción de Pérdidas	1.5 % en STC
Pérdida Calidad Módulo				Fracción de Pérdidas	-0.8 %
Pérdidas Mismatch Módulos				Fracción de Pérdidas	1.0 % en MPP
Efecto de incidencia, parametrización ASHRAE		IAM =	1 - bo (1/cos i - 1)	Parám. bo	0.05
Necesidades de los usuarios : Carga ilimitada (red)					

50

PVSYST V6.43

01/06/20

Página 2/6

Sistema Conectado a la Red: Definición del sombreado cercano

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Módulos Geografía

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema Tipo de sistema **Conectado a la red**

Sombras cercanas

Orientación Campos FV

Módulos FV

Generador FV

Inversor

Banco de inversores

Necesidades de los usuarios

Sombreado lineal

inclinación

Modelo

N° de módulos

Modelo

N° de unidades

Carga ilimitada (red)

30°

JAM6(R)-72-340

112

TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US

2.0

acimut 0°

Pnom 340 Wp

Pnom total **38.1 kWp**

20.00 kW ac

Pnom total **40.0 kW ac**

Perspectiva del campo FV y situación del sombreado cercano

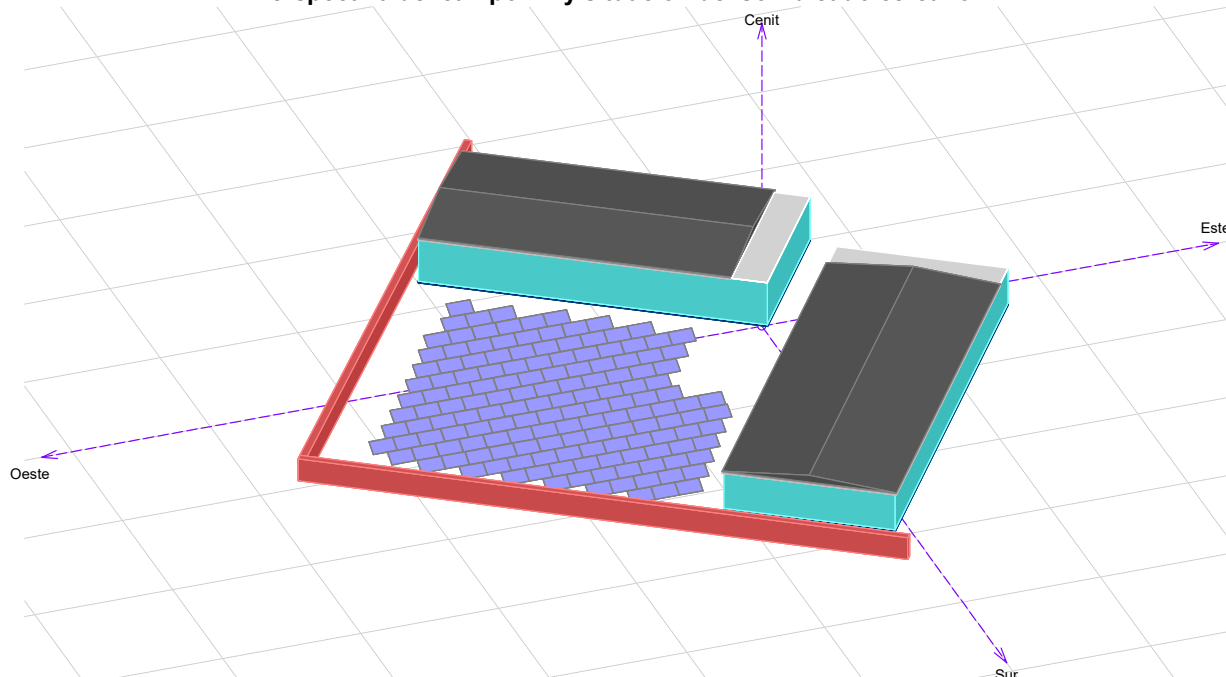
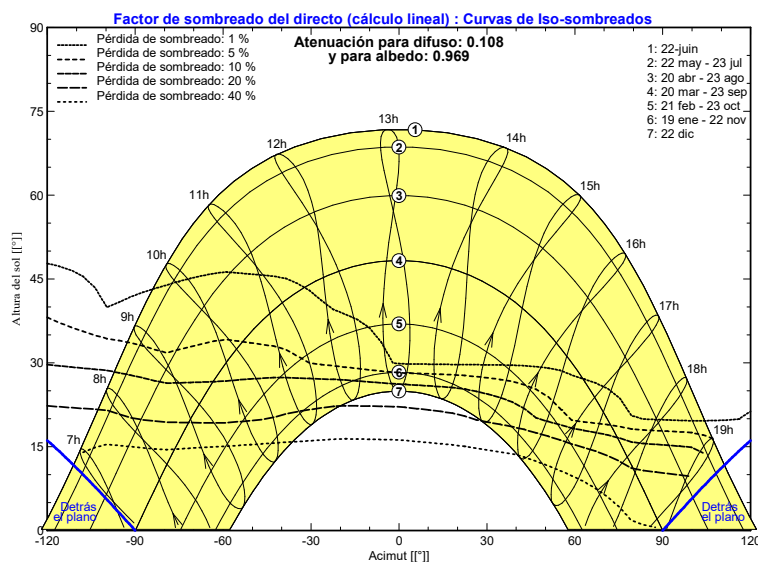


Diagrama de Iso-sombreados

Proyecto Conectado a la Red at Módulos Hora Legal



PVSYST V6.43	01/06/20	Página 3/6
--------------	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: Resultados principales

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Módulos Geografía

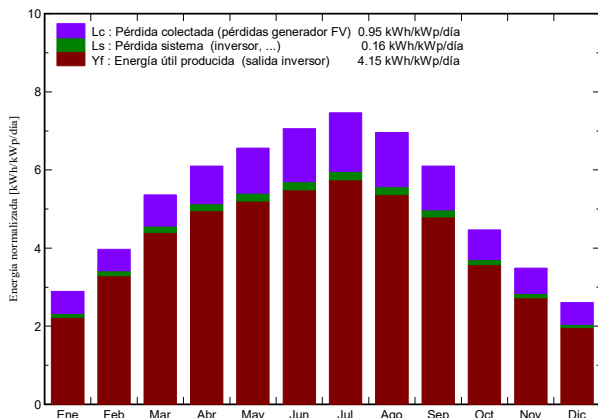
Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	inclinación	30° acimut 0°
Módulos FV	Modelo	JAM6(R)-72-340 Pnom 340 Wp
Generador FV	N° de módulos	112 Pnom total 38.1 kWp
Inversor	Modelo	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US 20.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0 Pnom total 40.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

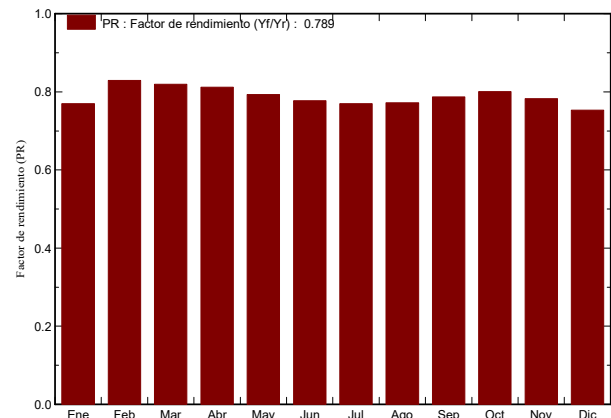
Resultados principales de la simulación

Producción del Sistema	Energía producida	57.67 MWh/año	Produc. específico	1514 kWh/kWp/año
	Factor de rendimiento (PR)	78.9 %		
Inversión	Total incl. impuestos	48435 €	Específico	1.27 €/Wp
Costo anual	Anualidades (Préstamo 0.0%, 0 años)	48435 €/a.	Costo de explotación	0 €/a.
Costo de energía		0.84 €/kWh		

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 38.1 kWp



Factor de rendimiento (PR)



Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m²	T Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	EffArrR %	EffSysR %
Enero	55.6	6.20	89.7	73.5	2.747	2.629	14.11	13.50
Febrero	78.3	7.92	111.2	99.0	3.642	3.510	15.09	14.54
Marzo	130.4	11.41	166.3	151.4	5.386	5.192	14.92	14.38
Abril	165.7	13.55	183.1	167.2	5.873	5.664	14.77	14.25
Mayo	203.3	18.22	203.4	186.0	6.383	6.142	14.46	13.91
Junio	219.6	22.91	211.8	194.1	6.510	6.271	14.16	13.64
Julio	235.3	24.89	231.4	213.8	7.044	6.784	14.02	13.50
Agosto	200.6	24.45	215.7	198.7	6.578	6.341	14.04	13.54
Septiembre	150.5	20.14	183.0	167.8	5.689	5.485	14.32	13.81
Octubre	100.7	16.21	138.4	123.9	4.376	4.219	14.56	14.04
Noviembre	65.5	10.03	104.5	88.7	3.244	3.115	14.30	13.73
Diciembre	48.5	6.22	80.8	63.9	2.422	2.317	13.80	13.21
Año	1654.2	15.22	1919.3	1727.9	59.893	57.670	14.37	13.84

Legendas:	GlobHor	Irradiación global horizontal	EArray	Energía efectiva en la salida del generador
	T Amb	Temperatura Ambiente	E_Grid	Energía reinyectada en la red
	GlobInc	Global incidente plano receptor	EffArrR	Eficiencia Esal campo/superficie bruta
	GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados	EffSysR	Eficiencia Esal sistema/superficie bruta

PVSYST V6.43	01/06/20	Página 4/6
--------------	----------	------------

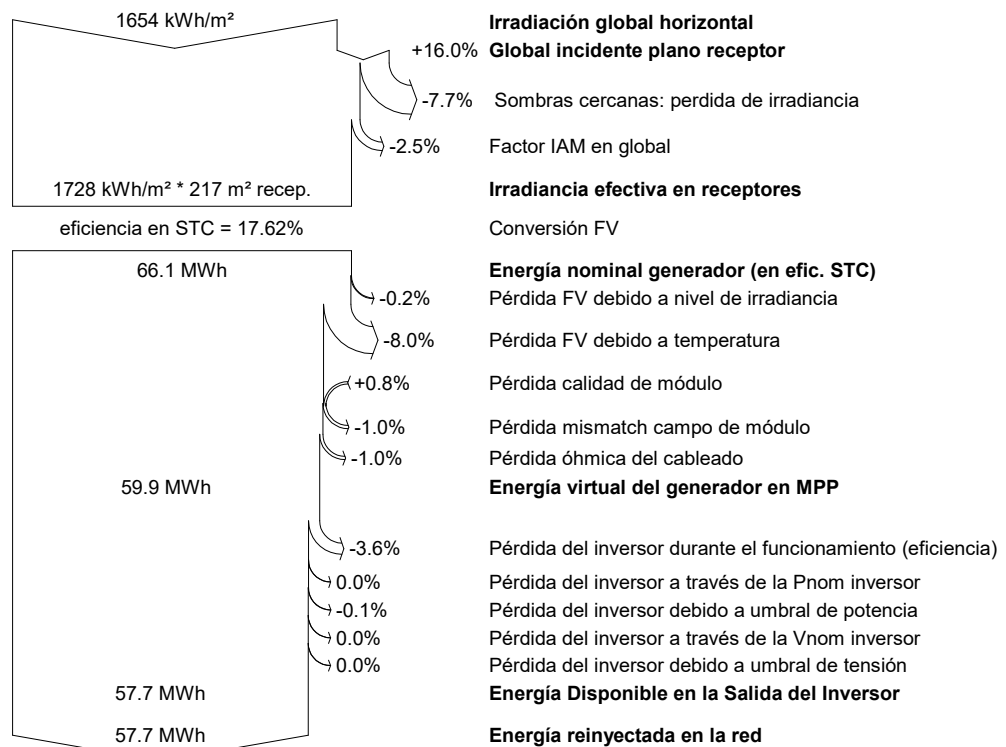
Sistema Conectado a la Red: Diagrama de pérdidas

Proyecto : Proyecto Conectado a la Red at Módulos Geografía

Variante de simulación : Nueva variante de simulación

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Conectado a la red
Sombras cercanas	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	inclinación	30° acimut 0°
Módulos FV	Modelo	JAM6(R)-72-340 Pnom 340 Wp
Generador FV	N° de módulos	112 Pnom total 38.1 kWp
Inversor	Modelo	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US 20.00 kW ac
Banco de inversores	N° de unidades	2.0 Pnom total 40.0 kW ac
Necesidades de los usuarios	Carga ilimitada (red)	

Diagrama de pérdida durante todo el año



PVSYST V6.43				01/06/20	Página 5/6
Sistema Conectado a la Red: Evaluación económica					
Proyecto :		Proyecto Conectado a la Red at Módulos Geografía			
Variante de simulación :		Nueva variante de simulación			
Parámetros principales del sistema					
Tipo de sistema		Conectado a la red			
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Orientación Campos FV	inclinación	30°	acimut	0°	
Módulos FV	Modelo	JAM6(R)-72-340	Pnom	340 Wp	
Generador FV	N° de módulos	112	Pnom total	38.1 kWp	
Inversor	Modelo	TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US		20.00 kW ac	
Banco de inversores	N° de unidades	2.0	Pnom total	40.0 kW ac	
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)			
Inversión					
Módulos FV (Pnom = 340 Wp)	112 unidades	307 € / unidad	34431 €		
Soportes/Integración		28 € / módulo	3100 €		
Inversores (Pnom = 20.0 kW ac)	2 unidades	2484 € / unidad	4969 €		
Ajustes, cableado, ...			3808 €		
Proyecto y Legalización			2127 €		
Sustitución subestimada			0 €		
Inversión bruta (sin impuestos)			48435 €		
Financiamiento					
Inversión bruta (sin impuestos)			48435 €		
Impuestos sobre la inversión (IVA) Tasa 0.0 %			0 €		
Inversión bruta (con IVA)			48435 €		
Subsidios			0 €		
Inversión neta (todos impuestos incluidos)			48435 €		
Anualidades (Préstamo 0.0 % sobre 0 años)			48435 €/año		
Costos de explotación anuales: mantenimiento, seguros ...			0 €/año		
Costo total anual			48435 €/año		
Costo de energía					
Energía producida			57.7 MWh / año		
Costo de la energía producida			0.84 € / kWh		

PVSYST V6.43		01/06/20		Página 6/6	
Sistema Conectado a la Red: CO2 Balance					
Proyecto :		Proyecto Conectado a la Red at Módulos Geografía			
Variante de simulación :		Nueva variante de simulación			
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema		Conectado a la red	
Sombras cercanas		Sombreado lineal			
Orientación Campos FV		inclinación		30°	
Módulos FV		Modelo		JAM6(R)-72-340	
Generador FV		N° de módulos		112	
Inversor		Modelo		TRIO-20_0-TL-OUTD-S1-US	
Banco de inversores		N° de unidades		2.0	
Necesidades de los usuarios		Carga ilimitada (red)			
Produced Emissions		Total:		67.36 tCO2	
		Source:		Detailed calculation from table below	
Replaced Emissions		Total:		331.0 tCO2	
		System production:		57.67 MWh/a.	
				Lifetime: 20 years	
				Annual Degradation: 1.0 %	
		Grid Lifecycle Emissions:		287 gCO2/kWh	
		Source:		IEA List	
				Country: Spain	
CO2 Emission Balance		Total:		234.0 tCO2	
System Lifecycle Emissions Details:					
Item		Modules		Supports	
LCE		1713 kgCO2/kWp		1.91 kgCO2/kg	
Quantity		38.1 kWp		1120 kg	
Subtotal [kgCO2]		65220		2144	
<div><div><div>Saved CO2 Emission vs. Time</div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div></div></div></div>					

Parte IV: Programas Utilizados

Para la realización de este proyecto se ha hecho uso de los siguientes programas:

- Excel, “Microsoft”, versión 16.40 : para el tratado de datos y su procesamiento.
- SketchUp Pro 2020, “Trimble Navigation”, versión 20.0.362 : para realizar el modelado 3D de la instalación.
- PVSyst, “PVSyst Foundation”, versión 6.43: para la simulación energética de la instalación.
- AutoCAD for Mac, “Autodesk”, versión 0.48.M.570 : para el diseño de los planos.

Además de estos programas se ha hecho uso de una página web de la Unión Europea que otorga valores de irradiación: https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/tools.html#PVP

Parte V: Gráficas, Tablas, Ilustraciones y Ecuaciones

GRÁFICAS

Gráfica 1: Nivel histórico de CO ₂ . Fuente: CDIAC, UNFCC y BP; [2019].....	1
Gráfica 2: Potencia Instalada en España. Fuente: Red Eléctrica España [2020].....	4
Gráfica 3: Evolución de Potencia Instalada y Energía Producida. Fuente: CNMC.	5
Gráfica 4: Evolución Células Fotovoltáicas. Fuente: NREL.	7
Gráfica 5: Variación V-I. Fuente: Web.....	8
Gráfica 6: Variación V-I con la T °C . Fuente: Web.....	9
Gráfica 7: Variación P-V con la Irradiación. Fuente: Web.	9
Gráfica 8: Perfil de Obstáculos mediante PVsyst.	20
Gráfica 9: Curva de Eficiencia Inversor. Fuente: Datasheet ABB Trio-20.0/20.7.	25
Gráfica 10: Emisiones de CO ₂ de la instalación mediante PVsyst.	39

TABLAS

Tabla 1: Irradiación solar 38°. Fuente: PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.	17
Tabla 2: Irradiación solar 30°. Fuente: PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.	18
Tabla 3: Irradiación solar 34°. Fuente: PVGIS ©Unión Europea, 2001-2020.	18
Tabla 4: Energía Anual Producida mediante PVsyst.	27
Tabla 5: Emisiones de CO ₂ de la instalación mediante PVsyst.	38
Tabla 6: Coste de la instalación mediante PVsyst.	49

ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Efecto Fotoeléctrico. Fuente: Web.	6
Ilustración 2: Célula Fotovoltáica. Fuente: Web.....	7
Ilustración 3: Esquema Captador Térmico. Fuente: Web.	10
Ilustración 4: Esquema Panel Híbrido. Fuente: Web.....	10
Ilustración 5: Parque de Breña. Fuente: ED Creativo 2019.....	11
Ilustración 6: Esquema Instalación Aislada a Red. Fuente: Web.	13
Ilustración 7: Esquema Instalación Conectada a Red. Fuede: Web.	13
Ilustración 8: Módulos Prefabricados. Fuente: Google Maps.....	15

Ilustración 9: Ubicación Módulos Prefabricados y Edificio de Matemáticas. Fuente: Google Maps.	16
Ilustración 10: Ubicación Módulos Prefabricados II. Fuente: Google Maps.....	16
Ilustración 11: Distancia Mínima Entre Paneles. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica, Oscar Perpiñán Lamigueiro. Versión 1.9 Enero 2018.	21
Ilustración 12: Distancia Mínima entre Paneles mediante SketchUP.	22
Ilustración 13: Proyección Solar mediante PVsyst.	23
Ilustración 14: Evolución Sombreado Paneles mediante SketchUP.	24
Ilustración 15: Disposición de los Paneles mediante SketchUP.	24
Ilustración 16: Configuración Paneles-Inversor.....	26
Ilustración 17: Estructura de montaje de los Paneles. Fuente: Solarbloc.	35

ECUACIONES

Ecuación 1: Distancia mínima. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica, Oscar Perpiñán Lamigueiro. Versión 1.9 Enero 2018.	21
Ecuación 2: ROT. Fuente: Energía Solar Fotovoltaica, Oscar Perpiñán Lamigueiro. Versión 1.9 Enero 2018.	22
Ecuación 3: Temperatura de la célula. Fuente: Apuntes.....	31

DIAGRAMA

Diagrama 1: Perdida Anual del Sistema mediante PVsyst.....	32
--	----

Parte VI: Datasheets

Harvest the Sunshine

Mono

340W PERC Half-Cell Module

JAM60S10 320-340/PR Series

Introduction

Assembled with high-efficiency PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower temperature coefficient



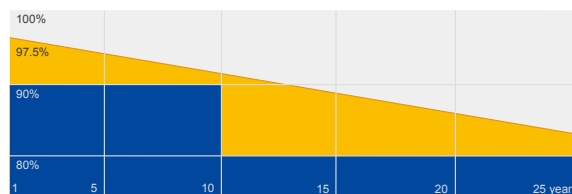
Less shading effect



Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



■ JA Linear Power Warranty ■ Industry Warranty

Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



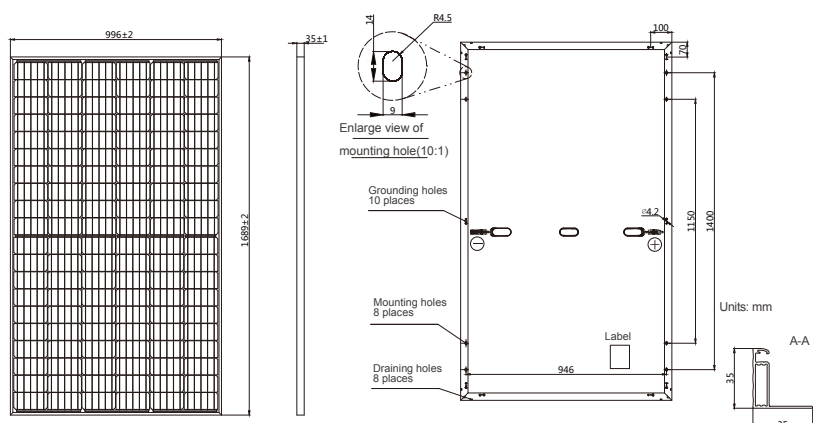
JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests.
JA Solar reserves the right of final interpretation.



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	18.7kg±3%
Dimensions	1689±2mm×996±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ²
No. of cells	120(6×20)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10-35
Cable Length (Including Connector)	Portrait:300mm(+)/400mm(-); Landscape:1000mm(+)/1000mm(-)
Packaging Configuration	30 Per Pallet

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM60S10 -320/PR	JAM60S10 -325/PR	JAM60S10 -330/PR	JAM60S10 -335/PR	JAM60S10 -340/PR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	320	325	330	335	340
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	40.27	40.56	40.84	41.12	41.36
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	33.62	33.87	34.13	34.36	34.63
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	10.16	10.23	10.30	10.38	10.46
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	9.52	9.60	9.67	9.75	9.82
Module Efficiency [%]	19.0	19.3	19.6	19.9	20.2
Power Tolerance	0~+5W				
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})	+0.051%/°C				
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})	-0.289%/°C				
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})	-0.350%/°C				
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G				

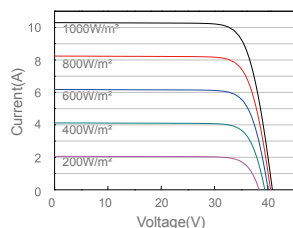
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

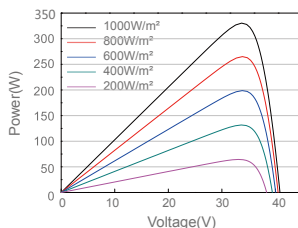
TYPE	JAM60S10 -320/PR	JAM60S10 -325/PR	JAM60S10 -330/PR	JAM60S10 -335/PR	JAM60S10 -340/PR	OPERATING CONDITIONS	
Rated Max Power(P _{max}) [W]	237	241	244	248	252	Maximum System Voltage	1000V/1500V DC(IEC)
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	37.15	37.38	37.65	37.93	38.18	Operating Temperature	-40°C~+85°C
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	33.31	33.54	33.82	34.10	34.38	Maximum Series Fuse	20A
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	8.14	8.20	8.25	8.30	8.36	Maximum Static Load,Front	5400Pa
Max Power Current(I _{mp}) [A]	7.11	7.17	7.22	7.27	7.32	Maximum Static Load,Back	2400Pa
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					NOCT	45±2°C
						Application Class	Class A

CHARACTERISTICS

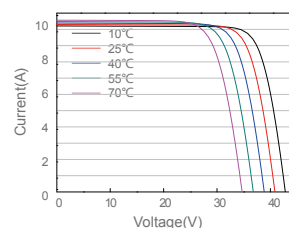
Current-Voltage Curve JAM60S10-330/PR



Power-Voltage Curve JAM60S10-330/PR



Current-Voltage Curve JAM60S10-330/PR



INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Inversores de cadena ABB

TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

De 20 a 27,6 kW



El inversor comercial TRIO 20.0/27.6 ofrece aún más flexibilidad y control a los instaladores que disponen de grandes instalaciones con distintos aspectos u orientaciones.

01

—
01
Inversor de cadena
trifásico para exteriores
TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

La sección de entrada dual contiene dos seguimientos de punto máximo de potencia (MPPT) independientes, lo que permite una captación de energía óptima por parte de dos submatrices orientadas en direcciones distintas.

El TRIO dispone de un algoritmo MPPT de alta velocidad y precisión que permite el seguimiento en tiempo real y mejora la captación de energía.

Alta eficiencia en todos los niveles de salida

Las curvas de eficiencia planas aseguran una alta eficiencia en todos los niveles de salida, lo que garantiza un rendimiento constante y estable a lo largo de toda la tensión de entrada y del intervalo de potencia de salida.

Este dispositivo tiene un índice de eficiencia de hasta un 98,2 %.

El amplio intervalo de tensión de entrada hace que este inversor sea apto para instalaciones con poco tamaño de cadena.

Principales ventajas

- Auténtica topología en puente trifásica para el convertidor de salida de CC/CA
- Topología sin transformador
- Cada inversor está configurado en códigos de red específicos que se pueden seleccionar sobre el terreno
- Caja de conexiones desmontable para permitir una instalación sencilla
- Amplio intervalo de tensión de entrada
- Combinador de cadenas integrado con distintas opciones de configuración, que incluyen un seccionador de CC y CA en cumplimiento con los estándares internacionales (versiones S2, S1J, -S2J, -S2F y -S2X)
- Refrigeración por convección natural para ofrecer la máxima fiabilidad
- Carcasa para exteriores que permite un uso sin restricciones en cualquier condición medioambiental
- Capacidad de conectar sensores externos para monitorizar las condiciones medioambientales
- Disponibilidad de tensión de salida de CC auxiliar (24 V, 300 mA)

Inversores de cadena ABB

TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD

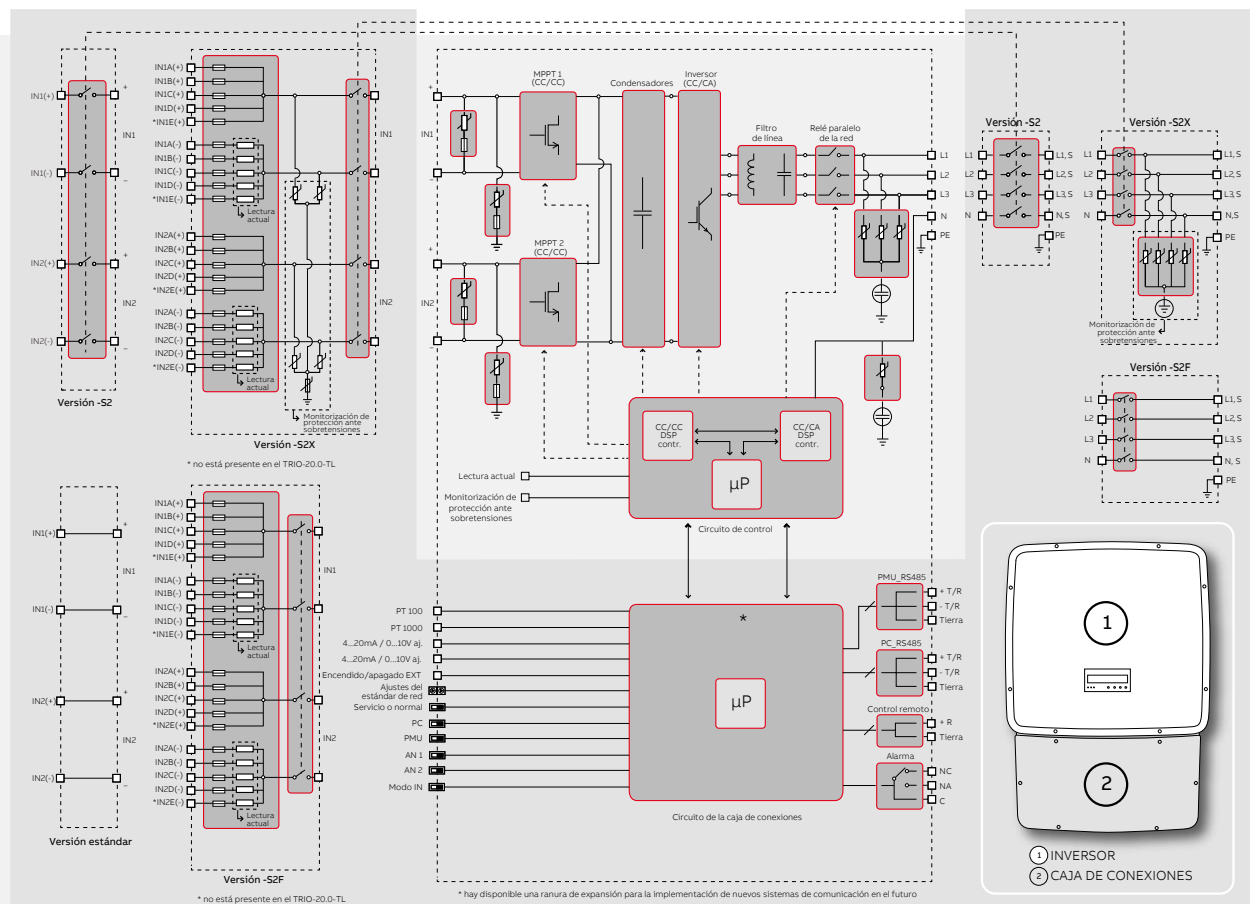
DE 20 A 27,6 kW



Datos técnicos y tipos

Código de tipo	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Lado de entrada		
Tensión de entrada de CC máxima absoluta (V _{max,abs})	1000 V	
Tensión de entrada de CC de puesta en marcha (V _{start})	430 V (ajustable 250...500 V)	
Intervalo de tensión operativa de entrada de CC (V _{demin} ...V _{demax})	0,7 x V _{start} ...950 V (mín. 200 V)	
Tensión nominal de entrada de CC (V _{dcr})	620 V	
Potencia nominal de entrada de CC (V _{dcr})	20750 W	28600 W
Número de MPPT independientes	2	
Potencia de entrada de CC máxima para cada MPPT (P _{MPPTmax})	12000 W	16000 W
Intervalo de tensión de entrada de CC con una configuración en paralelo de MPPT en P _{acr}	440...800 V	500...800 V
Limitación de potencia de CC con una configuración en paralelo de MPPT	Derrateo lineal desde el máximo hasta cero [800 V≤V _{MPPT} ≤950 V]	
Limitación de potencia de CC para cada MPPT con una configuración independiente de MPPT en P _{acr} , ejemplo máximo de desequilibrio	12.000 W [480 V≤V _{MPPT} ≤800 V] el otro canal: P _{dcr} =12.000 W [350 V≤V _{MPPT} ≤800 V]	16000 W [500 V≤V _{MPPT} ≤800 V] el otro canal: P _{dcr} =16000 W [400 V≤V _{MPPT} ≤800 V]
Corriente de entrada de CC máxima (I _{dcrmax}) / para cada MPPT (I _{MPPTmax})	50,0 A / 25,0 A	64,0 A / 32,0 A
Corriente máxima de cortocircuito de entrada para cada MPPT	30,0 A	40,0 A
Número de pares de entrada de CC para cada MPPT	1 (4 en las versiones -S2X, -S2F, -S1J, -S2J)	1 (5 en las versiones -S2X y -S2F, 4 en las versiones -S1J y -S2J)
Tipo de conexión de CC	Conector PV de acoplamiento rápido ³⁾ / Bloque de terminales de tornillo en las versiones estándar y -S2	
Protección de entrada		
Protección contra polaridad inversa	Sí, desde una fuente de intensidad limitada	
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - Varistancias	Sí, 4	
Protección frente a sobretensión de entrada para cada MPPT - descargador de sobretensión modular enchufable (versiones -S2X, -S1J y -S2J)	-S2X: Tipo 2: -S1J, -S1J: Tipo 1+2	
Control del aislamiento de una matriz fotovoltaica	De acuerdo con la normativa local	
Capacidad del interruptor de CC para cada MPPT (versión con interruptor de CC)	40 A / 1000 V	
Capacidad del fusible (versiones con fusibles)	15 A / 1000 V	
Lado de salida		
Tipo de conexión con red de CA	Trifásica, 3W+PE o 4W+PE	
Potencia nominal de CA (P _{acr} @cosφ=1)	20000 W	27600 W
Potencia máxima de salida de CA (P _{acmax} @cosφ=1)	22.000 W ⁴⁾	30.000 W ⁵⁾
Potencia aparente máxima (S _{max})	22200 VA	30670 VA
Tensión nominal de la red de CA (V _{acr})	400 V	
Intervalo de tensiones de CA	320...480 V ¹⁾	
Corriente máxima de salida de CA (I _{ac,max})	33,0 A	45,0 A
Corriente de fallo contributiva	35,0 A	46,0 A
Frecuencia nominal de salida (f)	50 Hz / 60 Hz	
Intervalo de frecuencia de salida (f _{min} ...f _{max})	47...53 Hz / 57...63 Hz ²⁾	
Factor de potencia nominal e intervalo ajustable	> 0,95, aj. ±0,9 con P _{acr} =20,0 kW, ±0,8 con 22,2 kVA máx.	> 0,95, aj. ±0,9 con P _{acr} =27,6 kW, ±0,8 con 30 kVA máx.
Distorsión armónica total de la intensidad	< 3 %	
Tipo de conexión de CA	Bloque de terminales de tornillo, prensaestopas PG36	
Protección de salida		
Protección contra la formación de islas	De acuerdo con la normativa local	
Protección máxima contra sobreintensidad de CA externa	50,0 A	63,0 A
Protección contra sobretensiones de salida - Varistancia	4	
Protección contra sobretensiones de salida - descargador de sobretensión modular enchufable (versión -S2X)	4 (tipo 2)	
Rendimiento de funcionamiento		
Eficiencia máxima (η _{max})	98,2 %	
Eficiencia ponderada (EURO/CEC)	98,0 %/98,0 %	
Umbral de potencia de alimentación	40 W	
Consumo nocturno	<0,6 W	
Comunicación		
Monitorización local con cable	PVI-USB-RS232_485 (opc.)	
Monitorización remota	Tarieta logger wifi VSN300 (opc.). logger de datos VSN700 (opc.)	

Esquema de bloques del inversor de cadena ABB TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD



Datos técnicos y tipos

Código de tipo	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Monitorización local inalámbrica	Tarjeta logger wifi VSN300 (opc.)	
Interfaz de usuario	Pantalla gráfica	
Condiciones ambientales		
Intervalo de temperatura ambiente	-25...+60 °C /-13...140 °F con derrateo por encima de 45 °C / 113 °F	
Humedad relativa	0...100 % de condensación	
Nivel de presión sonora, típica	50 dBA a 1 m	
Altitud máxima de funcionamiento sin derrateo	2000 m / 6560 pies	
Condiciones físicas		
Especificación de protección ambiental	IP65	
Refrigeración	Natural	
Tamaño (Al x An x Pr)	1061 mm x 702 mm x 292 mm/41,7" x 27,6" x 11,5"	
Peso	<70,0 kg/154,3 pulgadas (versión estándar)	<75,0 kg/165,4 pulgadas (versión estándar)
Sistema de montaje	Soporte de pared	
Seguridad		
Nivel de aislamiento	Sin transformador	
Marcado	CE (solo 50 Hz), RCM	
Normas de seguridad y CEM	EN 50178, IEC/EN 62109-1, IEC/EN 62109-2, AS/NZS 3100, AS/NZS 60950.1, EN 61000-6-2, EN 61000-6-3, EN 61000-3-11, EN 61000-3-12 CEI 0-21, CEI 0-16, DIN V VDE V 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, G59/3, C10/11, EN 50438 (no para todos los apéndices nacionales), RD 1699, RD 413, RD 661, P.O. 12.3, AS 4777, BDEW, NRS-097-2-1, MEA, IEC 61727, IEC 62116, Ordinul 30/2013, VFR 2014	
Versiones del producto disponibles		
Estándar	TRIO-20.0-TL-OUTD-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-400
Con interruptor de CC+CA	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2-400
Con interruptor de CC+CA y fusible	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2F-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2F-400
Con interruptor de CC+CA, fusible y descargador de sobretensión	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2X-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2X-400
Con interruptor de CC+CA, fusible y 1 descargador de sobretensión de CC de tipo 1 y 2	TRIO-20.0-TL-OUTD-S1J-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S1J-400
Con interruptor de CC+CA, fusible y 2 descargadores de sobretensión de CC de tipo 1 y 2	TRIO-20.0-TL-OUTD-S2J-400	TRIO-27.6-TL-OUTD-S2J-400

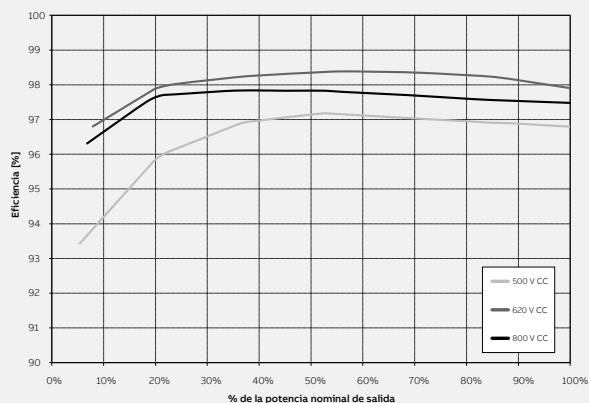
¹⁾ El intervalo de tensión de CA puede variar en función del estándar específico de la red del país ²⁾ Limitado a 20.000 W para Alemania

³⁾ El intervalo de frecuencia puede variar en función del estándar específico de la red del país ⁴⁾ Limitado a 27600 W para Alemania

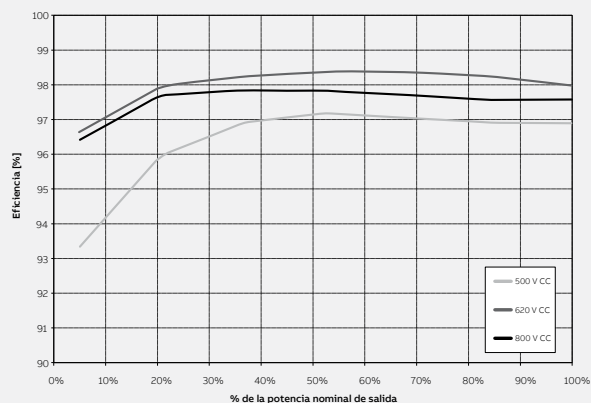
⁵⁾ Consulte el documento «String inverters – Product Manual appendix» (en inglés) disponible en www.abb.com/solarinverters para obtener información sobre la marca y el modelo del conector de acoplamiento rápido utilizado en el inversor

Observación. Las características no mencionadas específicamente en esta hoja de datos no están incluidas en el producto

Curvas de eficiencia del TRIO-20.0-TL-OUTD



Curvas de eficiencia del TRIO-27.6-TL-OUTD



Para más información, póngase en contacto con su representante local de ABB o visite:

www.abb.com/solarinverters
www.abb.com

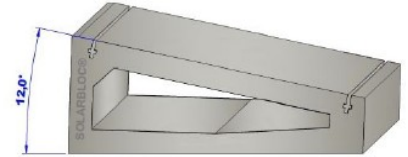
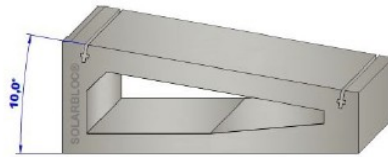
Nos reservamos el derecho de realizar cambios técnicos o modificar el contenido de este documento sin previo aviso. En relación a las solicitudes de compra, prevalecen los detalles acordados. ABB AG no se hace responsable de posibles errores o de falta de información en este documento.

Nos reservamos los derechos de este documento, los temas que incluye y las ilustraciones que contiene. Se prohíben la reproducción, divulgación a terceros o utilización de su contenido, ya sea en su totalidad o en parte, sin la autorización previa por escrito de ABB AG. Copyright© 2017 ABB Todos los derechos reservados

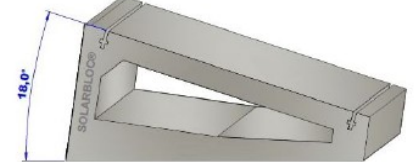
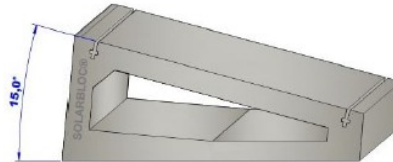


NUEVOS GRADOS

**Soporte de hormigón
para paneles solares**



SOLARBLOC® 10°, 12°, 15°, 18°



SOLARBLOC® amplia su gama a 7 modelos
(10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30°, 34°).



Los nuevos modelos permiten el montaje de los paneles en horizontal y vertical.
Diseñado con carril de sujeción de anclajes para simplificar el montaje y abaratar los costes.

SOLARBLOC®

Los montajes más rápidos.

Con **SOLARBLOC®** conseguirá ahorrar donde ahora no puede.



www.solarbloc.es

www.grupoduranempresas.es

SISTEMA DE MONTAJE SOLARBLOC®

Presentamos SOLARBLOC® como un sistema de montaje **sin estructura ni anclajes**, para la instalación de módulos solares sobre cubiertas o superficies planas.

SOLARBLOC® es un soporte prefabricado de hormigón, **diseñado para simplificar el montaje de instalaciones solares y abaratar los costes** al reducir en el resto de materiales necesarios.

El soporte SOLARBLOC® está desarrollado con una geometría y una masa que **permite fijar los paneles directamente** a él, esta masa es necesaria para contrarrestar la fuerza del viento y agentes externos.



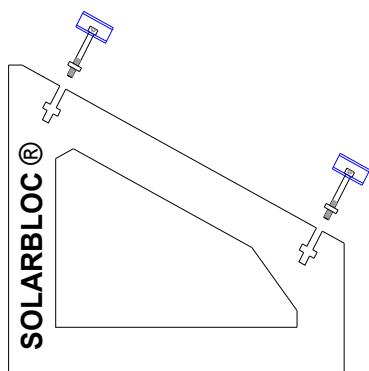
SOLARBLOC® **elimina el proceso de montaje de estructura metálica** y lastrado o anclaje de las mismas.

No se tiene que anclar el soporte a la cubierta, por lo que **no afecta a la impermeabilización** de ésta.

Simplifique todo al máximo, sólo tiene que colocar los soportes en la zona designada y fijar los paneles al soporte SOLARBLOC®.

Ventajas de SOLARBLOC®:

- Sistema de montaje FV de un sólo componente.
- Soporte auto-lastrado, fabricado en hormigón.
- Fijación del panel mediante carril incorporado al soporte.
- Elimina la estructura metálica.
- Elimina el lastrado de las estructuras.
- Elimina el proceso de perforado y anclajes a la cubierta.
- Acorta el tiempo de montaje de las instalaciones FV.
- Precio reducido.



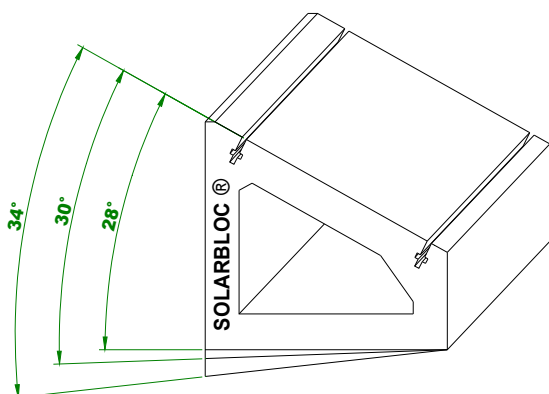
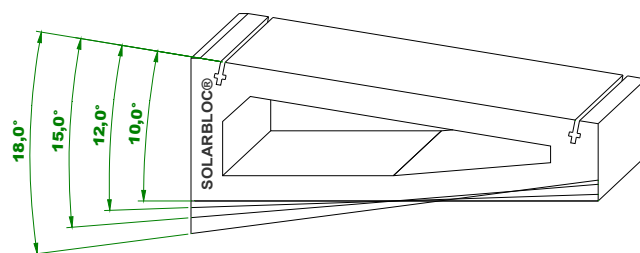
El montaje SOLARBLOC®:

- Colocar los soportes SOLARBLOC® en el lugar deseado (entre dos personas).
- Montar las fijaciones de los paneles en el carril de hormigón.
- Instalar los paneles sobre el soporte y apretar.



Datos técnicos:

- Soporte auto-lastrado.
- Composición; hormigón.
- Ángulos soportes; 10°, 12°, 15°, 18°, 28°, 30°, 34°.
- Peso según ángulo; 50kg, 68kg, 71kg, 76kg.
- Fijación paneles; mediante carril y tornillería.
- Dimensiones; largo(90a50) ancho(30a15)cm.
- ud/palets: 24 -16



Con SOLARBLOC® para cubiertas o superficies planas **minimizará costes:**

- Por su simplicidad.
- Rapidez de ejecución.
- Por el ahorro en estructura.
- Eliminamos el proceso de anclaje o lastre de la estructura a la cubierta.
- No compromete la impermeabilización de las cubiertas.
- Por todo esto vamos a abaratar los presupuestos de las instalaciones.

www.solarbloc.es

Soporte de hormigón para paneles solares



fabrica@pretensadosduran.com

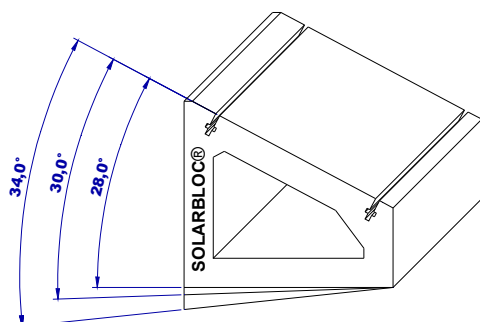
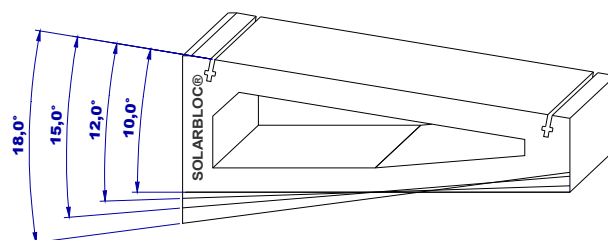
Fábrica: Carretera de Valverde, Km. 5,200
(Badajoz) Teléfono 924 244 203 – 924 268 116



INSTRUCCIONES DE MONTAJE SOLARBLOC®

1. Elegir el soporte Solarbloc® con los grados de inclinación que más nos convenga (10°,12°,15°,18°,28°,30°,34°)

El sistema Solarbloc® cubiertas y superficies planas, permite fijar los paneles solares directamente al soporte, por lo que no es necesario montar estructura alguna.



Los soportes Solarbloc® se fabrican en siete grados distintos, 10°,12°,15°,18°,28°,30° y 34°.

Debemos elegir la inclinación del soporte más idónea teniendo en cuenta las necesidades de la instalación.

2. Replantear la zona de trabajo

Una vez seleccionado el ángulo, tenemos que marcar la zona donde se colocarán los soportes Solarbloc® para el montaje de los paneles solares.

El terreno o la superficie donde se apoyen los soportes Solarbloc® debe ser plana, de lo contrario tiene que nivelarse.

En caso de montaje sobre suelos de tierra se aconseja utilizar grava para nivelar el terreno.



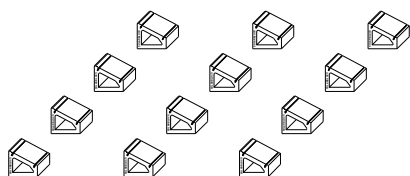
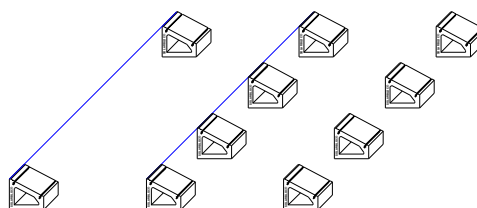
3. Colocar los soportes Solarbloc® en las zonas establecidas

Las piezas tienen una masa entre 50 y 76kg, dependiendo del grado de inclinación del soporte, por lo que para su desplazamiento es **aconsejable la utilización de carretilla** o similar.

3.1. Manipulación del soporte

- 1- Desplazar los soportes al lugar seleccionado.
- 2- Colocar el primer y el ultimo soporte de la fila. Unirlos mediante una cuerda de replanteo por la parte superior, servirá para comprobar la nivelación y alineación.

- 3- Completar la fila con los soportes Solarbloc® según el replanteo establecido.

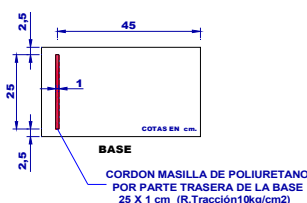


Observaciones:

Se recomienda fijar los soportes a la superficie, con un cordón de adhesivo, para evitar posibles deslizamientos en superficies pulidas,

extremadamente finas o para aumentar la resistencia a viento muy fuerte.

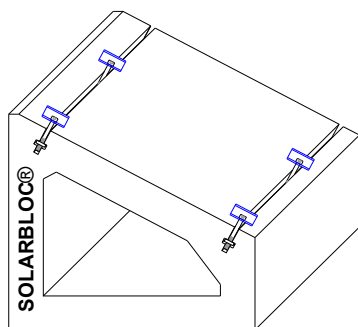
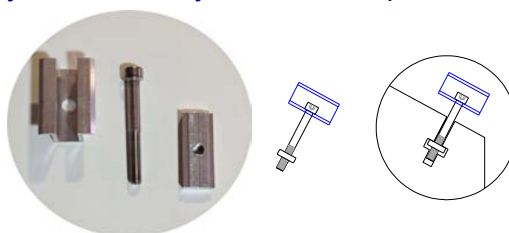
PEGADO PIEZA POR BASE (en caso de ser necesario)



4. Montar los anclajes al soporte Solarbloc® para fijar los paneles solares

Tras colocar los soportes, se procederá al montaje de los anclajes sobre el soporte Solarbloc®, realizando los siguientes pasos:

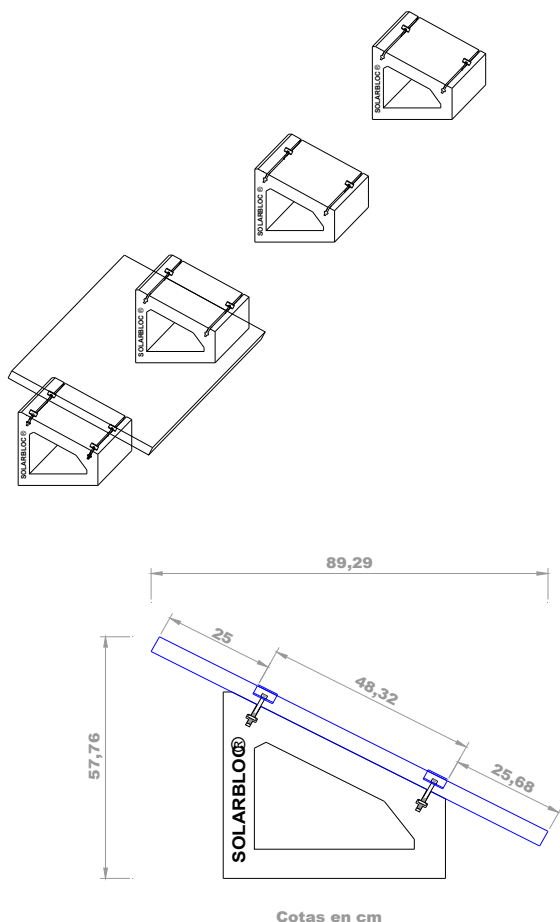
- 1- Ensamblar el anclaje formado por; omega de aluminio, tornillo y tuerca para carril.
- 2- Introducir el anclaje ensamblado al carril de hormigón, por el lateral del soporte Solarbloc®.



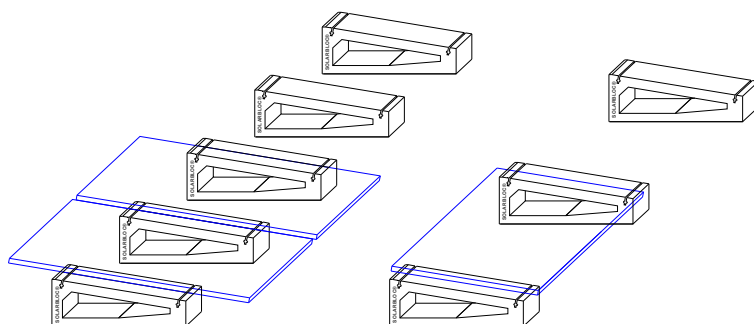
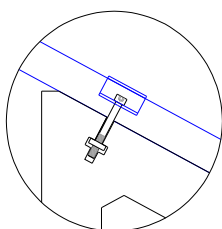
5. Fijar los paneles solares sobre el soporte Solarbloc®

Una vez montados los anclajes al soporte Solarbloc®, se fijará el marco del panel solar con el plano superior inclinado de Solarbloc®.

En los soportes Solarbloc® de 28°, 30° y 34° los paneles se montan en posición horizontal.



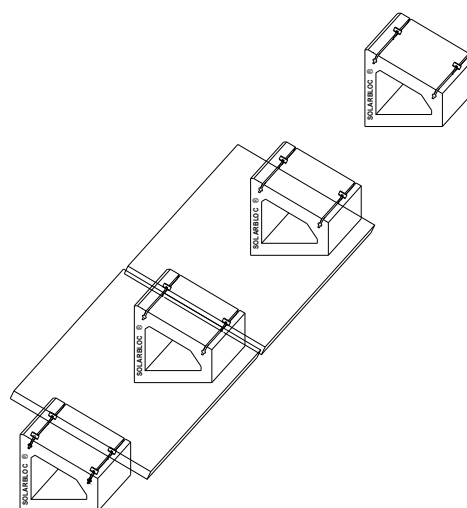
3- Por ultimo, colocar el siguiente panel y apretar los anclajes para fijarlos.



Los soportes Solarbloc® de 10°, 12°, 15° y 18° permiten montar los paneles en vertical y horizontal.

1- Apoyar los extremos del panel solar sobre la superficie de trabajo de la pieza (plano superior inclinado).

2- Colocar el panel con las medidas indicadas según el tipo de montaje (vertical u horizontal) y ajustar los anclajes al marco del panel.



Cada soporte incluye los dos anclajes necesarios para la fijación de los paneles.

SOLARBLOC® ADAPTABLE A TODOS LOS MERCADOS

Además de las ventas de **SOLARBLOC®** que se producen por todo el territorio nacional, PRETENSADOS DURÁN S.L. tiene capacidad de suministro inmediato en los países de la Unión Europea y colabora con empresas locales en países como Emiratos Árabes Unidos y Marruecos. Trabajamos con agencias de transporte internacional para envíos por grupaje, camiones completos o containers vía marítima.

Por su fácil utilización y simplicidad, **SOLARBLOC®** se adapta a cualquier situación geográfica, siendo muy apreciado por empresas instaladoras e ingenierías por facilitarles su método de trabajo y montaje.



PRETENSADOS DURÁN S.L. Ofrece la posibilidad de estudio de ofertas de SOLARBLOC® para cualquier situación geográfica.

El sistema de montaje SOLARBLOC®
es un producto innovador y exclusivo.
Diseñado, desarrollado, fabricado y
registrado por PRETENSADOS DURÁN
S.L.



PRETENSADOS DURÁN S.L. Le responderá a
cualquier duda o consulta sobre su producto
SOLARBLOC®.



Grupo Durán
empresas



Email: fabrica@pretensadosduran.com

Oficinas centrales

C/ Juan Ignacio Rodríguez Marcos, 1 A

06010 Badajoz (España)

Teléfono: 0034 924 244 203

Fax: 0034 924 229 405

www.solarbloc.es

www.grupoduranempresas.es

MULTISPLIT INVERTER H6



ESPECIFICACIONES UNIDAD EXTERIOR

Modelo			MUEX-14-H6.2	MUEX-18-H6.2	MUEX-21-H6.3	MUEX-27-H6.3
Código			CL 20 440	CL 20 441	CL 20 442	CL 20 443
Refrigeración	Capacidad nominal (min-máx)	kW	4,10 (1,76 - 4,54)	5,20 (2,08 - 6,29)	6,30 (2,44-7,32)	7,90 (2,77 - 8,69)
	Consumo nominal (min-máx)	kW	1,24 (0,42 - 1,43)	1,75 (0,59 - 2,16)	1,94 (0,68 - 2,38)	2,46 (0,76 - 2,93)
	Pdesignc (carga de diseño)	kW	4,10	5,20	6,10	7,90
	SEER	W/W	6,80	6,30	6,40	6,60
	Etiquetado Energético		A++	A++	A++	A++
Calefacción	Capacidad nominal (min-máx)	kW	4,40 (1,89 - 4,87)	5,50 (2,2 - 6,66)	6,70 (2,64 - 7,92)	8,20 (2,87 - 9,02)
	Consumo nominal (min-máx)	kW	1,16 (0,39 - 1,33)	1,50 (0,5 - 1,85)	1,81 (0,64 - 2,22)	2,27 (0,70 - 2,70)
	Pdesignh (carga de diseño)	kW	3,40	4,70	5,70	5,90
	SCOP	W/W	4,00	4,00	4,00	4,00
	Etiquetado energético		A+	A+	A+	A+
	Tbiv (Temperatura bivalente)	°C	-7	-7	-7	-7
Tol (Temperatura límite funcionamiento)		°C	-15	-15	-15	-15
Alimentación Eléctrica		V-Hz-F	230 / 50 / 1F	230 / 50 / 1F	230 / 50 / 1F	230 / 50 / 1F
Consumo máximo		kW	2,0	2,3	2,8	3,3
Intensidad máxima		A	11	12	15	16
Unidad Exterior	Caudal de aire (máx)	m³/h	2.100	2.100	2.800	3.300
	Presión sonora (Alta)	dB(A)	54	56,5	57,5	59,5
	Potencia sonora (Alta)	dB(A)	60	65	65	68
	Dimensiones (An x Al x Pr)	mm	800 x 554 x 333	800 x 554 x 333	845 x 702 x 363	845 x 702 x 363
	Peso	Kg	30,5	36	47	52,7
Refrigerante	Tipo		R410A	R410A	R410A	R410A
	Carga	Kg	1,25	1,7	2,1	2,1
	Precarga hasta (total líneas 1/4")	m	15	15	22,5	22,5
	Carga adicional (líneas 1/4")	g/m	15	15	15	15
Tuberías frigoríficas	Líquido	pulg.	(1/4") x 2"	(1/4") x 2	(1/4") x 3	(1/4") x 3
	Gas	pulg.	(3/8") x 2"	(3/8") x 2	(3/8") x 3	(3/8") x 3
	Longitud máxima	m	30	30	45	45
	Longitud por unidad interior	m	25	25	30	30
	Desnivel máximo	UE arriba	m	15	15	15
		UE abajo	m	15	15	15
		Diferencia altura entre unidades	m	10	10	10
Cableado Eléctrico	Alimentación (sólo unidad exterior)	mm²	2 x 2,5 + T	2 x 2,5 + T	2 x 4 + T	2 x 4 + T
	Interconexión por ud. Interior	mm²	3 x 1,5 + T	3 x 1,5 + T	3 x 1,5 + T	3 x 1,5 + T
Temp. funcionamiento	Interior (Refrig. / Calefac.)	°C	17~32 / 0~30	17~32 / 0~30	17~32 / 0~30	17~32 / 0~30
	Exterior (Refrig. / Calefac.)	°C	-15~50 / -15~24	-15~50 / -15~24	-15~50 / -15~24	-15~50 / -15~24

Aviso: 1. Los datos y especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso.

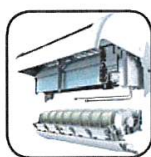
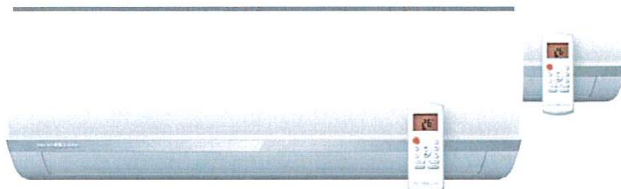
2. Los valores de nivel sonoro corresponden a valores obtenidos en cámara semi-anecoica.

3. Los valores de capacidad, consumo y SEER/SCOP indicados son con unidades interiores MUPR-09-H6M (tantas como salidas tiene la ud. Exterior), para otras combinaciones consulte la tabla de combinaciones (www.mundoclima.com).

MULTISPLIT INVERTER H6 Tipo Pared Serie MUPR-H6M

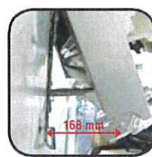
MUNDCLIMA
SUPER DC INVERTER

Ahorra
tiempo
de instalación



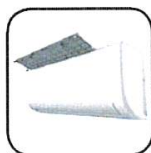
FÁCILMENTE DESMONTABLE

Fácil acceso a PCB, ventilador desmontable, carcasa movable.
Reduce en un 30% el tiempo de mantenimiento.



MÁS ESPACIO PARA REALIZAR LA INSTALACIÓN

Nuevo soporte, patillas de sujeción, conexionado eléctrico más sencillo.
Ahorro de un 20% en tiempo de instalación.



FILTROS MÁS ACCESIBLES

Sin necesidad de abrir el panel, evita la caída de suciedad.
Ahorro de un 5% en tiempo de limpieza.



AMPLIA CONECTIVIDAD

Posibilidad de conectar diferentes dispositivos de control, entre ellos un módulo WIFI.
Controle su nuevo aire acondicionado Mundoclíma desde cualquier sitio.



Función Follow Me

El control remoto inalámbrico incorpora un sensor de temperatura.



Prevención de aire frío

En calefacción la velocidad del ventilador inicial se ajusta en función de la temperatura de la batería.



Rearme automático

Recuperación de los ajustes previos al corte eléctrico.



Funcionamiento Turbo

Reducción del tiempo de Refrigeración/Calefacción al máximo.



Funcionamiento de emergencia

Posibilidad de hacer funcionar la unidad con el botón manual en caso de producirse algunas alarmas.



Compensación de temperatura

El nuevo control remoto permite ajustar la temperatura de compensación para el modo calefacción.

OPCIONALES

Descripción	Código
Módulo WIFI	CL94382
Control de pared (KJR-12B)	CL94848
Módulo multi-función, incorpora: - Señal remota de ON / OFF - Señal remota de alarma - Conexión de control de pared con programador semanal (KJR-120C) - Conexión de control centralizado (CCM)	CL94383
Control de pared programador semanal (KJR-120C)*	CL94384
Control centralizado*	CCM15 CL92872 CCM30/BKE-B CL92871

*Para conectarlo es necesario el Módulo Multi-Función (CL 94 383).

Modelo			MUPR-09-H6M	MUPR-12-H6M	MUPR-18-H6M	MUPR-24-H6M
Código			CL 20 450	CL 20 451	CL 20 452	CL 20 453
Refrigeración	Capacidad nom. (min ~ máx)	kW	2,63 (1,17 ~ 3,31)	3,51 (1,26 ~ 4,45)	5,27 (1,90 ~ 6,12)	7,03 (2,66 ~ 7,88)
	Consumo nominal	W	24	24	34	62
Calefacción	Capacidad nom. (min ~ máx)	kW	2,93 (0,82 ~ 3,72)	3,81 (1,06 ~ 4,86)	5,56 (1,42 ~ 6,74)	7,62 (2,08 ~ 9,14)
	Consumo nominal	W	24	24	34	62
Caudal de aire (Alto / Medio / Bajo)		m³/h	472 / 360 / 254	562 / 497 / 224	870 / 730 / 500	1176 / 921 / 446
Presión sonora (Alta / Media / Baja)		dB(A)	41 / 34 / 29	41 / 40 / 33	45 / 43 / 34	47 / 45 / 35
Potencia sonora (Alta)		dB(A)	53	52	58	60
Control Remoto			RG57	RG57	RG57	RG57
Tuberías frigoríficas	Líquido	mm (pulg.)	Ø6,35 (1/4")	Ø6,35 (1/4")	Ø6,35 (1/4")	Ø9,52 (3/8")
	Gas	mm (pulg.)	Ø9,52 (3/8")	Ø9,52 (3/8")	Ø12,7 (1/2")	Ø15,9 (5/8")
Dimensiones (An x Al x Pr)		mm	717 x 302 x 193	805 x 302 x 193	964 x 325 x 222	1106 x 342 x 232
Peso		Kg	7,5	7,7	10,1	13,2

Aviso: 1. Los datos y especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso.
2. Los valores de nivel sonoro corresponden a valores obtenidos en cámara semi-anecoica.
3. Los valores de capacidad variarán en función de la unidad exterior seleccionada.

MULTISPLIT INVERTER H6

Unidad exterior Serie MUEX-H6

2x1, 3x1, 4x1 y 5x1

MUNDCLIMA
SUPER DC INVERTER



Varias velocidades del ventilador exterior
Preciso ajuste de la velocidad del ventilador gracias al motor DC.



Menos tornillos
Tanto la unidad interior como la exterior disponen de menos tornillos, haciendo que el desmontaje sea mucho más fácil.



Refrigeración a temperaturas bajas
Funcionamiento en refrigeración hasta -15°C exteriores.



Unidad exterior más silenciosa
Diseño optimizado de la rejilla de salida de aire con disminución del ruido de 3.3dB(A) en comparación con modelos anteriores.



Amplio rango de funcionamiento
Funcionamiento en refrigeración hasta 50°C y en calefacción hasta -15°C.



126 Posibles combinaciones
Elija la unidad interior que mejor se adapte a sus necesidades.



SALVADOR ESCODA S.A.

www.salvadorescoda.com

Provença, 392 pl. 2
08025 BARCELONA
Tel. 93 446 27 80
Fax 93 456 90 32

CATÁLOGO TÉCNICO

MANUALES, CATÁLOGOS Y HOJAS TÉCNICAS: EN NUESTRA WEB

01

CAJAS DE VENTILACIÓN MOTOR INCORPORADO



MundoFan

Serie BD ERP «RODETE POLIAMIDA»

Cajas de ventilación equipadas con ventiladores centrífugos de baja presión con motor incorporado.

Disponibles con:

- Motores en 4 o 6 polos monofásicos.
- Motores en 6 polos trifásicos.

Aplicaciones:

Ventilación en general. Temp. aire: -15/+40°C.

Construcción:

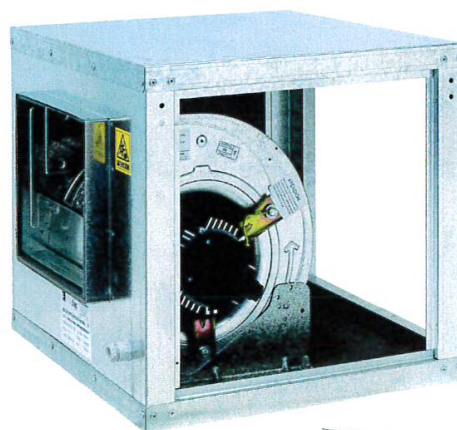
- **Cajas:** fabricadas en chapa galvanizada, aisladas termoacústicamente con espuma de polietileno expandido (M1) y equipadas con brida rectangular en aspiración e impulsión.
- El ventilador es accesible por las dos tapas laterales y está montado sobre 4 antivibradores. Incorporan prensaestopas en la cara delantera.
- Se acompañan 4 orejetas de soportación para facilitar la sujeción de la caja al suelo o suspensión del techo.

Ventiladores:

- Tipo centrífugo de baja presión con motor incorporado y rodets de álabes hacia adelante, contruidos en poliamida y equilibrados de forma dinámica.

Motores:

- Montados por medio de un soporte a uno de los oídos de aspiración del ventilador.
- Monofásicos de condensador permanente 230V, 50Hz.
- Trifásicos 230V/400V, 50 Hz.
- Protección térmica rearme automático en modelos monofásicos.
- Motor cerrado protección IP55.



OREJETAS

Accesorios:

- Filtros con portafiltros para aspiración.
- Tolvas impulsión o aspiración.
- Tapas aspiración.
- Tejadillos protección intemperie.
- Juntas elásticas aspiración o impulsión.
- Viseras antilluvia aspiración o impulsión.
- Manguito circular con brida.
- Rejas sobrepresión aspiración o impulsión.
- Soportes alicatar o empotrar para suspender las cajas.
- Compuertas regulación de caudal.
- Baterías eléctricas aleteadas.
- Reguladores de velocidad.

**MOTOR
CERRADO
SIEMPRE**

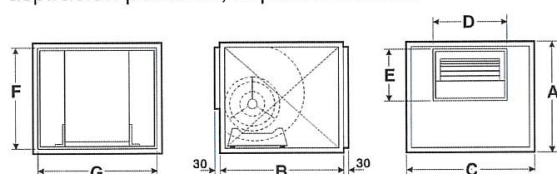
Características técnicas:

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia motor (Kw.)	Protección	Clase	Intensidad abs. monof. 50Hz 230V (A)	Intensidad absorbida trifásico 50Hz (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora dB(A)	Peso (Kg)
						230V	380V			
BD ERP 19/19 M6	885	0,04	IP-55	F	0,50	—	—	1.082	49	15
BD ERP 19/19 M4	1370	0,13	IP-55	F	0,95	—	—	1.950	57	15
BD ERP 25/25 M6	925	0,12	IP-55	F	0,77	—	—	2.200	54	20
BD ERP 25/25 M4	1375	0,35	IP-55	F	2,00	—	—	2.800	57	21
BD ERP 28/28 M6	900	0,21	IP-55	F	1,36	—	—	2.900	57	23
BD ERP 28/28 M4	1330	0,59	IP-55	F	3,09	—	—	4.000	61	26
BD ERP 33/33 M6	930	0,76	IP-55	F	3,77	—	—	6.400	64	35
BD ERP 33/33 T6	945	1,1	IP-55	F	—	6,54	3,78	6.935	65	35
BD ERP 39/39 T6	900	2,2	IP-55	F	—	10,92	6,31	10.700	75	80

Variantes:

MODELO OBRA

Fabricación standard, posición única, aspiración posterior, impulsión frontal.

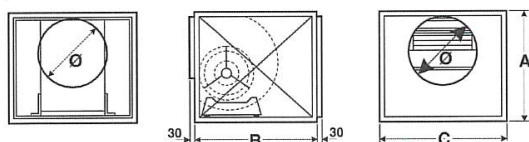


Cód. inicio: CV 01 601

Ventilador		A	B	C	D	E	F	G
BD ERP 19/19	7/7	430	450	450	257	230	367	373
BD ERP 25/25	9/9	500	490	490	326	283	436	413
BD ERP 28/28	10/10	560	525	525	357	312	497	447
BD ERP 33/33	12/12	625	560	650	416	368	562	572

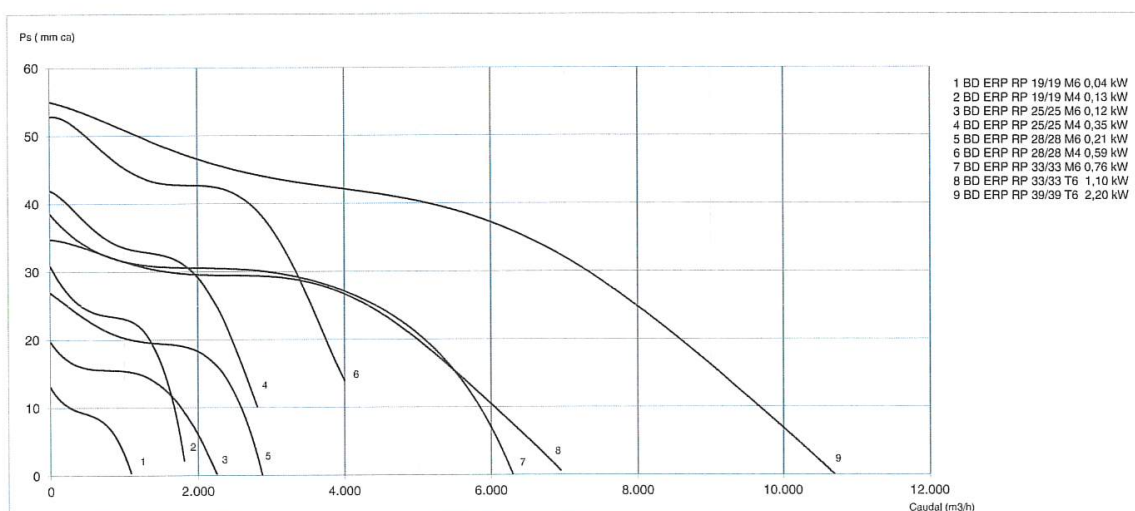
MODELO OBRA CIRCULAR

Igual al modelo Obra, con brida circular en la impulsión y en la aspiración, situada en la parte alta de la caja.



Cód. inicio: CV 01 621

Ventilador		A	B	C	Ø
BD ERP 19/19	7/7	430	450	450	250
BD ERP 25/25	9/9	500	490	490	350
BD ERP 28/28	10/10	560	525	525	400
BD ERP 33/33	12/12	625	560	650	450

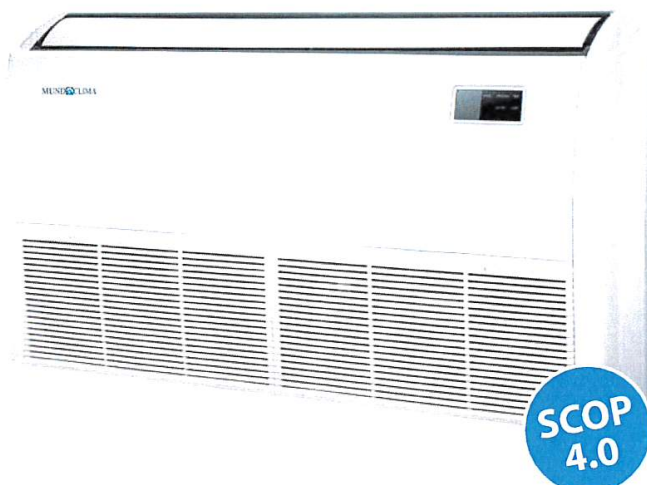


CONJUNTOS VENTILACIÓN - 2

20 SPLIT TIPO SUELO-TECHO MUSTR-H6

MUNDCLIMA®
SUPER DC INVERTER

- Amplio rango de distribución del aire
- Entrada para aportación de aire exterior
- Motor ventilador DC de bajo consumo y silencioso
- Longitud de tubería máxima de hasta 65 m
- Señal remota de ON/OFF y Alarma
- Función Twin (2x1)
- Ajuste y comprobación de parámetros mediante el control remoto RG57
- Control remoto inalámbrico RG57 incluido
- Control remoto de pared con programador semanal y función "Follow Me" que puede controlar hasta 16 equipos de forma conjunta KJR-120G (2 hilos) (opcional)
- Control centralizado CCM (opcional)



KJR-120G (Opcional)
(cód. CL94907)



RG57



DC inverter
DC motor ventilador inter.
DC motor ventilador exter.
30% eficacia aumentada



Cómodo
Confortable



Eficaz
Ecológico



Rearme automático

Recuperación de los ajustes previos al corte eléctrico.



Compensación de temperatura

El nuevo control remoto permite ajustar la temperatura de compensación para el modo calefacción.



Varias velocidades del ventilador exterior

Preciso ajuste de la velocidad del ventilador gracias al motor DC.



Modo Noche

Esta función permite al aire acondicionado aumentar automáticamente el frío o disminuir el calor 1°C por hora durante las 2 primeras horas, para luego mantenerlo constante en las 5 horas siguientes y finalmente apagarse. Esta función ahorra energía y brinda confort por la noche.



Función Twin (2x1)

Posibilidad de conectar dos unidades interiores a la misma unidad exterior. Las dos unidades funcionarán de manera unificada como si fueran una única unidad. Ideal para salas diáfanas.



Función temporizador

El temporizador puede regularse desde la puesta en marcha hasta 24 horas.



Solución de problemas

Los códigos de error se muestran en el panel interior, el control de pared y la placa exterior.



Amplio rango de funcionamiento

Funcionamiento en refrigeración hasta 50°C y en calefacción hasta -15°C.



Oscilación horizontal y vertical de lama

Mejor distribución del aire gracias a la oscilación automática de la lama, tanto horizontal como verticalmente.



Señales remotas (CP)

La unidad interior dispone de una entrada de ON/OFF y una salida de alarma.



Prevención de aire frío

En calefacción la velocidad del ventilador inicial se ajusta en función de la temperatura de la batería.



Funcionamiento Turbo

Reducción del tiempo de Refrigeración/Calefacción al máximo.



Refrigeración a temperaturas bajas

Funcionamiento en refrigeración hasta -15°C exteriores.



Controlador centralizado CCM

Posibilidad de controlar diversas unidades con un mismo control, el cual puede regular directamente hasta 64 unidades de diferentes sistemas (mods. MUCR-H6, MUCSR-H6, MUSTR-H6, MUPR-H6, MUPR-H6M y todo MVD) (opcional).

ESPECIFICACIONES

Modelo			MUSTR-18-H6	MUSTR-24-H6	MUSTR-30-H6	MUSTR-36-H6	
Código			CL 20 241	CL 20 242	CL 20 243	CL 20 244	
Refrigeración	Capacidad nominal (min - máx)		kW	5,28 (0,79 ~ 6,15)	7,03 (1,20 ~ 8,21)	8,79 (2,08 ~ 10,55)	10,55 (2,93 ~ 12,02)
	Consumo nominal (min - máx)		W	1.630 (270 ~ 2.365)	2.285 (400 ~ 3.155)	2.960 (690 ~ 4.055)	4.060 (975 ~ 4.620)
	Intensidad nominal (min - máx)		A	7,5 (1,2 ~ 10,9)	10,4 (1,8 ~ 14,4)	13,5 (3,2 ~ 18,5)	17,6 (4,2 ~ 20,1)
	Pdesignc (carga de diseño)		kW	5,3	7,0	8,8	10,5
	SEER		W/W	6,5	6,1	6,1	6,3
	Etiquetado Energético			A++	A++	A++	A++
Calefacción	Capacidad nominal (min - máx)		kW	5,67 (0,88 ~ 7,03)	7,03 (1,20 ~ 8,65)	9,38 (2,08 ~ 10,84)	11,13 (2,64 ~ 13,19)
	Consumo nominal (min - máx)		W	1.460 (255 ~ 2.510)	1.900 (400 ~ 3.090)	2.475 (690 ~ 3.870)	2.985 (880 ~ 4.690)
	Intensidad nominal (min - máx)		A	6,7 (1,20 ~ 11,50)	8,7 (1,8 ~ 14,1)	11,3 (3,2 ~ 17,7)	13,0 (3,8 ~ 20,4)
	Zona climática intermedia	Pdesignh (carga de diseño)	kW	4,9	5,8	8,2	10,5
		SCOP	W/W	4,0	4,0	4,0	4,0
		Etiquetado energético			A+	A+	A+
		Tbiv (Temperatura bivalente)	°C	-7	-7	-7	-7
		Tol (Temp. límite funcionamiento)	°C	-15	-15	-15	-15
	Zona climática cálida	Pdesignh (carga de diseño)	kW	5,2	5,6	8,6	10,5
		SCOP	W/W	5,1	5,1	5,1	5,1
		Etiquetado energético			A+++	A+++	A+++
		Tbiv (Temperatura bivalente)	°C	2	2	2	2
		Tol (Temp. límite funcionamiento)	°C	-15	-15	-15	-15
Unidad Interior	Caudal de aire (Alto / Medio / Bajo)		m³/h	900 / 800 / 700	1.180 / 1.050 / 850	1.650 / 1.450 / 1.250	2.048 / 1.767 / 1.403
	Presión Sonora (Alta / Media / Baja)		dB(A)	44 / 39 / 34	53 / 48 / 42	54 / 49 / 44	52 / 46 / 40
	Potencia Sonora (Alta)		dB(A)	57	63	64	63
	Conexión desagüe		mm	Ø25	Ø25	Ø25	Ø25
	Toma aire fresco (*1)		mm	Ø120	Ø120	Ø120	Ø120
	Alimentación Eléctrica		V-Hz-F	220-240V~ 50Hz, 1F	220-240V~ 50Hz, 1F	220-240V~ 50Hz, 1F	220-240V~ 50Hz, 1F
	Cable alimentación interior		mm²	2 x 1,5 + T	2 x 1,5 + T	2 x 1,5 + T	2 x 1,5 + T
	Control Remoto Inalámbrico			RG57B2/BGE	RG57B2/BGE	RG57B2/BGE	RG57B2/BGE
	Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)		mm	1.068 x 235 x 675	1.068 x 235 x 675	1.285 x 235 x 675	1.650 x 235 x 675
	Peso		kg	25,8	25	31	40,3
Unidad Exterior	Caudal de aire (Alto)		m³/h	2.100	2.700	4.300	4.300
	Presión Sonora (Alta)		dB(A)	56,5	60,5	59,5	61
	Potencia Sonora (Alta)		dB(A)	65	65	66	66
	Compresor (Marca / Modelo)			GMCC / ASM135D23UFZ	GMCC / ATF235D22UMT	GMCC / ATF235D22UMT	GMCC / ATF310D43UMT
	Alimentación Eléctrica		V-Hz-F	220-240V~ 50Hz, 1F	220-240V~ 50Hz, 1F	220-240V~ 50Hz, 1F	220-240V~ 50Hz, 1F
	Cable alimentación exterior		mm²	2 x 2,5 + T	2 x 2,5 + T	2 x 4 + T	2 x 4 + T
	Dimensiones (Ancho x Alto x Fondo)		mm	800 x 554 x 333	845 x 702 x 363	946 x 810 x 410	946 x 810 x 410
	Peso		kg	35,5	49	62,9	67,2
Conjunto	Cable de comunicación		mm²	2 x 0,75 (apantallado)	2 x 0,75 (apantallado)	2 x 0,75 (apantallado)	2 x 0,75 (apantallado)
	Refrigerante	Tipo		R410A	R410A	R410A	R410A
		Carga	Kg	1,78	1,95	2,8	3,2
		Precarga hasta	m	5	5	5	5
		Carga adicional (a partir de 5m)	g/m	15	30	30	30
	Presión de diseño		MPa	4,2 / 1,5	4,2 / 1,5	4,2 / 1,5	4,2 / 1,5
	Tuberías frigoríficas	Líquido / Gas	mm (inch)	Ø6,35 / Ø12,7 (1/4" / 1/2")	Ø9,52 / Ø15,9 (3/8" / 5/8")	Ø9,52 / Ø15,9 (3/8" / 5/8")	Ø9,52 / Ø15,9 (3/8" / 5/8")
		Longitud máxima (*2)	m	30	50	50	65
		Desnivel máximo	m	20	25	25	30
	Temperatura de funcionamiento	Interior (Refrigeración / Calefacción)	°C	17 ~ 32 / 0 ~ 30	17 ~ 32 / 0 ~ 30	17 ~ 32 / 0 ~ 30	17 ~ 32 / 0 ~ 30
		Exterior (Refrigeración / Calefacción)	°C	-15 ~ 50 / -15 ~ 24	-15 ~ 50 / -15 ~ 24	-15 ~ 50 / -15 ~ 24	-15 ~ 50 / -15 ~ 24

Notas:

(1*) Diámetro interior

(2*) Longitud mínima de tubería de 2 mts.

* El diseño y las especificaciones están sujetos a cambios sin previo aviso para la mejora del producto.

** Los valores de nivel sonoro corresponden a valores obtenidos en cámara anecoica

01 CAJAS DE VENTILACIÓN MOTOR INCORPORADO



Serie BD ERP «RODETE POLIAMIDA»

Cajas de ventilación equipadas con ventiladores centrífugos de baja presión con motor incorporado.

Disponibles con:

- Motores en 4 o 6 polos monofásicos.
- Motores en 6 polos trifásicos.

Aplicaciones:

Ventilación en general. Temp. aire: -15/+40°C.

Construcción:

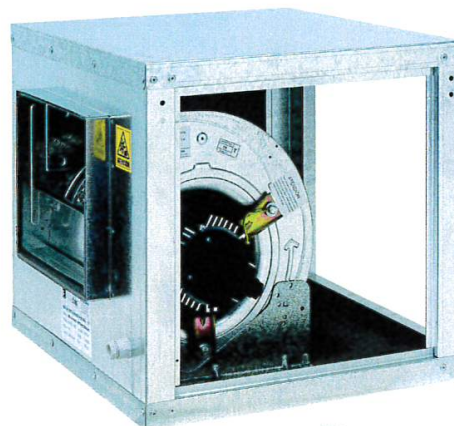
- **Cajas:** fabricadas en chapa galvanizada, aisladas termoacústicamente con espuma de polietileno expandido (M1) y equipadas con brida rectangular en aspiración e impulsión.
- El ventilador es accesible por las dos tapas laterales y está montado sobre 4 antivibradores. Incorporan prensaestopas en la cara delantera.
- Se acompañan 4 orejetas de soportación para facilitar la sujeción de la caja al suelo o suspensión del techo.

Ventiladores:

- Tipo centrífugo de baja presión con motor incorporado y rodetes de álabes hacia adelante, contruidos en poliamida y equilibrados de forma dinámica.

Motores:

- Montados por medio de un soporte a uno de los oídos de aspiración del ventilador.
- Monofásicos de condensador permanente 230V, 50Hz.
- Trifásicos 230V/400V, 50 Hz.
- Protección térmica rearme automático en modelos monofásicos.
- Motor cerrado protección IP55.



OREJETAS

Accesorios:

- Filtros con portafiltros para aspiración.
- Tolvas impulsión o aspiración.
- Tapas aspiración.
- Tejadillos protección intemperie.
- Juntas elásticas aspiración o impulsión.
- Viseras antilluvia aspiración o impulsión.
- Manguito circular con brida.
- Rejas sobrepresión aspiración o impulsión.
- Soportes alicatar o empotrar para suspender las cajas.
- Compuertas regulación de caudal.
- Baterías eléctricas aleteadas.
- Reguladores de velocidad.

**MOTOR
CERRADO
SIEMPRE**

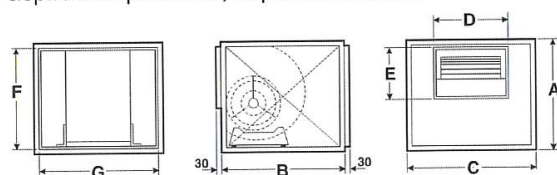
Características técnicas:

Modelo	Velocidad (r.p.m.)	Potencia motor (Kw.)	Protección	Clase	Intensidad abs. monof. 50Hz 230V (A)	Intensidad absorbida trifásico 50Hz (A)		Caudal máximo (m³/h)	Nivel de presión sonora dB(A)	Peso (Kg)
						230V	380V			
BD ERP 19/19 M6	885	0,04	IP-55	F	0,50	—	—	1.082	49	15
BD ERP 19/19 M4	1370	0,13	IP-55	F	0,95	—	—	1.950	57	15
BD ERP 25/25 M6	925	0,12	IP-55	F	0,77	—	—	2.200	54	20
BD ERP 25/25 M4	1375	0,35	IP-55	F	2,00	—	—	2.800	57	21
BD ERP 28/28 M6	900	0,21	IP-55	F	1,36	—	—	2.900	57	23
BD ERP 28/28 M4	1330	0,59	IP-55	F	3,09	—	—	4.000	61	26
BD ERP 33/33 M6	930	0,76	IP-55	F	3,77	—	—	6.400	64	35
BD ERP 33/33 T6	945	1,1	IP-55	F	—	6,54	3,78	6.935	65	35
BD ERP 39/39 T6	900	2,2	IP-55	F	—	10,92	6,31	10.700	75	80

Variantes:

MODELO OBRA

Fabricación standard, posición única, aspiración posterior, impulsión frontal.

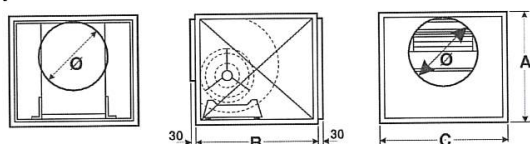


Cód. inicio: CV 01 601

Ventilador		A	B	C	D	E	F	G
BD ERP 19/19	7/7	430	450	450	257	230	367	373
BD ERP 25/25	9/9	500	490	490	326	283	436	413
BD ERP 28/28	10/10	560	525	525	357	312	497	447
BD ERP 33/33	12/12	625	560	650	416	368	562	572

MODELO OBRA CIRCULAR

Igual al modelo Obra, con brida circular en la impulsión y en la aspiración, situada en la parte alta de la caja.



Cód. inicio: CV 01 621

Ventilador		A	B	C	Ø
BD ERP 19/19	7/7	430	450	450	250
BD ERP 25/25	9/9	500	490	490	350
BD ERP 28/28	10/10	560	525	525	400
BD ERP 33/33	12/12	625	560	650	450

