

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y
AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



Biblioteca

“PROPUESTA TÉCNICO-ECONÓMICA
PARA MODELO DE GESTIÓN
ENERGÉTICA INDEPENDIENTE DE UN
HOSPITAL”

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Febrero – 2021

AUTOR: Sara Beatriz Navarro Peral

DIRECTOR: Sergio Valero Verdú

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
1. INTRODUCCIÓN	4
1.1. Modelo de gestión de la energía independiente	4
1.1.1. Normativa aplicable.....	5
1.2. Motivación del proyecto	6
2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	9
2.1. Análisis del perfil de consumo energético	9
2.2. Diseño instalación fotovoltaica.....	13
2.3. Gestión de la energía.....	19
2.4. Modelo financiero.....	26
3. MATERIALES Y MÉTODOS	29
3.1. HelioScope.....	29
3.2. AutoCAD	32
3.3. SketchUp.....	33
3.4. PVsyst	35
3.5. Elementos de la instalación.....	45
3.5.1. Paneles solares	45
3.5.2. Inversores solares	46
3.5.3. Estructura soporte paneles solares	46
3.5.3.1. Cubierta.....	46
3.5.3.2. Marquesina.....	47
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
5. CONCLUSIONES	50
5.1. Propuesta de mejora.....	50
BIBLIOGRAFIA	51
ANEXOS	53
Anexo 1	53
Anexo 2	78
Anexo 3	98

AGRADECIMIENTOS

A mis padres, por su amor incondicional, por haber confiado siempre en mí, por su paciencia, por inspirarme cada día con su esfuerzo y darme todo aquello que necesitaba e infinitamente más.

A mi hermano, por contagiarme su curiosidad, sus gustos, por protegerme siempre y por inspirarme a estudiar esta carrera.

A Alfredo, por estar siempre a mi lado, por hacerme reír, por no dudar nunca de mí y animarme en mis días más grises.

A mis abuelos, por sentirse orgullosos de mí y darme siempre su cariño.

A mis amigas de siempre, ellas son las que han sufrido conmigo las largas tardes de biblioteca y no han dudado de mí ni un solo momento, por ser también vía de escape.

Al profesor Sergio Valero, director de este TFG, por haberme guiado y haberme descubierto este campo tan interesante. También por haber sido tan paciente conmigo y por aguantar mis repentinas prisas.

A Pedro, por haberme dedicado su tiempo y haberme enseñado e instruido a través de tantos programas informáticos.

A Pilar Sánchez y a mis compañeras de escenario, porque han sido la otra cara de mi vida universitaria, y de mi vida en general. Por ayudarme a desarrollar mi carrera en la danza clásica.

A la Universidad Miguel Hernández, al profesorado y a todas aquellas personas que contribuyen a crear un ambiente donde desarrollarnos tanto académica como personalmente. Y a los compañeros y amigos que me llevo de esta etapa.

A toda la gente que me ayudó en mi Erasmus, tanto desde la Universidad Miguel Hernández como desde la AGH University of Science and Technology de Cracovia.

A la gente maravillosa que me llevé de mi etapa en Polonia.

A todas esas personas que, de una forma u otra, me han ayudado durante esta aventura.

1. INTRODUCCIÓN

En el presente proyecto *Propuesta técnico-económica para modelo de gestión energética independiente de un hospital* se propone un modelo para la implantación de una instalación fotovoltaica en las instalaciones de un hospital.

Se trata de una instalación solar fotovoltaica de consumo directo sin baterías de acuerdo con el Real Decreto 244/2019, en la modalidad de autoconsumo con venta de excedentes.

En esta propuesta, un gestor energético realiza la inversión en la planta solar, acordando con el consumidor de la energía un contrato en el que se fija el precio del kWh con un descuento sobre la tarifa. El hospital cede el espacio para ubicar la instalación y pasado un cierto tiempo, en este caso 15 años según lo acordado, la instalación pasa a ser propiedad del consumidor sin coste alguno.

Una vez transcurridos estos 15 años, el inversor ya la habrá amortizado su inversión con la venta de la energía. Entonces, el hospital podrá disponer de la instalación para lo que considere. Se podría hacer un estudio de la producción en ese momento, teniendo en cuenta la vida útil de la instalación, y que considere si decide mantener el autoconsumo con la venta de excedentes o pasar a una modalidad únicamente de autoconsumo directo.

1.1. Modelo de gestión de la energía independiente

ENERGY MANAGEMENT

En este modelo el consumidor no realiza la inversión. Un gestor energético realiza la inversión en la planta solar, acordando con el consumidor de la energía un contrato en el que se fija el precio del kWh con un descuento sobre la tarifa.

Este descuento directo sobre la factura contratada con la compañía eléctrica en toda la energía consumida que se produce a través de la instalación solar, permite al cliente no realizar inversión alguna. Solo adquiere el compromiso de ceder el espacio para ubicar la instalación y firmar un contrato de consumo de energía durante un período.

Pasado este tiempo, la instalación solar pasa a ser propiedad del consumidor, beneficiándose éste íntegramente de la energía generada por la planta solar.

Durante el período de compromiso de compra de energía se pueden alcanzar ahorros superiores al 30%. Una vez superado este periodo, la energía generada se aprovecha íntegramente sin coste alguno.

1.1.1. Normativa aplicable

El 9 de octubre de 2015 se aprobó el Real decreto de autoconsumo 900/2015 por el que se regula cómo legalizar las instalaciones de autoproducción de energía eléctrica.

Podríamos hablar de dos modalidades de autoconsumo. La modalidad tipo 1 corresponde a las instalaciones de generación de energía eléctrica destinadas al consumo propio y que no estuvieran dadas de alta en el registro de producción. Sólo existe un único sujeto, el consumidor. Los requisitos para esta modalidad son:

- La potencia contratada por el consumidor no debe ser superior a 100 kW.
- La potencia de la instalación de generación debe ser inferior a la potencia contratada.
- El titular del consumo y el titular de la producción deben ser el mismo.
- Las instalaciones de generación y el punto de suministro deberán cumplir con el RD 1699/2011.

Hablaremos de modalidad tipo 2 cuando se trate de un consumidor de energía eléctrica que esté asociado a una o varias instalaciones de producción debidamente inscritas en el registro de instalaciones de energía eléctrica. Existen dos sujetos, el productor y el consumidor. Entonces los requisitos serían los siguientes:

- La suma de las potencias de producción debe ser igual o inferior a la contratada.
- Sí existen varias instalaciones de producción, el titular de todas ellas será el mismo.
- Las instalaciones de producción deberán cumplir con la normativa del sector eléctrico (RD 1955/2000, RD 1699/2011, RD 413/2014).

Tras la aprobación del Real Decreto 244/2019 para el autoconsumo de energía eléctrica, se pueden destacar otras dos modalidades:

*Autoconsumo sin excedentes. Son instalaciones que no aportarán ningún kWh de electricidad a la red. Estos sistemas cuentan con un dispositivo (sistema invertido o inyección 0) que conduzca la electricidad sobrante a la red eléctrica.

*Autoconsumo con excedentes. Es el que permite ese trasvase de energía sobrante a la red. Se subdivide en dos categorías: modalidad con excedentes acogida a compensación y modalidad con excedentes no acogida a compensación.

Para beneficiarse de la compensación por excedente hay que pedir un permiso especial. Este permiso hay que pedirlo en caso de un autoconsumo con excedentes no acogido a compensación, es decir, como caso general, instalaciones de más de 100kW que viertan a la red y quieran que se les compre esa energía sobrante.

1.2. Motivación del proyecto

La realización de este estudio viene motivada principalmente por un factor económico, ya que este tipo de instalaciones suponen una alta rentabilidad y ahorro a lo largo de la vida útil de la misma. A esto hay que añadirle el factor medioambiental. El uso de este tipo de energías logra la reducción del uso de los recursos limitados, por ello es importante fomentar y concienciar a la población del uso de energías renovables.

Las instalaciones fotovoltaicas son una de las alternativas más frecuentes en España al uso de combustibles fósiles potencialmente contaminantes, ya que el consumo energético actual está estrechamente vinculado en gran parte a la generación de energía de estos carburantes nocivos. Esto es debido a que la explotación del recurso solar resulta inagotable además de ser prácticamente inofensivo para el medio ambiente.

España debido a su geolocalización, sus características demográficas y de radiación solar es un lugar idóneo para promover el uso de las energías renovables y, en particular, la energía solar fotovoltaica.

En la actualidad, con la implantación de la nueva legislación de 2019 se pretende impulsar de nuevo el uso de esta fuente de energía renovable.

El CIEMAT (Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas) mediante el proyecto ADRASE facilita los datos de radiación solar a largo plazo en España. Se observa que la mayor radiación se concentra en las provincias de Huelva, Sevilla, Málaga y Almería, siendo también destacables la provincia de Alicante, Murcia y Albacete entre otras.



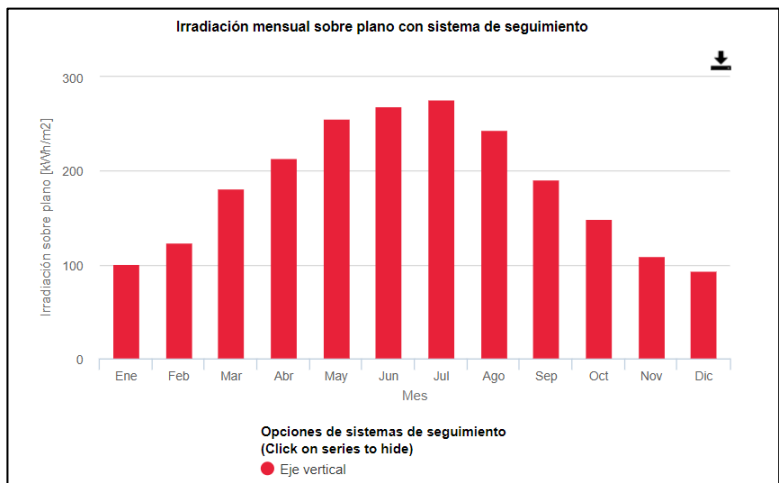
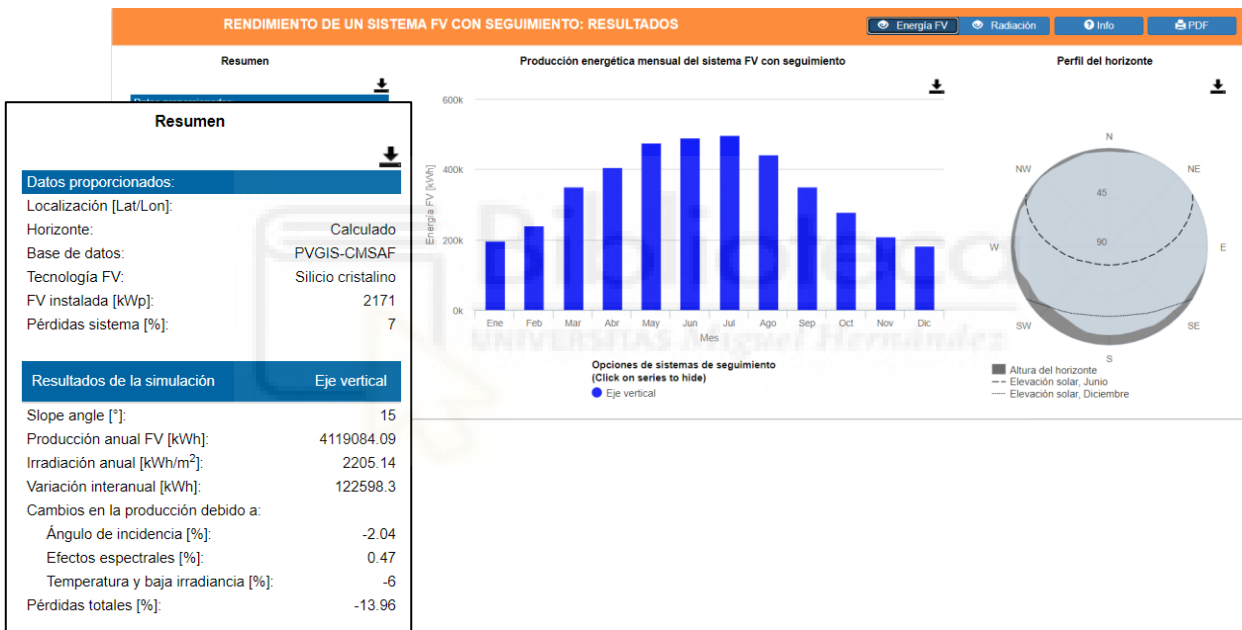
Hoy en día disponemos de la herramienta PVGIS (Photovoltaic Geographical Information System), una aplicación oficial desarrollada por la Unión Europea que permite calcular tu producción fotovoltaica en cualquier zona de Europa, Asia y América, permitiendo al usuario conocer las ventajas o desventajas que tendría instalar un equipo de autoconsumo en una zona geográfica determinada.

https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR

A continuación, muestro los datos que nos proporciona el PVGIS de su base de datos de radiación geoespacial para la radiación mensual en la ubicación determinada y para el rendimiento de un sistema fotovoltaico de las características del que se ha calculado.

Irradiación global horizontal

Mes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Enero	68.12	76.94	67.31	60.22	74.33	77.75	77.07	65.57	81.35	67.74
Febrero	80.83	84.6	92.99	81.52	98.4	114.6	93.57	85.64	91.55	98.23
Marzo	141.16	154.68	145.75	133.25	128.76	166.51	136.86	148.2	133.85	142.19
Abril	148.68	181.94	174.16	169.79	183.82	189.4	167.71	189.82	188.55	181.19
Mayo	222.37	189.1	216.89	220.4	208.38	232.07	219.39	221.93	233.77	212.62
Junio	223.24	218.81	233.63	220.59	221.23	233.88	239.06	225.52	234.49	239.02
Julio	245.16	223.35	230.51	232.87	214.73	240.74	241.62	236.46	229.96	234.46
Agosto	196.99	200.01	202.28	201.47	207.57	212.79	189.66	206.41	200.18	208.41
Septiembre	150.14	143.73	139.16	154.47	170.02	155.36	159.75	153.97	145.09	164.26
Octubre	101.85	96.98	120.78	120.69	119.51	119.65	121.11	125.04	102.84	109.96
Noviembre	84.59	87.06	83.42	77.94	65.59	72.28	83.72	73.55	82.82	72.73
Diciembre	64.39	65.85	56.42	62.91	65.49	72.81	64.7	69.64	67.72	61.31



2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El objetivo de este proyecto es presentar una propuesta técnico-financiera para la implantación de una instalación fotovoltaica en las instalaciones de un hospital situado en la provincia de Valencia, Comunidad Valenciana, España. En este modelo de prestación de servicios energéticos toda la inversión es realizada por un inversor siguiendo un modelo de gestión de la energía de manera independiente.

Para llevar a cabo esta propuesta se dispondrá únicamente de la ubicación del hospital y de su perfil de consumo energético, que puede encontrarse en el *Anexo 1* de este documento.

Mediante este estudio económico se pretende mostrar el modelo de una instalación fotovoltaica que se realizará mediante diversos programas y plataformas informáticas enfocadas a ello, entre las que destacan HelioScope y PVsyst. Con este estudio se pretende mostrar la rentabilidad de la instalación.

2.1. Análisis del perfil de consumo energético

Con el objetivo de diseñar la instalación que mejor se adapta a las necesidades del hospital, se realiza un análisis sobre los consumos. Para realizar el estudio de viabilidad para la implantación de la central, se estudia con detalle el consumo eléctrico actual del hospital.

CONSUMOS								
Mes	Días	P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)	TOTAL
1	31	91.628,00	143.740,00				200.016,00	435.384
2	28	87.208,00	137.466,00				186.948,00	411.622
3	31			76.494,00	150.286,00		188.320,00	415.100
4	30					225.518,00	193.236,00	418.754
5	31					327.534,00	291.076,00	618.610
6	30	107.984,00	96.778,00	78.878,00	114.412,00		361.512,00	759.564
7	31	259.880,00	237.546,00				446.740,00	944.166
8	31						932.228,00	932.228
9	30			163.214,00	239.120,00		413.290,00	815.624
10	31					313.682,00	259.250,00	572.932
11	30			74.796,00	146.196,00		187.788,00	408.780
12	31	77.882,00	123.090,00				227.406,00	428.378
Total	365	624.582	738.620	393.382	650.014	866.734	3.887.810	7.161.142

COSTE EN TÉRMINO DE ENERGÍA POR KW							
Mes	P1 (Euros)	P2 (Euros)	P3 (Euros)	P4 (Euros)	P5 (Euros)	P6 (Euros)	TOTAL
1	0,101002	0,088325				0,056835	0,076526368
2	0,109266	0,097845				0,062451	0,084189668
3			0,082217	0,074113		0,062451	0,070315649
4					0,070745	0,062451	0,066917695
5					0,070745	0,062451	0,066842405
6	0,109266	0,097845	0,082217	0,074113		0,062451	0,077425389
7	0,109266	0,097845				0,062451	0,084241644
8						0,062451	0,062070943
9			0,082217	0,074113		0,062451	0,06982536
10					0,070745	0,062451	0,06699199
11			0,082217	0,074113		0,062451	0,070238454
12	0,109266	0,097845				0,062451	0,081132383
Total	0,108053647	0,095992349	0,082217	0,074113	0,070745	0,062070943	0,0728298

La potencia contratada actual es de 1635 kW.

A continuación, se muestran las tarifas actuales contratadas por el hospital:

TARIFA DE ACCESO 6.1 A

Periodos	Energía [€/kWh]	Total Energía con I.E. (1)(2) [€/kWh]	Potencia [€/kW·día]
P1	0,1080536	0,116819711	0,107231307
P2	0,0959923	0,103779917	0,053662066
P3	0,082217	0,088887016	0,039271721
P4	0,074113	0,080125563	0,039271721
P5	0,070745	0,076484327	0,039271721
P6	0,0620709	0,06710657	0,017918293

(1) Impuesto Electricidad
 (2) Incluye coeficiente de pérdidas de transformación de energía consumida

5,113%
3,000%

También es necesario analizar los horarios de producción y consumo para establecer la correspondencia entre la energía a producir y la energía a consumir en todos los periodos tarifarios. Así se podrá conocer el alcance de los ahorros que serán generados por la instalación fotovoltaica de autoconsumo en cada periodo y su coste actual.

Hora		MES											
Desde	Hasta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	1	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
1	2	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
2	3	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
3	4	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
4	5	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
5	6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
6	7	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
7	8	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6	P6
8	9	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P4	P2
9	10	P2	P2	P4	P5	P5	P2	P2	P6	P3	P5	P4	P2
10	11	P1	P1	P4	P5	P5	P2	P2	P6	P3	P5	P4	P1
11	12	P1	P1	P4	P5	P5	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P1
12	13	P1	P1	P4	P5	P5	P1	P1	P6	P3	P5	P4	P1
13	14	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P6	P3	P5	P4	P2
14	15	P2	P2	P4	P5	P5	P3	P1	P6	P3	P5	P4	P2
15	16	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P4	P2
16	17	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P3	P2
17	18	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P3	P2
18	19	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P1	P6	P4	P5	P3	P1
19	20	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P3	P1
20	21	P1	P1	P3	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P3	P1
21	22	P2	P2	P3	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P3	P2
22	23	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P4	P2
23	24	P2	P2	P4	P5	P5	P4	P2	P6	P4	P5	P4	P2

Con los datos de consumo facilitados estimamos la energía consumida en cada periodo tarifario a lo largo del año.

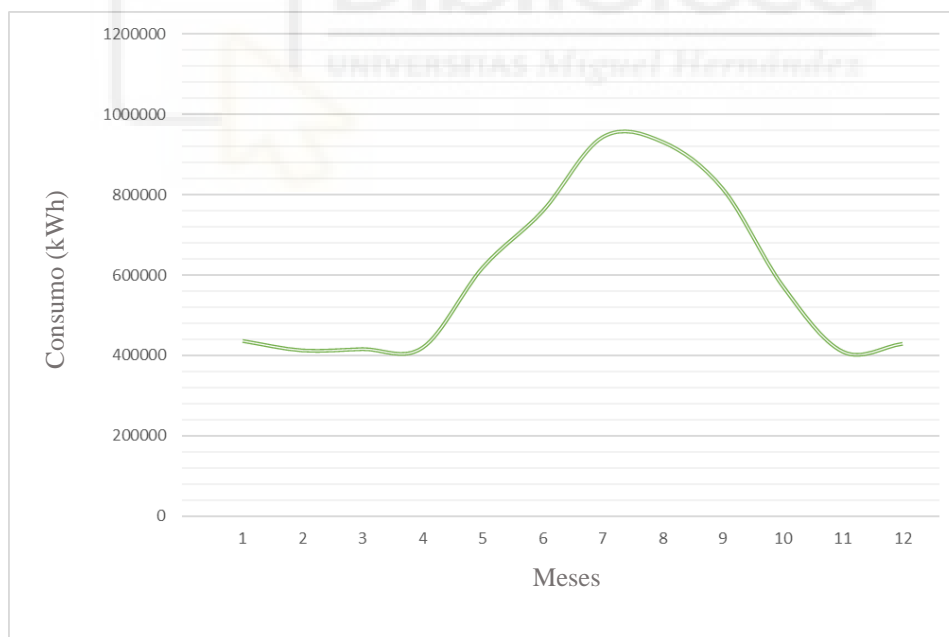
COSTE EN TÉRMINO DE ENERGÍA MENSUAL							
Mes	P1 (Euros)	P2 (Euros)	P3 (Euros)	P4 (Euros)	P5 (Euros)	P6 (Euros)	TOTAL
1	9254,611256	12695,8355	0	0	0	11367,90936	33318,35612
2	9528,869328	13450,36077	0	0	0	11675,08955	34654,31965
3	0	0	6289,107198	11138,14632	0	11760,77232	29188,02584
4	0	0	0	0	15954,27091	12067,78144	28022,05235
5	0	0	0	0	23171,39283	18177,98728	41349,38011
6	11798,97974	9469,24341	6485,112526	8479,416556	0	22576,78591	58809,53815
7	28396,04808	23242,68837	0	0	0	27899,35974	79538,09619
8	0	0	0	0	0	57864,27098	57864,27098
9	0	0	13418,96544	17721,90056	0	25810,37379	56951,23979
10	0	0	0	0	22191,43309	16190,42175	38381,85484
11	0	0	6149,502732	10835,02415	0	11727,54839	28712,07527
12	8509,854612	12043,74105	0	0	0	14201,73211	34755,32777
Total	67488,36302	70901,8691	32342,68789	48174,48758	61317,09683	241320,0326	521544,537

Las conclusiones obtenidas después de presentar y analizar los datos de consumo son que al tratarse de consumos de energía tan elevados se va a necesitar diseñar una instalación de mucha potencia para poder abastecer esa necesidad de energía mediante autoconsumo directo.

Con los datos analizados se llega a la conclusión de que no sería suficiente con instalar módulos en la azotea o tejado del edificio, siendo necesario el uso de otros terrenos pertenecientes al hospital. Además, al tratarse de una terraza transitable plana y a varias alturas, la producción de energía podría verse seriamente afectada por las sombras que el propio edificio proyecta.

Así que para aprovechar al máximo el espacio se opta por utilizar también la zona de aparcamientos y poder así instalar una gran cantidad de módulos sobre marquesinas.

Por tanto, estamos hablando de una instalación de una gran envergadura con la que se espera reducir los costes de energía que el hospital está asumiendo actualmente, que ascienden a aproximadamente 521.544,5 € al año.



Gráfica del consumo de energía mensual.

2.2. Diseño instalación fotovoltaica

Dado que se trataba de consumos muy elevados, era necesaria una instalación de gran envergadura y potencia. Para el diseño inicial de la instalación fotovoltaica hice uso del programa HelioScope, cuyas características y metodología se describen en el apartado 3. *Materiales y métodos* de este documento, concretamente en el apartado 3.1. *HelioScope*.

Una vez diseñados los edificios y elementos relevantes, estructuré la instalación con el mayor número de módulos posible, pero no era suficiente. Así que se tomó la decisión de hacer uso del aparcamiento del lugar para colocar más módulos en marquesinas. Gracias a HelioScope pude partir del máximo número de módulos posibles para la instalación teniendo en cuenta el espacio disponible y, partiendo de esa base, hacer un diseño eficiente de la instalación.

Se plantearon y estudiaron varios diseños y finalmente se optó por una instalación que daba cabida a 7.236 módulos de 300W cada uno, lo que supone una potencia a instalar de 2170,8 kW, distribuidos entre 37 inversores de diferentes potencias.



Imagen 1.

Arriba se muestra una imagen sacada de HelioScope con el terreno visto desde arriba. En ella he dividido la instalación y el terreno por zonas para simplificar la explicación del diseño.

Los módulos fotovoltaicos propuestos serían de la marca Jinkosolar, de 300 W de potencia cada uno.

Los inversores que se van a utilizar son de la marca Huawei Technologies, y serían de 60kW, 36kW, 30kW y 12kW de potencia nominal.

Las características de estos elementos mencionados se pueden encontrar de forma detallada en el apartado 3.5. *Elementos de la instalación* de este documento y en las fichas de especificaciones técnicas del módulo y los inversores utilizados, que se encuentran en el *Anexo 3*.

Estos inversores cuentan con 6, 4, 3 y 2 puntos de máxima potencia, MPPT (Maximum Power Point Tracking), dependiendo de si se trata de inversores de 60kW, 36kW, 30kW y 12kW, respectivamente. A cada MPPT se conectarán dos cadenas o strings de módulos. De esta forma, los inversores de 60kW tendrán 12 strings, los de 36kW tendrán 8 strings, los de 30kW tendrán 6 strings y los de 12kW tendrán 4 strings.

Los módulos de cada string estarán conectados en serie entre ellos, y los strings o cadenas estarían conectadas en paralelo entre ellas.

Así, la potencia, intensidad y voltaje entrarían dentro de los rangos especificados en las fichas técnicas de estos elementos.

A continuación, se detalla la forma en que se han conectados los inversores, con sus respectivas cadenas o strings de módulos:

En la **zona 1**, se instalarían 1200 módulos que estaría distribuidos entre 5 inversores de 60kW, 12 strings cada inversor (6 MPPT), con 20 módulos en cada string (40 módulos por MPPT). Son 360 kWp de potencia.

La **zona 2** corresponde al aparcamiento situado en la zona norte. Se instalarán 2204 módulos sobre marquesinas, 10 inversores de 60kW, lo que supondrá una potencia de 661 kWp.

La agrupación de estos 10 inversores sería la siguiente:



Imagen 2. Zona norte del aparcamiento.

En la Imagen 2 se muestra la zona del aparcamiento correspondiente con los módulos en marquesinas divididos en grupos numerados. En la siguiente tabla se muestra cómo se han hecho las configuraciones:

Grupo	CONFIGURACIÓN	Inversores de 60 kW (uds.)
1	36 strings de 18 módulos	3
2	18 strings de 19 módulos	2
3	6 strings de 19 módulos	
4	18 strings de 19 módulos	3
5	19 strings de 19 módulos	
6	8 strings de 18 módulos	1
7	4 strings de 21 módulos	
8	6 strings de 20 módulos	1
9	4 strings de 17 módulos	

Por ejemplo, los grupos 2 y 3 sumarían 24 strings de 19 módulos cada uno. Cada inversor de 60kW tiene 6 MPPT a los que se conectarían 12 strings.

La parte sur el aparcamiento es la que corresponde a la **zona 3** marcada en la *Imagen 1*. En esta se situarán 2726 módulos, distribuidos entre 8 inversores de 60 kW, 4 inversores de 36 kW, 2 inversores de 30kW y un inversor de 12 kW. Todo ello sumaría un total de 816,6 kWp de potencia.



Imagen 3. Zona sur del aparcamiento.

Grupo	CONFIGURACIÓN	Nº inversores	Potencia inductor (kW)
1	12 strings de 20 módulos	1	60
2	8 strings de 18 módulos	1	36
3	12 strings de 19 módulos	1	60
4	12 strings de 19 módulos	1	60
	6 strings de 19 módulos	1	30
5	12 strings de 19 módulos	1	60
	16 strings de 18 módulos	2	36
6	12 strings de 19 módulos	1	60
	8 strings de 18 módulos	1	36
7	2 strings de 21 módulos	1	12
8	36 strings de 20 módulos	3	60
9	6 strings de 19 módulos	1	30

En la tabla de arriba y las que vendrán a continuación en las configuraciones de las zonas restantes, he puesto el número de inversores y de qué potencia serían para cada grupo de módulos marcado en las respectivas imágenes de cada zona.

Por ejemplo, en el grupo 6 marcado en la *Imagen 3* habría 12 strings de 19 módulos cada uno, que correspondería a un inductor de 60kW; y también habría 8 strings de 18 módulos cada uno, que se conectarían a un inductor de 36kW.

El aparcamiento situado al este del edificio correspondería a la **zona 4**. Constará de 746 módulos: un inversor de 30kW, un inversor de 60kW y 3 inversores de 36kW. Resultará en una potencia de 223,8 kWp.



Imagen 4. Zona este del aparcamiento.

Grupo	CONFIGURACIÓN	Nº inversores	Potencia inversor (kW)
1	6 strings de 19 módulos	1	30
2	6 strings de 22 módulos	1	36
3	12 strings de 19 módulos	1	60
4	16 strings de 17 módulos	2	36

Por último, la **zona 5** marcada en la Imagen 1 incluye la parte este del aparcamiento. Se instalarían 360 módulos, correspondiendo a un inversor de 60kW y uno de 36kW. Una potencia total de 108kWp.



Imagen 5. Zona oeste del aparcamiento.

Grupo	CONFIGURACIÓN	Nº inversores	Potencia inversor (kW)
1	2 strings de 18 módulos	1	60
2	2 strings de 18 módulos		
3	8 strings de 18 módulos		
4	6 strings de 18 módulos	1	36
5	2 strings de 18 módulos		

Una vez realizado el diseño se procede a su edición en 3D mediante AutoCAD y SketchUp. Posteriormente, se hace el diseño en PVsyst para calcular las pérdidas de potencia y la producción específica de nuestra instalación.

Las características y metodologías seguidas de los programas AutoCAD, SketchUp y PVsyst se describen en el apartado 3. *Materiales y métodos* de este documento, concretamente en los apartados 3.2. *AutoCad*, 3.3. *SketchUp* y 3.4. *PVsyst*, respectivamente.



Imagen 6. Diseño final de la instalación.

Todo esto resulta en una instalación de 7236 módulos, una potencia de 2,17 MWp, se instalarían un total de 37 inversores: 25 de 60kW, 8 de 36 kW, 3 de 30 kW y uno de 12 kW.

La producción específica o rendimiento obtenida mediante el programa PVsyst es 1461,63 kWh/kWp/año y la producción total anual 3.172.902 kWh.

$$\text{Energía Anual (kWh)} = \text{Potencia (kW)} * \text{Rendimiento} \left(\frac{\text{kWh}}{\text{kWp}} \right)$$

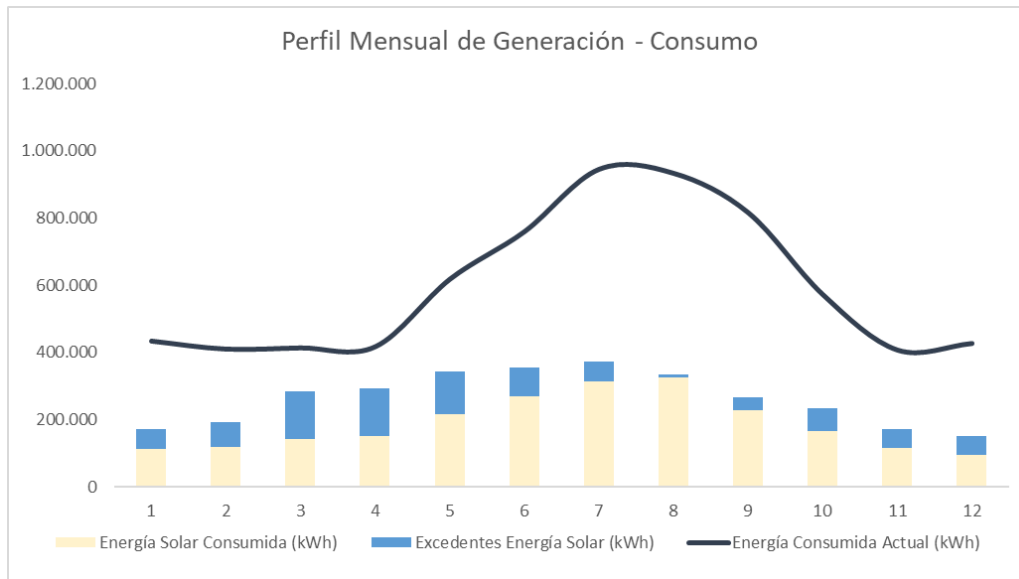
2.3. Gestión de la energía

De acuerdo con el área disponible y el perfil de consumo del hospital, diseñamos la instalación solar de 2,17 MWp de potencia. La energía producida por la instalación fotovoltaica reducirá los consumos de electricidad proveniente de la red en función del mes, del año y de la hora que sea producida la energía por la instalación solar.

El primer paso para cuantificar las posibles reducciones de consumo es caracterizar el perfil de generación y consumo. En el siguiente gráfico se encuentra caracterizado el perfil de consumo del hospital y el perfil generador de la instalación fotovoltaica propuesta.

Mes	Energía Solar Consumida (kWh)	Excedentes Energía Solar (kWh)	Energía Consumida Actual (kWh)	Fracción Solar de Consumo	Ratio Excedentes / Producción
1	114.551	58.430	435.384	26,3%	33,8%
2	119.213	73.205	411.622	29,0%	38,0%
3	141.379	142.509	415.100	34,1%	50,2%
4	150.993	143.529	418.754	36,1%	48,7%
5	217.494	126.683	618.610	35,2%	36,8%
6	269.443	84.804	759.564	35,5%	23,9%
7	315.390	57.210	944.166	33,4%	15,4%
8	325.114	8.433	932.228	34,9%	2,5%
9	228.133	38.714	815.624	28,0%	14,5%
10	167.698	66.281	572.932	29,3%	28,3%
11	116.287	54.836	408.780	28,4%	32,0%
12	94.033	58.541	428.378	22,0%	38,4%
Total	2.259.728	913.174	7.161.142	31,6%	28,78%

Tabla 1



Patrón Produccion en %												
Hora	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
1	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
2	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
4	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
6	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
7	0%	0%	0%	0%	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
8	0%	1%	0%	2%	2%	2%	2%	2%	1%	4%	3%	0%
9	5%	6%	3%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	8%	8%	6%
10	11%	10%	7%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	12%	12%	11%
11	14%	13%	11%	11%	11%	10%	10%	10%	11%	14%	15%	15%
12	16%	15%	13%	12%	11%	11%	11%	12%	12%	15%	16%	17%
13	17%	16%	14%	13%	12%	12%	12%	13%	14%	15%	15%	17%
14	15%	15%	14%	13%	12%	12%	12%	13%	13%	13%	14%	15%
15	12%	12%	13%	12%	12%	11%	12%	12%	12%	10%	10%	12%
16	8%	9%	11%	10%	10%	10%	10%	10%	11%	7%	5%	6%
17	2%	4%	9%	8%	8%	8%	8%	8%	8%	2%	0%	0%
18	0%	0%	5%	5%	5%	5%	6%	5%	4%	0%	0%	0%
19	0%	0%	1%	2%	2%	3%	3%	2%	1%	0%	0%	0%
20	0%	0%	0%	0%	0%	1%	1%	0%	0%	0%	0%	0%
21	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
22	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
23	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla 2

Hora//Mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	TOTAL
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	0,0	0,0	0,0	13,7	1.382,9	2.241,1	1.325,5	51,8	0,0	168,2	0,0	0,0	5.183,2
8	11,7	1.996,7	508,9	4.951,4	8.327,3	8.464,3	7.823,2	6.122,3	3.681,2	9.288,7	4.831,3	106,6	56.113,7
9	8.562,8	11.047,9	9.137,4	13.803,7	18.681,9	18.638,6	18.191,9	15.533,8	12.147,1	19.397,2	14.028,2	9.089,2	168.259,9
10	18.322,5	19.370,0	20.858,2	23.391,5	28.825,5	27.803,8	28.538,6	25.881,8	21.295,0	27.598,1	21.044,5	17.539,9	280.469,4
11	24.462,7	24.780,6	30.946,8	31.425,0	36.577,9	35.755,6	36.776,9	34.439,1	28.884,7	33.000,0	25.899,0	23.640,2	366.588,6
12	28.108,4	28.243,4	36.543,7	35.213,1	39.382,9	39.966,1	42.554,6	39.322,4	33.294,3	35.202,2	27.623,1	26.321,8	411.776,1
13	28.605,0	30.212,4	39.871,0	37.688,3	42.228,8	42.232,3	45.443,6	41.951,3	36.187,6	34.183,6	26.479,6	26.180,0	431.263,4
14	26.283,3	28.788,5	38.406,6	37.888,1	42.792,2	43.271,2	45.657,7	42.354,1	35.844,2	30.284,5	23.730,4	23.087,2	418.388,0
15	21.584,2	23.848,2	35.618,3	35.635,1	40.049,2	40.718,6	43.311,1	40.176,4	32.854,2	23.642,9	17.777,0	17.639,9	372.855,1
16	13.529,4	16.551,7	30.878,9	30.725,5	34.243,0	35.727,4	38.376,4	34.625,3	28.282,1	15.420,6	9.275,2	8.888,3	296.523,8
17	3.510,5	7.505,1	24.632,1	23.704,6	26.350,0	28.512,4	30.623,0	27.252,8	20.550,4	5.792,4	434,5	81,2	198.949,1
18	0,0	73,4	13.171,8	14.712,0	16.725,1	18.984,6	20.701,7	17.459,6	11.191,8	0,0	0,0	0,0	113.019,9
19	0,0	0,0	3.313,8	5.301,5	7.110,3	8.992,1	10.051,9	7.427,8	2.633,9	0,0	0,0	0,0	44.831,4
20	0,0	0,0	0,0	69,0	1.499,8	2.938,3	3.224,7	948,4	0,0	0,0	0,0	0,0	8.680,3
21	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total	172.981	192.418	283.887	294.523	344.177	354.246	372.601	333.547	266.846	233.978	171.123	152.574	3.172.902

Tabla 3. Producción de energía anual en kWh.

Para calcular los valores de la *Tabla 3. Producción de energía anual en kWh.*, se ha hecho uso de la *Tabla 2* en la que se expresa el patrón horario de la energía fotovoltaica en porcentaje. Así que se multiplica este porcentaje por el valor total de energía obtenido en un día, haciendo distinción entre los diferentes meses.

AHORROS POR PERIODO TARIFARIO (SIN TENER EN CUENTA EXCEDENTES)							
Producción	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
Energía [kWh]	590.029	421.382	334.863	616.835	871.113	338.678	3.172.902
Energía[%]	18,60%	13,28%	10,55%	19,44%	27,45%	10,67%	100%
En kWh							
Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
1	70.894	102.087	0	0	0	0	172.981
2	72.467	119.951	0	0	0	0	192.418
3	0	0	71.997	211.891	0	0	283.887
4	0	0	0	0	294.509	14	294.523
5	0	0	0	0	342.794	1.383	344.177
6	75.722	46.442	85.503	144.338	0	2.241	354.246
7	303.445	67.830	0	0	0	1.326	372.601
8	0	0	0	0	0	333.547	333.547
9	0	0	167.653	99.193	0	0	266.846
10	0	0	0	0	233.810	168	233.978
11	0	0	9.710	161.413	0	0	171.123
12	67.502	85.072	0	0	0	0	152.574
Total	590.029	421.382	334.863	616.835	871.113	338.678	3.172.902
En Euros							
Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
1	7.660 €	9.800 €	0 €	0 €	0 €	0 €	17.460 €
2	7.830 €	11.514 €	0 €	0 €	0 €	0 €	19.345 €
3	0 €	0 €	5.919 €	15.704 €	0 €	0 €	21.623 €
4	0 €	0 €	0 €	0 €	20.835 €	1 €	20.836 €
5	0 €	0 €	0 €	0 €	24.251 €	86 €	24.337 €
6	8.182 €	4.458 €	7.030 €	10.697 €	0 €	139 €	30.506 €
7	32.788 €	6.511 €	0 €	0 €	0 €	82 €	39.382 €
8	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	20.704 €	20.704 €
9	0 €	0 €	13.784 €	7.352 €	0 €	0 €	21.135 €
10	0 €	0 €	0 €	0 €	16.541 €	10 €	16.551 €
11	0 €	0 €	798 €	11.963 €	0 €	0 €	12.761 €
12	7.294 €	8.166 €	0 €	0 €	0 €	0 €	15.460 €
Total	63.755 €	40.449 €	27.531 €	45.716 €	61.627 €	21.022 €	260.100 €

Tabla 4

En la *Tabla 4* se ha tenido en cuenta la producción de la instalación por periodo tarifario y el coste en €/kWh que el hospital está pagando actualmente.

Los excedentes son la aparte resultante de restar la producción total de la instalación menos el consumo de energía fotovoltaica por horas del hospital.

Para este proyecto se ha calculado la suma en euros que proporcionarían los excedentes fijando un precio de venta a la red de 0.05€ por kWh.

EXCEDENTES POR PERIODO TARIFARIO							
Producción	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
Energía [kWh]	139.641	107.745	62.463	258.400	336.493	8.433	913.174
Energía[%]	15,29%	11,80%	6,84%	28,30%	36,85%	0,92%	100%
En kWh							
Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
1	25.080	33.350	0	0	0	0	58.430
2	28.790	44.415	0	0	0	0	73.205
3	0	0	30.436	112.073	0	0	142.509
4	0	0	0	0	143.529	0	143.529
5	0	0	0	0	126.683	0	126.683
6	0	0	6.625	78.178	0	0	84.804
7	57.210	0	0	0	0	0	57.210
8	0	0	0	0	0	8.433	8.433
9	0	0	25.401	13.312	0	0	38.714
10	0	0	0	0	66.281	0	66.281
11	0	0	0	54.836	0	0	54.836
12	28.561	29.980	0	0	0	0	58.541
Total	139.641	107.745	62.463	258.400	336.493	8.433	913.174
En Euros							
Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
1	1.254 €	1.668 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2.922 €
2	1.440 €	2.221 €	0 €	0 €	0 €	0 €	3.660 €
3	0 €	0 €	1.522 €	5.604 €	0 €	0 €	7.125 €
4	0 €	0 €	0 €	0 €	7.176 €	0 €	7.176 €
5	0 €	0 €	0 €	0 €	6.334 €	0 €	6.334 €
6	0 €	0 €	331 €	3.909 €	0 €	0 €	4.240 €
7	2.861 €	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2.861 €
8	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	422 €	422 €
9	0 €	0 €	1.270 €	666 €	0 €	0 €	1.936 €
10	0 €	0 €	0 €	0 €	3.314 €	0 €	3.314 €
11	0 €	0 €	0 €	2.742 €	0 €	0 €	2.742 €
12	1.428 €	1.499 €	0 €	0 €	0 €	0 €	2.927 €
Total	6.982 €	5.387 €	3.123 €	12.920 €	16.825 €	422 €	45.659 €

Tabla 5

AHORROS NETOS CON EXCEDENTES							
Producción	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
Energía [kWh]	450.389	313.637	272.400	358.436	534.621	330.246	2.259.728
Energía[%]	19,93%	13,88%	12,05%	15,86%	23,66%	14,61%	100%
En kWh							
Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
1	45.814	68.737	0	0	0	0	114.551
2	43.677	75.536	0	0	0	0	119.213
3	0	0	41.561	99.818	0	0	141.379
4	0	0	0	0	150.980	14	150.993
5	0	0	0	0	216.112	1.383	217.494
6	75.722	46.442	78.878	66.160	0	2.241	269.443
7	246.235	67.830	0	0	0	1.326	315.390
8	0	0	0	0	0	325.114	325.114
9	0	0	142.251	85.881	0	0	228.133
10	0	0	0	0	167.530	168	167.698
11	0	0	9.710	106.577	0	0	116.287
12	38.941	55.092	0	0	0	0	94.033
Total	450.389	313.637	272.400	358.436	534.621	330.246	2.259.728
En Euros							
Mes	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Total
1	4.950 €	6.598 €	0 €	0 €	0 €	0 €	11.549 €
2	4.720 €	7.251 €	0 €	0 €	0 €	0 €	11.970 €
3	0 €	0 €	3.417 €	7.398 €	0 €	0 €	10.815 €
4	0 €	0 €	0 €	0 €	10.681 €	1 €	10.682 €
5	0 €	0 €	0 €	0 €	15.289 €	86 €	15.375 €
6	8.182 €	4.458 €	6.485 €	4.903 €	0 €	139 €	24.168 €
7	26.607 €	6.511 €	0 €	0 €	0 €	82 €	33.200 €
8	0 €	0 €	0 €	0 €	0 €	20.180 €	20.180 €
9	0 €	0 €	11.695 €	6.365 €	0 €	0 €	18.060 €
10	0 €	0 €	0 €	0 €	11.852 €	10 €	11.862 €
11	0 €	0 €	798 €	7.899 €	0 €	0 €	8.697 €
12	4.208 €	5.288 €	0 €	0 €	0 €	0 €	9.496 €
Total	48.666 €	30.107 €	22.396 €	26.565 €	37.822 €	20.499 €	186.054 €

Tabla 6

Para los cálculos de la *Tabla 6* se han tenido en cuenta los datos obtenidos de la *Tabla 4* y la *Tabla 5*, además de los precios de la energía por periodos que se está apagando actualmente, en €/kWh.

Una vez caracterizado el perfil de generación y consumo, se calculan los ahorros económicos en cada periodo tarifario (P1, P2, P3, P4, P5, P6) de acuerdo con el horario legal y se cuantifican los ahorros que se generará la instalación fotovoltaica en cada uno de los términos de la factura eléctrica.

Mes	Producción Total (kWh)	Excedentes (kWh)	AUTOCONSUMO					
			P1 (kWh)	P2 (kWh)	P3 (kWh)	P4 (kWh)	P5 (kWh)	P6 (kWh)
1	172.981	58.430	45.814	68.737	0	0	0	0
2	192.418	73.205	43.677	75.536	0	0	0	0
3	283.887	142.509	0	0	41.561	99.818	0	0
4	294.523	143.529	0	0	0	0	150.980	14
5	344.177	126.683	0	0	0	0	216.112	1.383
6	354.246	84.804	75.722	46.442	78.878	66.160	0	2.241
7	372.601	57.210	246.235	67.830	0	0	0	1.326
8	333.547	8.433	0	0	0	0	0	325.114
9	266.846	38.714	0	0	142.251	85.881	0	0
10	233.978	66.281	0	0	0	0	167.530	168
11	171.123	54.836	0	0	9.710	106.577	0	0
12	152.574	58.541	38.941	55.092	0	0	0	0
Total	3.172.902	913.174	450.389	313.637	272.400	358.436	534.621	330.246
		Excedentes sobre Produc. (%)	Cobertura en P1 (%)	Cobertura en P2 (%)	Cobertura en P3 (%)	Cobertura en P4 (%)	Cobertura en P5 (%)	Cobertura en P6 (%)
		28,78%	72%	42%	69,2%	55,1%	61,7%	8,5%

Tabla 7

La instalación fotovoltaica generará 3.172,90 MWh/año, de los cuales 2.259,73 MWh/año serán consumidos en las propias instalaciones del hospital, lo que representa una cobertura del consumo global del del 31,56%. La energía excedente será de 913,17 MWh/año y serán vendidos a la red.

2.4. Modelo financiero

En este modelo de prestación de servicios energéticos toda la inversión es realizada por un inversor, sin ningún coste asociado al hospital. En esta modalidad el hospital recibe un descuento de 7,0% sobre su tarifa de energía de red durante los 15 años del contrato. A partir del año 16 se ofrecerá sin coste la instalación al hospital por la fidelización.

En la siguiente tabla se muestran las tarifas propuestas y los ahorros previstos durante el primer año:

Periodos Tarifarios	Energía Solar (kWh)	Tarifa Actual (€/kWh)	Descuento (%)	Tarifa Solar Propuesta (€/kWh)	Ahorro Anual con FV (€)
P1	450.389	0,1136	7%	0,1056	3.581 €
P2	313.637	0,1009	7%	0,0938	2.215 €
P3	272.400	0,0864	7%	0,0804	1.648 €
P4	358.436	0,0779	7%	0,0724	1.955 €
P5	534.621	0,0744	7%	0,0692	2.783 €
P6	330.246	0,0652	7%	0,0607	1.508 €
Perdidas Transf. Evitadas	2.259.728	0,0026	7%	0,0024	411 €
Total energía	2.259.728	0,0891	7%	0,0829	14.100 €

**Se incluye ahorro Impuesto Eléctrico de 5,1127% y Pérdidas por Transformación Evitadas (3%)*

Tabla 8

Tomando como valor de referencia el precio de la energía consumida actualmente por el hospital, el inversor facturará la energía generada por la instalación fotovoltaica aplicando un 7,0% de descuento sobre dicho valor.

Dado que el precio de la energía tiende a variar, se podrían realizar actualizaciones periódicas asegurando que la energía solar nunca tenga un coste superior a la energía de red.

Un PPA (Power Purchase Agreement) es un acuerdo de compraventa de energía limpia a largo plazo desde un activo concreto y a un precio prefijado entre un desarrollador renovable y un consumidor.

Año	Generación anual FV (kWh)	Coste Tarifa Red Actual	Descuento Tarifa Inversor	Compra energía FV	Ahorro anual	Ahorro acumulado	PPA Medio (€/kWh)
1	2.259.728	201.433 €	7%	187.333 €	14.100 €	14.100 €	0,0829 €
2	2.250.689	206.646 €	7%	192.181 €	14.465 €	28.566 €	0,0854 €
3	2.241.687	211.994 €	7%	197.155 €	14.840 €	43.405 €	0,0879 €
4	2.232.720	217.481 €	7%	202.257 €	15.224 €	58.629 €	0,0906 €
5	2.223.789	223.109 €	7%	207.492 €	15.618 €	74.247 €	0,0933 €
6	2.214.894	228.883 €	7%	212.862 €	16.022 €	90.268 €	0,0961 €
7	2.206.034	234.807 €	7%	218.370 €	16.436 €	106.705 €	0,0990 €
8	2.197.210	240.884 €	7%	224.022 €	16.862 €	123.567 €	0,1020 €
9	2.188.421	247.118 €	7%	229.819 €	17.298 €	140.865 €	0,1050 €
10	2.179.668	253.513 €	7%	235.767 €	17.746 €	158.611 €	0,1082 €
11	2.170.949	260.074 €	7%	241.869 €	18.205 €	176.816 €	0,1114 €
12	2.162.265	266.805 €	7%	248.128 €	18.676 €	195.492 €	0,1148 €
13	2.153.616	273.710 €	7%	254.550 €	19.160 €	214.652 €	0,1182 €
14	2.145.002	280.793 €	7%	261.138 €	19.656 €	234.308 €	0,1217 €
15	2.136.422	288.060 €	7%	267.896 €	20.164 €	254.472 €	0,1254 €
16	2.127.876	295.515 €	100%	0 €	295.515 €	549.987 €	0,0000 €
17	2.119.364	303.163 €	100%	0 €	303.163 €	853.150 €	0,0000 €
18	2.110.887	311.009 €	100%	0 €	311.009 €	1.164.159 €	0,0000 €
19	2.102.443	319.058 €	100%	0 €	319.058 €	1.483.217 €	0,0000 €
20	2.094.034	327.315 €	100%	0 €	327.315 €	1.810.532 €	0,0000 €
21	2.085.657	335.786 €	100%	0 €	335.786 €	2.146.318 €	0,0000 €
22	2.077.315	344.476 €	100%	0 €	344.476 €	2.490.795 €	0,0000 €
23	2.069.006	353.391 €	100%	0 €	353.391 €	2.844.186 €	0,0000 €
24	2.060.730	362.537 €	100%	0 €	362.537 €	3.206.723 €	0,0000 €
25	2.052.487	371.919 €	100%	0 €	371.919 €	3.578.642 €	0,0000 €
Total	53.862.892	6.959.482 €		3.380.839 €	3.578.642 €	3.578.642 €	0,0617 €

Tabla 9

Los cálculos de la generación anual de energía fotovoltaica de la *Tabla 9* se han obtenido teniendo en cuenta una degradación de la instalación del 0,40% menos de energía producida cada año.

Teniendo en cuenta el índice de precios al consumo (IPC) de la energía del 3%, se han calculado los datos del coste de la tarifa de red.

De acuerdo con el estudio económico realizado, el hospital ahorraría 254.472 € al finalizar los 15 años de contrato. Considerando que la instalación tiene una vida útil mínima de 25 años, el ahorro total se estima en 3.578.642 €.

Con el fin de resultar orientativo para un supuesto inversor, incluyo una aproximación del presupuesto. Este ha sido obtenido basándose en proyectos similares.

Concepto	Total (€)
1. Paneles solares	564.408,00 €
2. Inversores	84.661,20 €
3. Balance de sistema (BOS)	1.221.244,83 €
3.1 Cubiertas 15°	86.400,00 €
3.11 Estructuras	39.600,00 €
3.12 Montaje de paneles y estructuras	10.800,00 €
3.12 Cables e instalaciones	36.000,00 €
3.2. Cubiertas coplanares	0,00 €
3.3 Marquesinas	1.134.844,83 €
3.3.1 Estructuras	267.783,02 €
3.3.2 Montaje de paneles y estructuras	54.324,00 €
3.3.2 Cables e instalaciones	181.080,00 €
3.3.3 Cimentaciones	183.448,78 €
3.3.4 Zanjas de conexión y cruces	67.454,66 €
3.3.5 Líneas de BT	146.105,80 €
3.3.6 Trabajos previos y Reposiciones	223.845,28 €
3.3.7 Red de Alumbrado	10.803,30 €
4. Estudios, Seguridad, Salud y Seguros	108.809,15 €
4.1 Estudio Punto Conexión	6.120,68 €
4.2 Aval	2.170,80 €
4.3 Seguro	4.341,60 €
4.4 Monitorización	6.512,40 €
4.5 CSS (Coordinación de Seguridad y Salud)	13.024,80 €
4.6 ICIO (Impuesto Construcción/Instalación/Obras)	76.638,88 €
5. Gastos G.	43.416,00 €
5.1 Gastos generales	43.416,00 €
6. Comisiones	23.705,85 €
6.1 Comisiones	23.705,85 €
7. Dispositivos y protecciones	20.000,00 €
7.1 Kit de Inyección Cero	0,00 €
7.2 Relés máxima tensión homopolar, para corte por exceso de tensión.	20.000,00 €
7.3 Colocación de Línea de vida.	0,00 €
Total (€)	2.066.245,04 €

Tabla 10

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. HelioScope

HelioScope es una aplicación web que simplifica el proceso de diseño y dimensionamiento de una instalación de paneles solares.

El programa toma en cuenta las pérdidas generadas por factores como la ubicación geográfica, las sombras de árboles y edificios, el cableado, la eficiencia de los componentes y demás ajustes en la instalación. Proporciona recomendaciones para el diseño de los equipos, así como del número de arreglos y paneles fotovoltaicos.

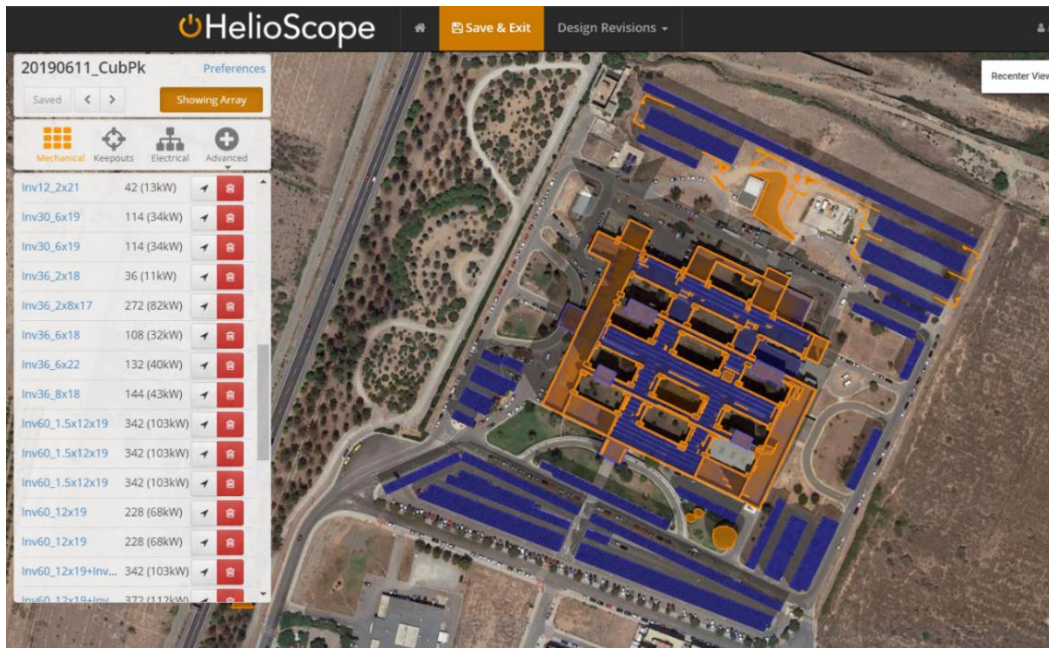
La herramienta proporciona un diagrama a detalle de todo el cableado a utilizar. Proyecta la ubicación exacta de los paneles, los inversores y el resto de los dispositivos. Al finalizar el diseño, el software entrega una lista completa de materiales requeridos.

Para la simulación HelioScope utiliza modelos matemáticos de última generación. Importa archivos meteorológicos para conocer el clima en la zona. Incorpora análisis de sombras, física de los módulos fotovoltaicos, analiza la resistencia de los cables, así como de otros factores para realizar una simulación más exacta. Estima valores de producción eléctrica y de producción de energía solar por hora. Puede calcular la potencia requerida con mayor precisión.

Al seleccionar los componentes y ejecutar múltiples simulaciones para la misma ubicación te brinda la opción de comparar los resultados y elegir la mejor opción de configuración del diseño. Cuenta con múltiples herramientas de diseño y simulación.

HelioScope permite hacer uso de la aplicación web mediante una versión de prueba disponible en su página web: <https://www.helioscope.com/>.

En las imágenes se muestra el diseño que se realizó mediante HelioScope para el proyecto en cuestión. Mediante este programa web se diseñaron todos los edificios, objetos y sombras que pudiera ser de relevancia (naranja). Dado que solo se disponía de la ubicación, mediante fotos, imágenes de Google Earth y la información que se me pudo proporcionar, se estimaron todos estos elementos de manera bastante exitosa.

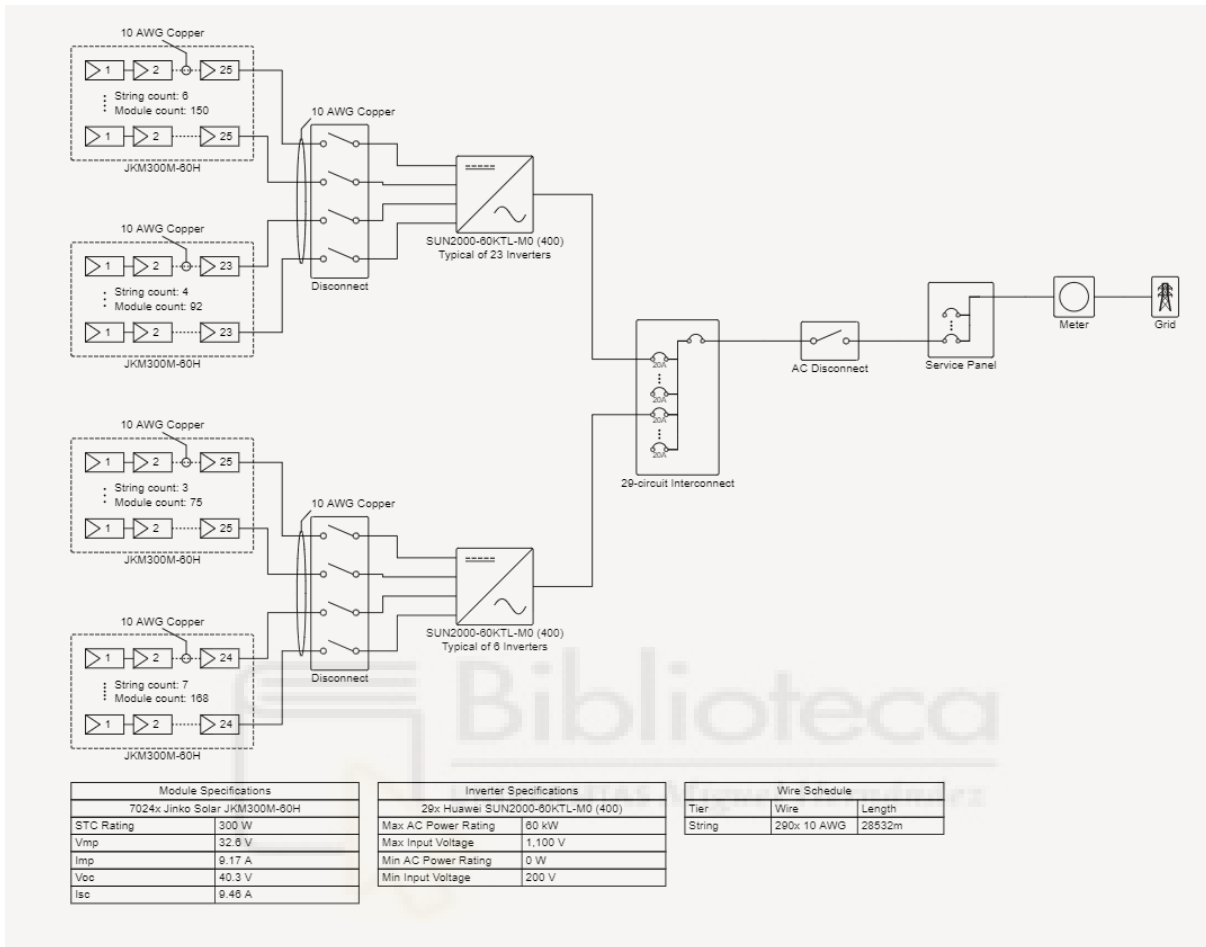


Mediante bloques, lo que en la imagen se representa azul, se diseña el espacio en el que se añaden los paneles fotovoltaicos, tantos como fuesen necesarios según los cálculos realizados previamente.

Una vez finalizado el diseño, este se exporta en formato (.dwf), lo que nos permitiría utilizar el diseño en AutoCAD.



HelioScope también nos proporciona un diseño generado automáticamente, también exportable a AutoCAD, del esquema eléctrico unifilar.



Este esquema no es válido para las configuraciones que se han hecho para esta instalación, ya que solo contempla inversores de 60kW de potencia nominal y la configuración de los módulos no es la que se ha diseñado manualmente. Por otro lado, nos sirve como esquema unifilar orientativo.

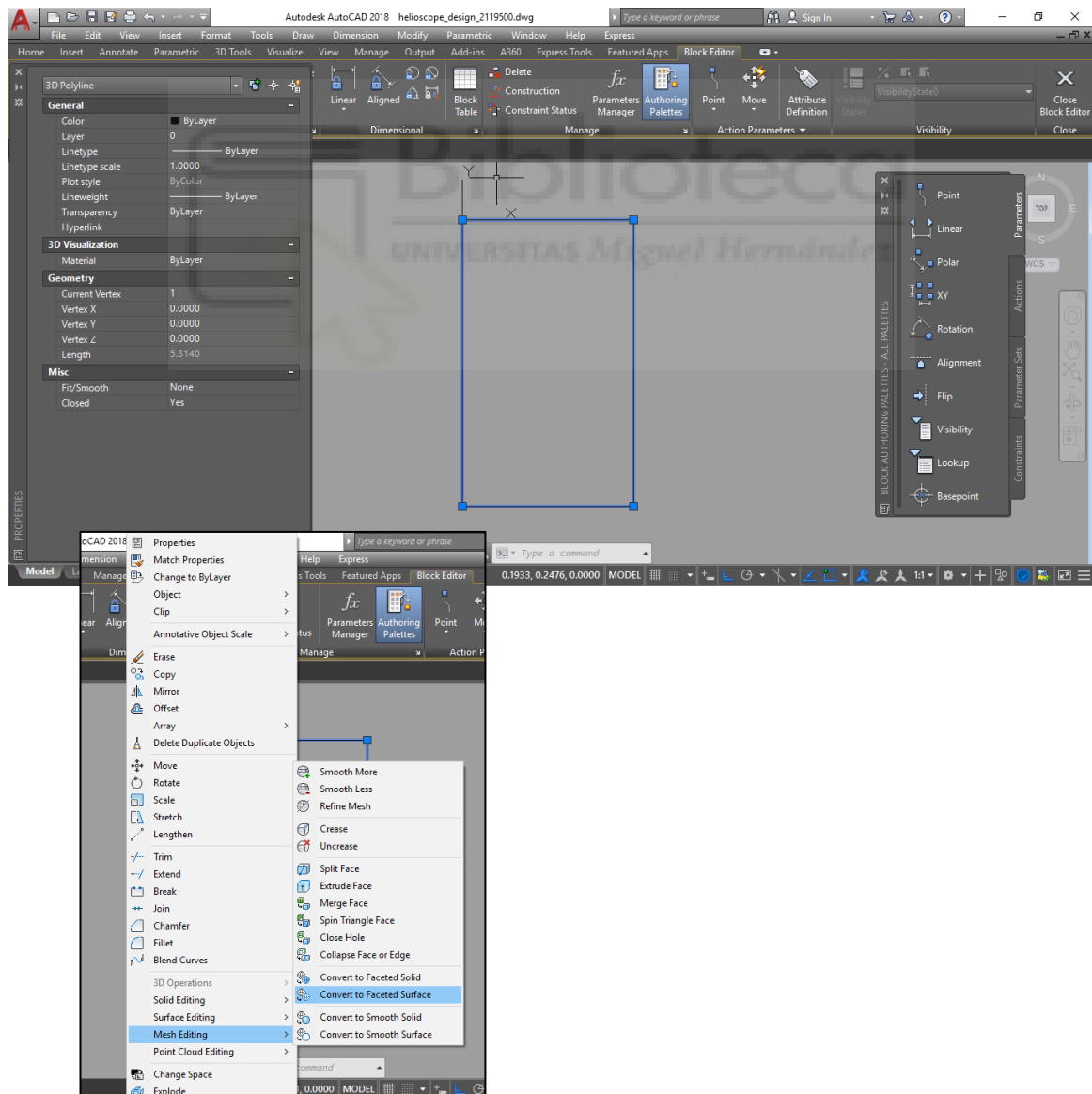
HelioScope sólo nos permite la opción de seleccionar un único inversor para el diseño, y este es uno de los motivos por los que haremos uso de otros programas para el cálculo más completo de nuestra instalación.

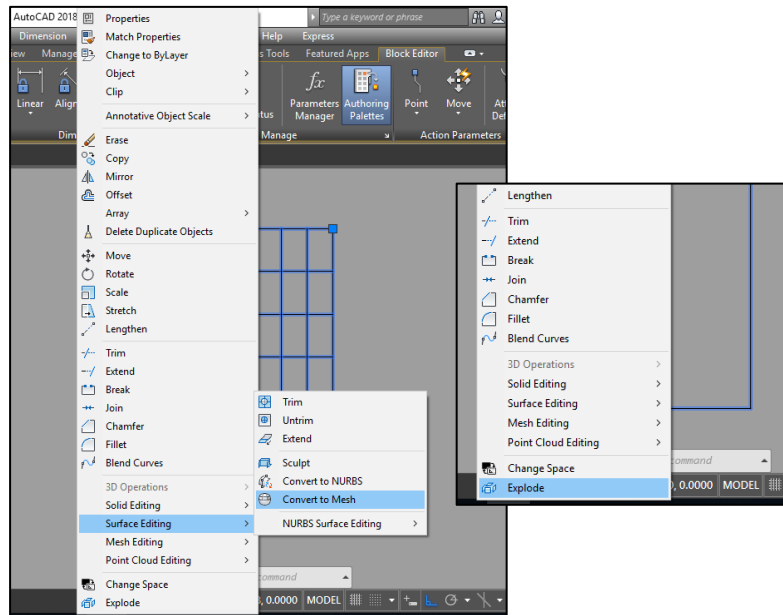
3.2. AutoCAD

AutoCAD es un software del tipo CAD (Computer Aided Design), un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo 2D y modelado 3D, y que fue creado por una empresa norteamericana especializada en este rubro llamada Autodesk.

Las versiones modernas de AutoCAD incorporan el concepto de espacio modelo y espacio papel, lo que permite separar las fases de diseño y dibujo en 2D y 3D, de las fases necesarias para la creación de planos a una escala específica. También otros conceptos nuevos incorporados son el modelado sólido.

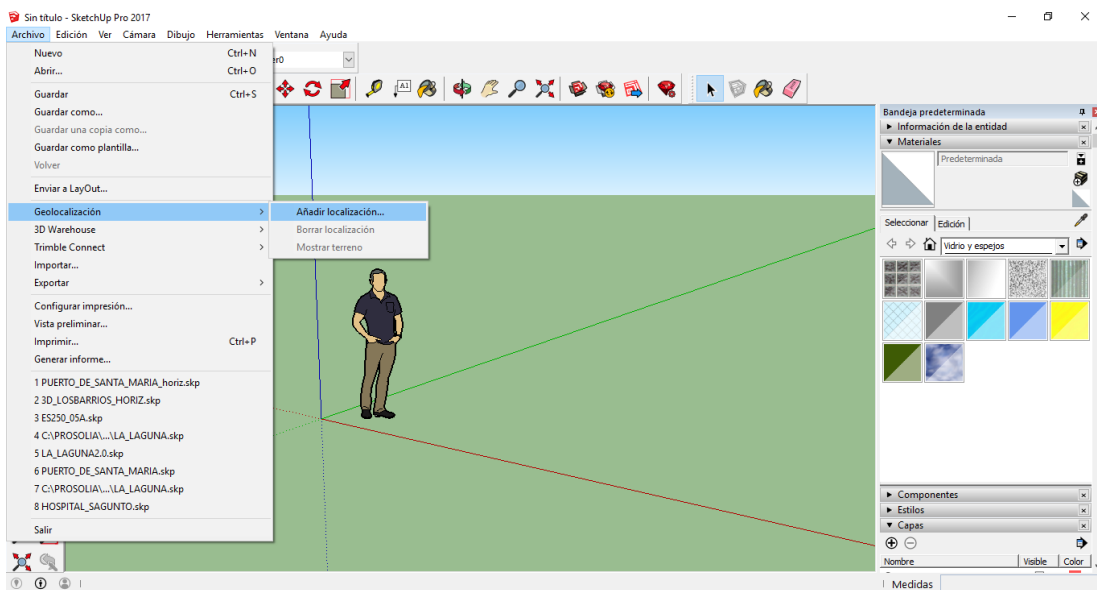
Mediante el editor de bloques de AutoCAD haremos que nuestro diseño sea apto para la edición en 3D y lo exportaremos en formato (.dwg).





3.3. SketchUp

SketchUp es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones basado en caras. Es utilizado para el modelado de entornos de planificación urbana, arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Su principal característica es poder realizar diseños en 3D de forma sencilla. Permite conceptualizar y modelar imágenes en 3D de edificios, coches, personas y cualquier objeto o artículo que imagine el diseñador o dibujante, además de que el programa incluye una galería de objetos, texturas e imágenes.



SketchUp nos permite añadir la geolocalización e importa el diseño de AutoCAD sobre esta localización. Una vez hecho esto, podremos trabajar el diseño 3D sobre la ubicación concreta y realizar un diseño más realista visualmente.



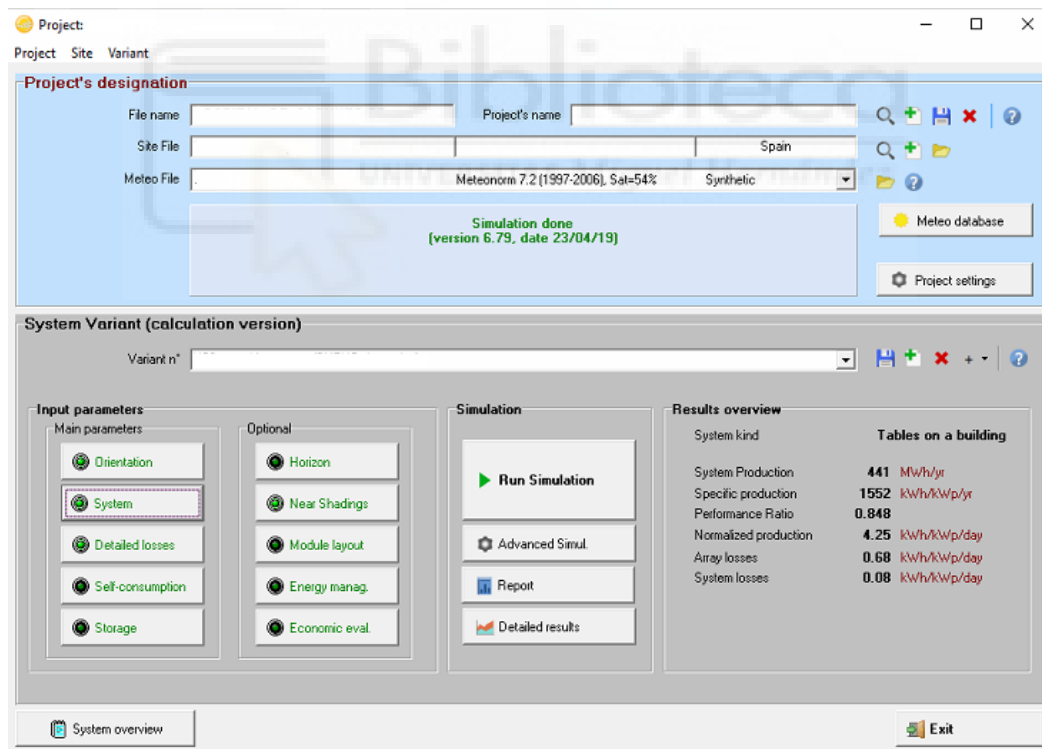
Además, el importar el (.dxf) de AutoCAD nos permite trabajar con el sistema de capas. Así que podremos hacer una distinción en el material de los módulos de nuestra instalación, cosa que será necesaria para su uso en el programa PVsyst para calcular las radiaciones.

Una vez realizado esto, nuestro modelo 3D está listo para ser exportado con la extensión (.dae) y ser utilizado en PVsyst.

3.4. PVsyst

PVsyst es un programa de ordenador ampliamente utilizado para el diseño de instalaciones fotovoltaicas. Este programa posee una amplia base de datos de los principales componentes usados en una instalación del mercado internacional y, además, se pueden añadir nuevos componentes.

Esta herramienta sirve para desarrollar instalaciones fotovoltaicas que permiten el estudio, la simulación y análisis de datos completa de los sistemas fotovoltaicos. Este software permite dimensionar el tamaño de las instalaciones teniendo en cuenta la radiación solar que recibiría en función de su ubicación gracias a su base de datos meteorológica. Esta permite su diseño en 3D y tiene en cuenta la proyección de sombras gracias a la simulación del movimiento del sol durante el día, lo que permite calcular la inclinación y orientación óptima, las pérdidas y la producción.



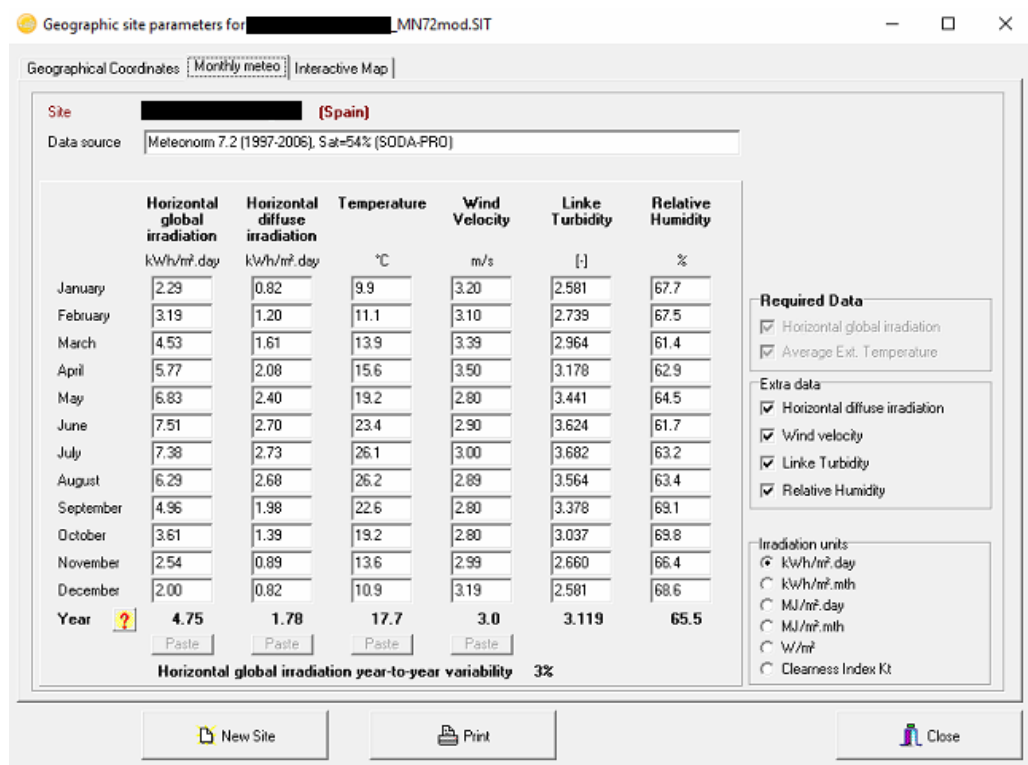
Después de crear el nuevo proyecto, el primer paso es obtener la información meteorológica de irradiación global y difusa, y la latitud, longitud y altitud del lugar donde estará la instalación. En este caso he utilizado la información de la radiación mensual de SoDa (Solar radiation Data).

<http://www.soda-pro.com/>

SoDa es una plataforma web que ofrece servicios de datos meteorológicos y de radiación solar para el cálculo de instalaciones solares fotovoltaicas y térmicas y para monitorizar y pronosticar la producción de electricidad.

SoDa nos proporciona la radiación mensual desde 2005 en (kWh/m²·día). El resultado a importar en el PVsyst sería el siguiente:

	Wh/m ² ·día	kWh/m ² ·día
Mes	Promedio	
1	2291,923077	2,2919
2	3196,384615	3,1964
3	4535	4,5350
4	5771,230769	5,7712
5	6838,692308	6,8387
6	7514,923077	7,5149
7	7383,307692	7,3833
8	6294,692308	6,2947
9	4965,769231	4,9658
10	3615,769231	3,6158
11	2543,692308	2,5437
12	2003,461538	2,0035
Total	4746,237179	



Geographic site parameters for [redacted]_MN72mod.SIT

Geographical Coordinates: [redacted] [Spain] | Monthly meteo | Interactive Map

Site: [redacted] (Spain)

Data source: Meleconim 7.2 [1997-2006], Sat=54% (SODA-PRO)

	Horizontal global irradiation kWh/m ² .day	Horizontal diffuse irradiation kWh/m ² .day	Temperature °C	Wind Velocity m/s	Linke Turbidity []	Relative Humidity %
January	2.29	0.82	9.9	3.20	2.581	67.7
February	3.19	1.20	11.1	3.10	2.739	67.5
March	4.53	1.61	13.9	3.39	2.964	61.4
April	5.77	2.08	15.6	3.50	3.178	62.9
May	6.83	2.40	19.2	2.80	3.441	64.5
June	7.51	2.70	23.4	2.90	3.624	61.7
July	7.38	2.73	26.1	3.00	3.682	63.2
August	6.29	2.68	26.2	2.89	3.564	63.4
September	4.96	1.98	22.6	2.80	3.378	69.1
October	3.61	1.39	19.2	2.80	3.037	69.8
November	2.54	0.89	13.6	2.99	2.660	66.4
December	2.00	0.82	10.9	3.19	2.581	68.6
Year	4.75	1.78	17.7	3.0	3.119	65.5

Horizontal global irradiation year-to-year variability 3%

Required Data:
 Horizontal global irradiation
 Average Ext. Temperature

Extra data:
 Horizontal diffuse irradiation
 Wind velocity
 Linke Turbidity
 Relative Humidity

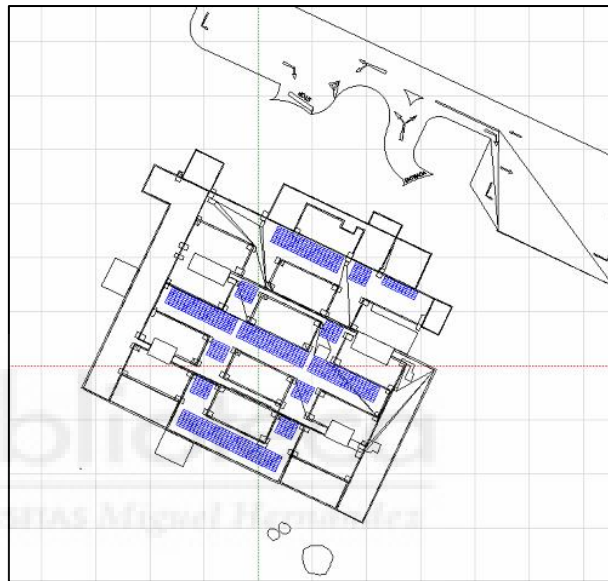
Irradiation units:
 kWh/m².day
 kWh/m².mth
 MJ/m².day
 MJ/m².mth
 W/m²
 Clearness Index Kt

Buttons: New Site, Print, Close

Después de esto, procedemos a crear las diferentes variantes de las que contará el proyecto. Debido a que se trata de una instalación de gran envergadura y con módulos situados de forma diferente, con diferente configuración y con distinta orientación, decidí hacer cuatro variantes diferentes para hacer la simulación.

En la configuración del sistema seleccionaremos el panel fotovoltaico y el inversor que vamos a utilizar y haremos las modificaciones necesarias de acuerdo con nuestro diseño.

En la **primera variante** se han incluido los módulos a instalar en la cubierta del edificio, que se trata de módulos inclinados. Esto son 5 inversores de 60kW, 12 strings cada inversor, con 20 módulos cada uno. Esto hacen un total de 1200 módulos.



Grid system definition, Variant "EDIFICIO"

Global System configuration		Global system summary	
1	Number of kinds of sub-arrays	Nb. of modules	1200
Simplified Schema		Module area	1982 m ²
		Nb. of inverters	5
		Nominal PV Power	360 kWp
		Maximum PV Power	336 kWdc
		Nominal AC Power	300 kWac

ST19_Snv60

Sub-array name and Orientation
 Name: ST19_Snv60
 Orient.: Fixed Tilted Plane
 Tilt: 15°
 Azimuth: 26°

Presizing Help
 No sizing Enter planned power: 360.0 kWp
 Resize ... or available area(modules): 1982 m²

Select the PV module
 Available Now: [dropdown] Filter: All PV modules Approx. needed modules: 1200
 Jinkosolar 300 Wp 28V Si-mono JKM 300M-60H Since 2017 Manufacturer 2017 [Open]
 Sizing voltages: Vmpp (60°C) 29.0 V
 Voc (-10°C) 44.6 V
 Use Optimizer

Select the inverter
 Available Now: [dropdown] Output voltage: 400 V Tri 50Hz
 Huawei Technologies 60 kW 200 - 1000 V TL 50/60Hz SUN2000-60KTL-M0 400Vac Since 2018 [Open]
 Nb of MPPT inputs: 30 [dropdown] Operating Voltage: 200-1000 V Inverter power used: 300 kWac
 Use multi-MPPT feature Input maximum voltage: 1100 V **inverter with 6 MPPT**

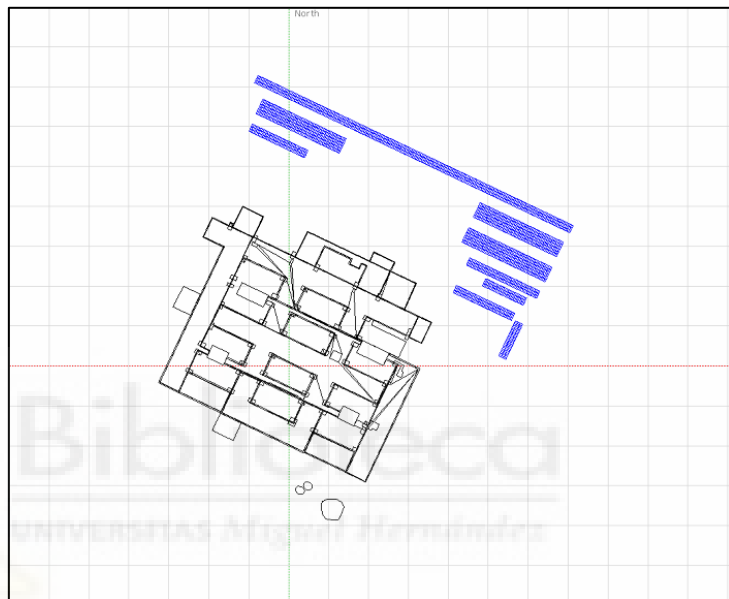
Design the array
Number of modules and strings
 Mod. in series: 20 [dropdown] between 7 and 22
 Nbre strings: 60 [dropdown] between 50 and 60
 Overload loss: 0.0 %
 Pnom ratio: 1.20 [dropdown] Show sizing [?]
 Nb. modules: 1200 Area: 1982 m²

Operating conditions
 Vmpp (60°C): 579 V
 Vmpp (20°C): 684 V
 Voc (-10°C): 892 V
 Plane Irradiance: 1000 W/m²
 Impp (STC): 542 A
 Isc (STC): 568 A
 Isc (at STC): 568 A
 Max. in data STC
 Max. operating power at 1000 W/m² and 50°C: 328 kW
Array nom. Power (STC): 360 kWp

System overview [X] Cancel [OK]

La **segunda variante** incluirá la zona norte del aparcamiento, donde los módulos se instalarán en marquesinas. En este caso, configuraremos diferentes pestañas que corresponderán a las diferentes configuraciones de los inversores, como ya se detalló en el punto 2 de este proyecto.

Se instalarán 2204 módulos, 10 inversores de 60kW, lo que supondrá una potencia de 661kWp.



Grid system definition, Variant "PARKING_NORTE_JUNIO2019"

Global System configuration		Global system summary	
6	Number of kinds of sub-arrays	Nb. of modules	2204
<input type="button" value="Simplified Schema"/>		Module area	3640 m ²
		Nb. of inverters	9.8
		Nominal PV Power	661 kWp
		Maximum PV Power	603 kWdc
		Nominal AC Power	590 kWac

Sub-array name and Orientation

Name: ST_18_3Inv60 | Order: 1 | Tilt: 5° | Azimuth: 26°

Orientation: Orientation #1

Prestizing Help: No sizing | Enter planned power: 0.0 kWp | ... or available area(modules): 0 m²

Select the PV module

Available Now: All PV modules

Jinkosolar | 300 Wp 28V | Si-mono | JKM 300M-60H | Since 2017 | Manufacturer 2017

Sizing voltages: Vmpp (60°C): 29.0 V | Voc (-10°C): 44.6 V

Use Optimizer

Select the inverter

Available Now: Output voltage 400 V Tri 50Hz

Huawei Technologies | 60 kW | 200 - 1000 V TL | 50/60Hz | SUN2000-60KTL-M0 400Vac | Since 2018

Nb of MPPT inputs: 18 | Operating Voltage: 200-1000 V | Inverter power used: 180 kWac | Power sharing

Use multi-MPPT feature | Input maximum voltage: 1100 V | **inverter with 6 MPPT**

Design the array

Number of modules and strings

Mod. in series: 18 | between 7 and 22

Nbre strings: 36

Overload loss: 0.0 % | Prom ratio: 1.08 |

Nb. modules: 648 | Area: 1070 m²

Operating conditions

Vmpp (60°C)	521 V
Vmpp (20°C)	616 V
Voc (-10°C)	803 V

Plane irradiance: 1000 W/m²

Imp (STC)	325 A
Isc (STC)	341 A
Isc (at STC)	341 A

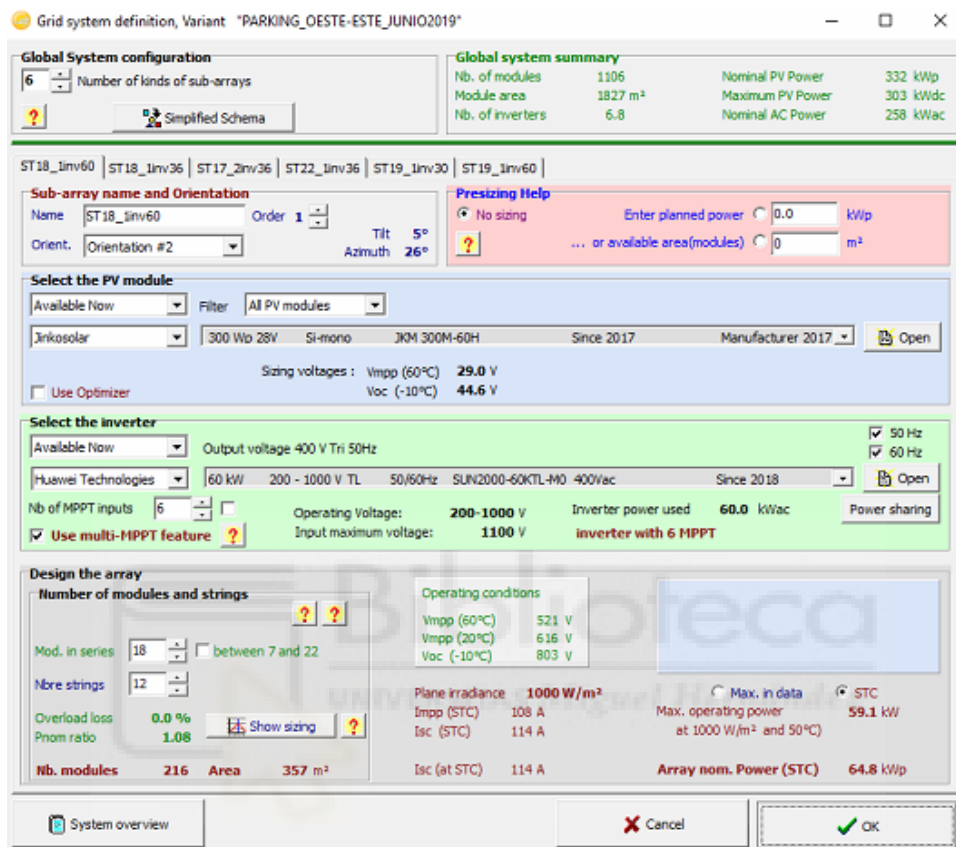
Max. in data | STC

Max. operating power at 1000 W/m² and 50°C: 177 kW

Array nom. Power (STC): 194 kWp

La **tercera variante** constará de la zona este y la zona oeste del aparcamiento.

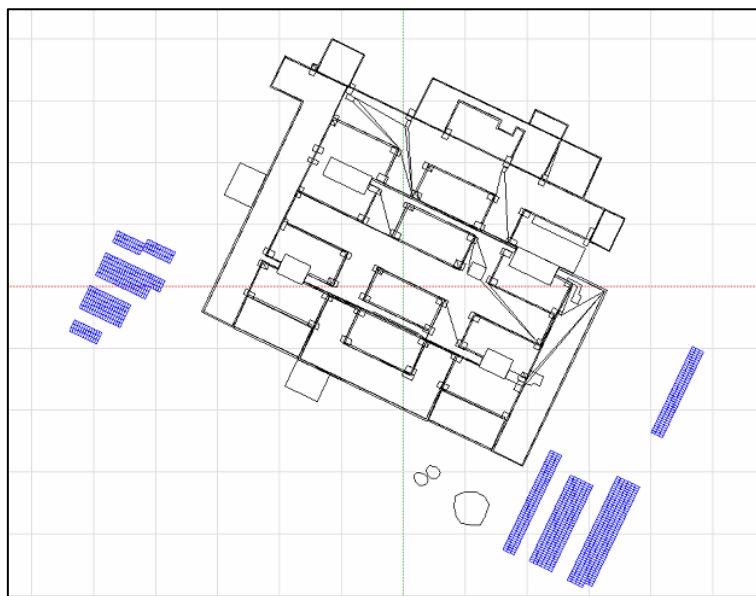
Esta estará formada por un inversor de 30kW, 2 inversores de 60kW y 4 inversores de 36kW. Resultará en 1106 módulos y una potencia de 331,8kWp.



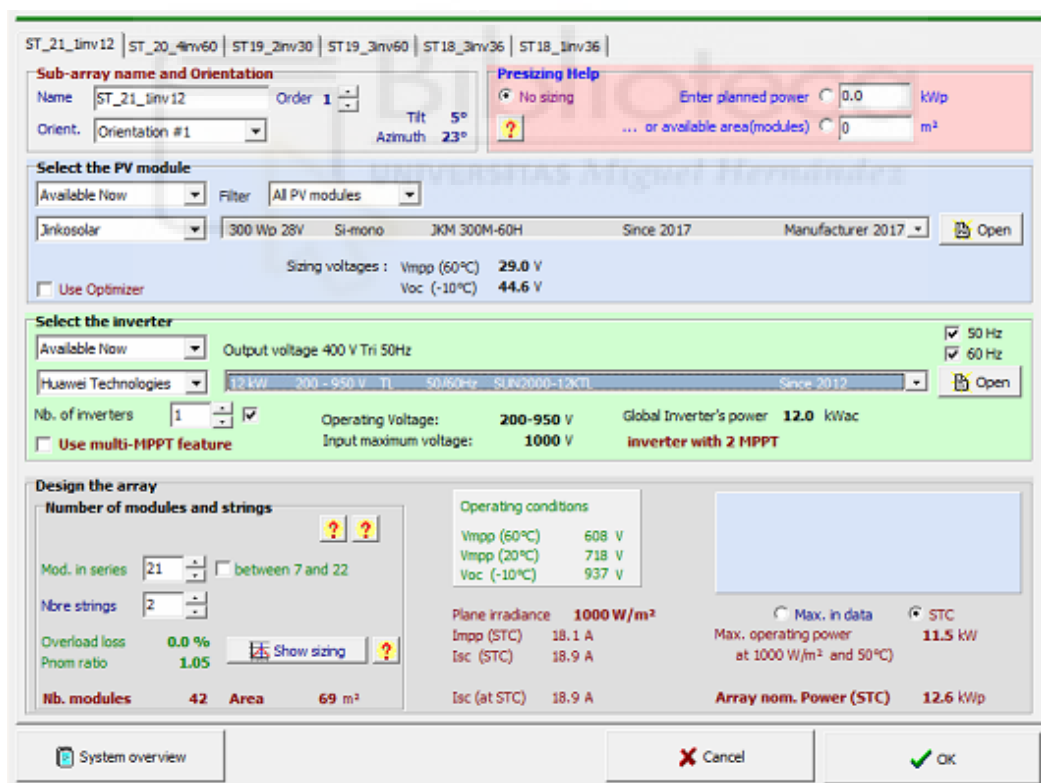
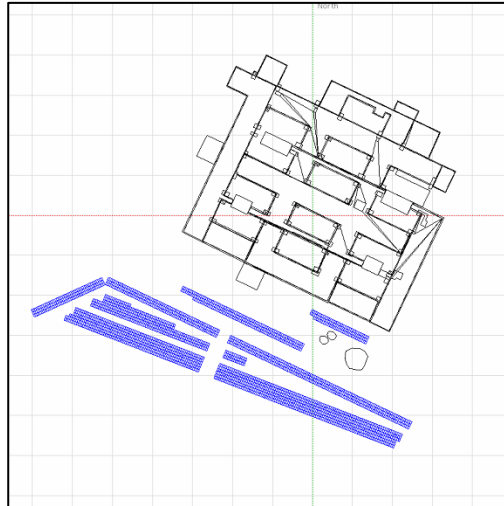
The screenshot shows the 'Grid system definition' window in PVsyst. It is divided into several sections:

- Global System configuration:** Shows 6 kinds of sub-arrays.
- Global system summary:**

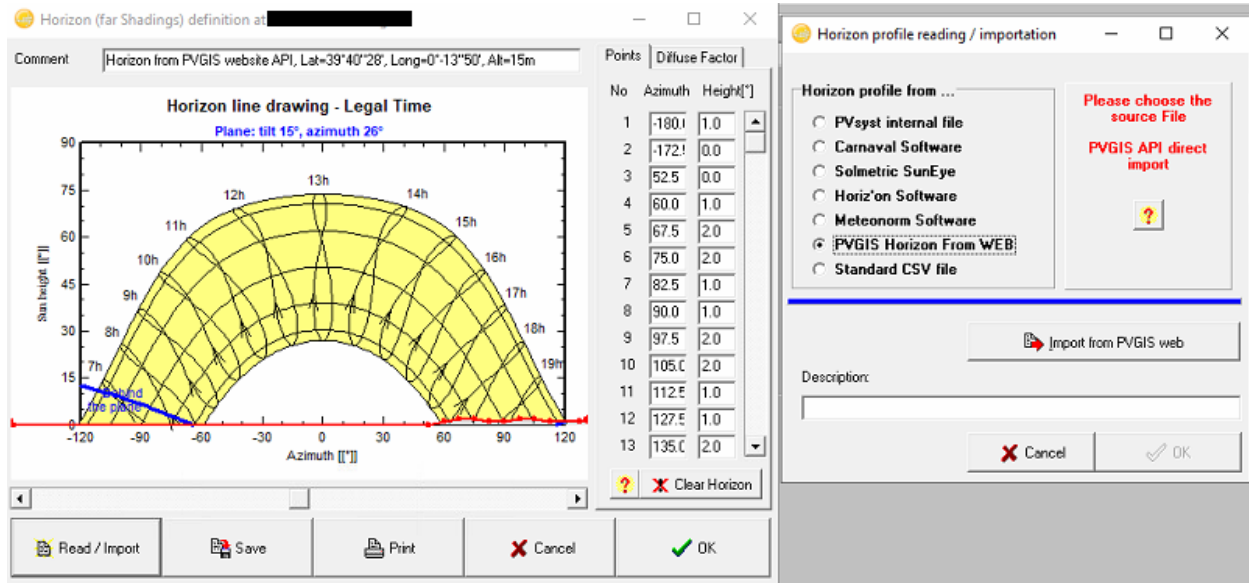
Nb. of modules	1106	Nominal PV Power	332 kWp
Module area	1827 m ²	Maximum PV Power	303 kWdc
Nb. of inverters	6.8	Nominal AC Power	258 kWac
- Sub-array name and Orientation:** Name: ST18_inv60, Order: 1, Tilt: 5°, Azimuth: 26°.
- Select the PV module:** Jinkosolar, 300 Wp 28V, Si-mono, JKM 300M-60H. Sizing voltages: Vmpp (60°C) 29.0 V, Voc (-10°C) 44.6 V.
- Select the inverter:** Huawei Technologies, 60 kW, 200 - 1000 V TL, 50/60Hz, SUN2000-60KTL-M0-400Vdc. Inverter power used: 60.0 kWac. Inverter with 6 MPPT.
- Design the array:**
 - Number of modules and strings: Mod. in series 18, Nbre strings 12.
 - Operating conditions: Vmpp (60°C) 521 V, Vmpp (20°C) 616 V, Voc (-10°C) 803 V.
 - Plane irradiance: 1000 W/m².
 - Max. operating power at 1000 W/m² and 50°C: 59.1 kW.
 - Array nom. Power (STC): 64.8 kWp.



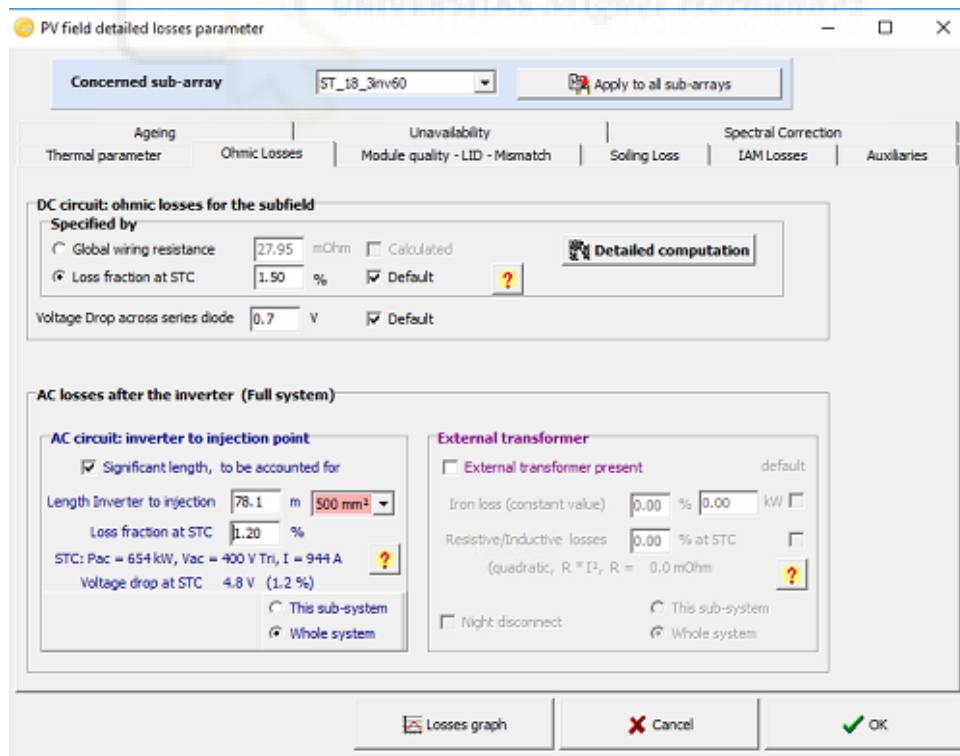
Por último, la **cuarta variante** contemplará la instalación de la zona sur del aparcamiento, que constaría de 2726 módulos, 816,6 kWp, un inversor de 12kW, 2 inversores de 30kW, 4 inversores de 36kW y 8 inversores de 60kW.

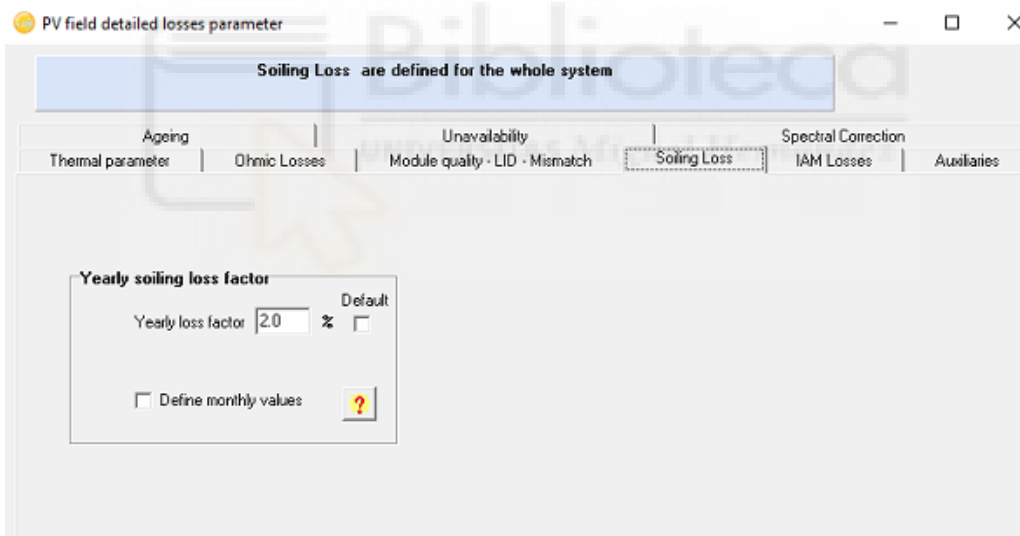
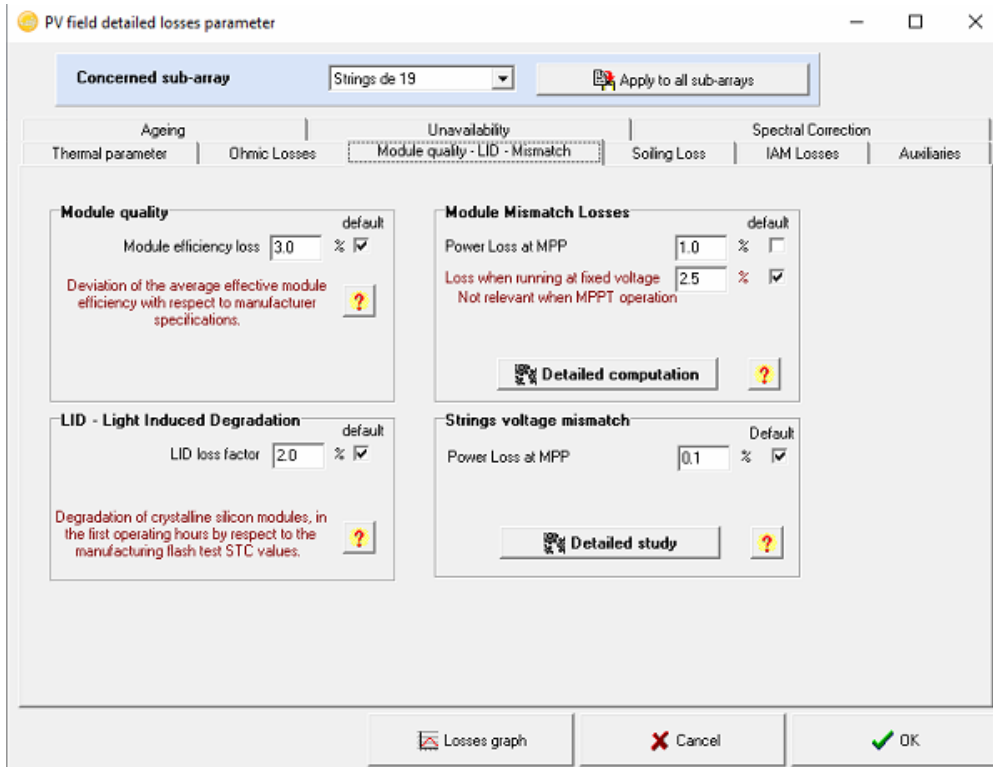


Una vez configuradas las variantes, utilizaremos la base de datos de PVGIS que tiene el programa para añadir las sombras lejanas que puedan afectar a nuestra producción energética.



PVsyst también nos permite modificar las pérdidas de potencia debido a diferentes factores, como la temperatura, el polvo o la suciedad.





Después, importaremos nuestro diseño 3D de SketchUp con extensión (.dae) y, como se seleccionó un material o textura para los módulos, seleccionamos cuáles son los que el programa debe interpretar como tal. Para cada variante tendremos que mantener los módulos que correspondan. Entonces, ya podremos realizar la simulación.

Se generará la tabla de radiaciones y podremos obtener el informe de la variable simulada.

Estos informes se pueden encontrar en el *Anexo 2* de este documento.

Close Print Export Help

Status
 Displaying generated tables Recompute

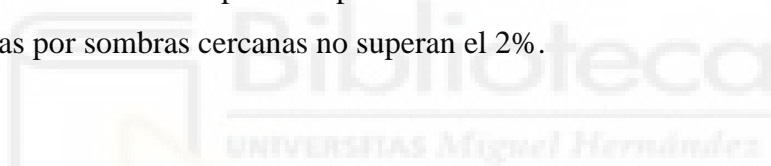
Plane orientation
 Several orientations Orient #1, Tilt = 15°, Azim = 26°

Shading factor table (linear), for the beam component, Orient. #1

Azimuth	-180°	-160°	-140°	-120°	-100°	-80°	-60°	-40°	-20°	0°	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°
90°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70°	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.007	0.007	0.005	0.002	0.000
60°	0.002	0.002	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.011	0.018	0.019	0.017	0.012	0.002
50°	0.019	0.015	0.014	0.008	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.024	0.035	0.036	0.036	0.028	0.019
40°	0.049	0.034	0.033	0.026	0.011	0.007	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.021	0.044	0.056	0.059	0.062	0.061	0.049
30°	0.099	0.084	0.089	0.060	0.056	0.026	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.037	0.076	0.093	0.099	0.115	0.112	0.099
20°	0.382	0.353	0.343	0.298	0.153	0.054	0.014	0.000	0.000	0.001	0.000	0.014	0.081	0.151	0.154	0.171	0.259	0.342	0.382
10°	0.665	0.622	0.597	0.535	0.542	0.243	0.092	0.047	0.140	0.256	0.318	0.328	0.342	0.266	0.244	0.254	0.530	0.571	0.665
2°	Behind	Behind	Behind	Behind	0.931	0.433	0.579	0.853	0.910	0.906	0.883	0.924	0.940	0.896	0.748	0.623	0.800	Behind	Behind

Shading factor for diffuse: 0.058 and for albedo: 0.902

En los informes podemos encontrar la producción específica o rendimiento, además de un diagrama detallado de las pérdidas para cada una de las variantes. Podemos destacar que las pérdidas por sombras cercanas no superan el 2%.



Loss diagram over the whole year

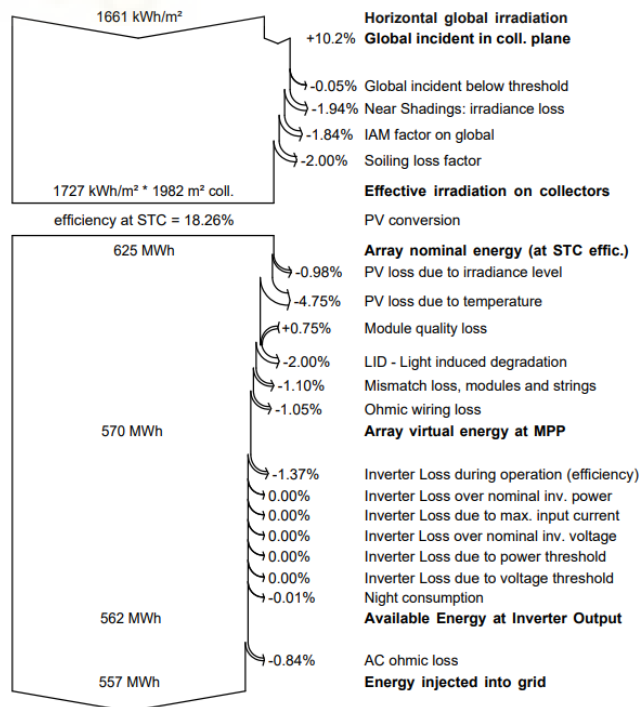


Diagrama de pérdidas de la zona norte del aparcamiento.

	Pnom(kWp)	Producción Específica (kWh/kWp/year)	Producto
Cubierta	360,00	1.547,00	556.920,00
Aparcamiento Norte	662,40	1.390,00	920.736,00
Aparcamiento Sur	816,60	1.399,00	1.142.423,40
Aparc. Este-Oeste	331,80	1.369,00	454.234,20
	2.170,80	1.461,63	3.074.313,60

Entonces se hace la media ponderada de las cuatro producciones o rendimientos obtenidos para hallar el total de la instalación.





3.5. Elementos de la instalación

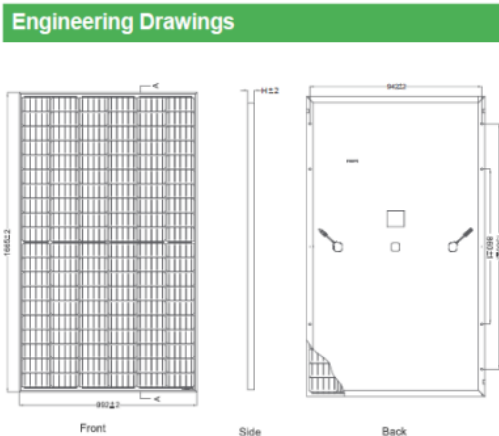
3.5.1. Paneles solares

La central solar estará constituida por 7.236 paneles solares de 300 W de potencia cada uno, 1.200 instalados sobre las cubiertas mediante una estructura soporte de acero conformado y 6.036 en las marquesinas previstas. Los paneles solares serán de Jinkosolar modelo JKM 300M-60H, o equivalente.

La hoja técnica de especificaciones se puede encontrar en el *Anexo 3* de este documento.

SPECIFICATIONS										
Module Type	JKM295M-60		JKM300M-60		JKM305M-60		JKM310M-60		JKM315M-60	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	295Wp	220Wp	300Wp	224Wp	305Wp	227Wp	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	32.4V	30.4V	32.6V	30.6V	32.8V	30.8V	33.0V	31.0V	33.2V	31.2V
Maximum Power Current (Imp)	9.10A	7.24A	9.21A	7.32A	9.30A	7.40A	9.40A	7.49A	9.49A	7.56A
Open-circuit Voltage (Voc)	39.7V	36.8V	40.1V	37.0V	40.3V	37.2V	40.5V	37.4V	40.7V	37.6V
Short-circuit Current (Isc)	9.61A	7.89A	9.72A	8.01A	9.83A	8.12A	9.92A	8.20A	10.04A	8.33A
Module Efficiency STC (%)	18.02%		18.33%		18.63%		18.94%		19.24%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.39%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC:  Irradiance 1000W/m²  Cell Temperature 25°C  AM=1.5



Mechanical Characteristics	
Cell Type	Mono-crystalline PERC 156×156mm (6 inch)
No. of Half-cells	120 (12×10)
Dimensions	1665×992×40mm (65.55×39.05×1.57 inch)
Weight	18.5 kg (40.8 lbs)
Front Glass	3.2mm, Anti-Reflection Coating, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	anode 290mm, cathode 145mm



3.5.2. Inversores solares

Los inversores solares de conexión a red serán de 60kW, 36kW, 30kW y 13,2kW de potencia nominal y serán de Huawei Technologies (SUN2000-60KTL-M0_400Vac), Huawei Technologies (SUN2000_36KTL 400Vac), Huawei Technologies (SUN2000-33KTL-A) y Huawei Technologies (SUN2000-12k TL) o similar.

Se instalarán 37 inversores y la instalación tendrá 1,89 MW de potencia nominal total. El inversor seleccionado está especialmente indicado para instalaciones en cubierta de media potencia debido a sus (6, 4, 4 y 2) puntos de máxima potencia MPPT independientes que permiten maximizar la producción de energía eléctrica con eficiencias de 98.7%.

Cumplirá todos los estándares de calidad exigidos para este tipo de instalaciones, en términos de protecciones y en términos de compatibilidad electromagnética, marcado CE (Conformidad Europea), normativas IEC y directivas europeas. Incluirá protecciones DC y AC.

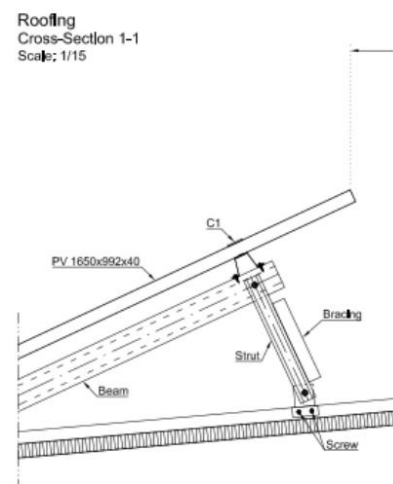
El inversor se colocará en un lugar a convenir por el hospital, idealmente en zonas sin polvo, y con buena ventilación para optimizar el rendimiento de este.

Las hojas técnicas de especificaciones se pueden encontrar en el *Anexo 3* de este documento.

3.5.3. Estructura soporte paneles solares

3.5.3.1. Cubierta

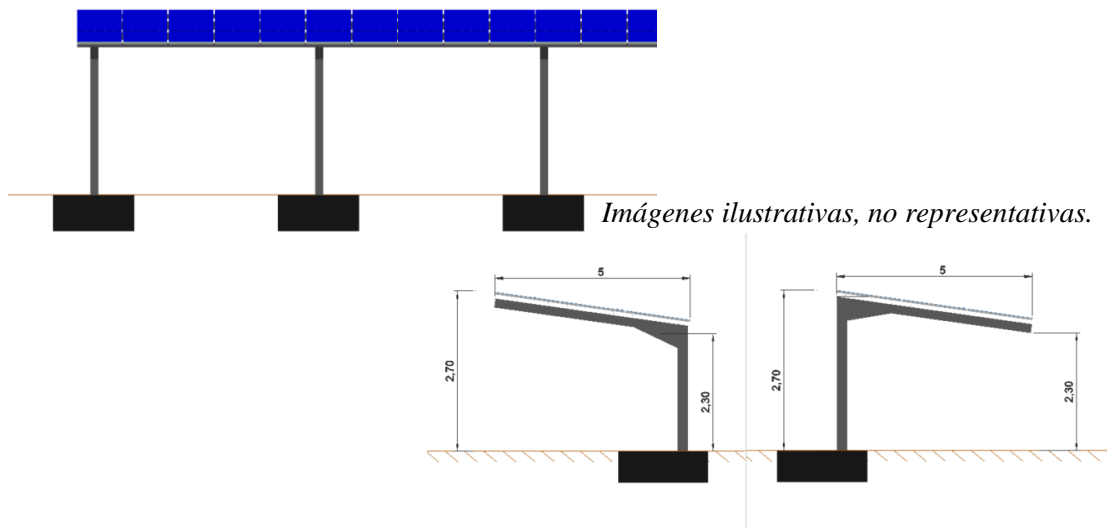
Las estructuras de soporte de los paneles en la cubierta serán de acero conformado del tipo fija y estará conectada directamente a la estructura existente del edificio, de forma que los paneles queden dispuestos sobre la cubierta del edificio. Los paneles tendrán un ángulo de inclinación de 15° y azimut igual al de la cubierta.



3.5.3.2. Marquesina

La estructura de soporte de los paneles solares tendrá una inclinación máxima de 5° y acimut con la misma orientación que la distribución actual del aparcamiento. La estructura será de tipo fija, constituida por perfiles conformados en frío, optimizados para uso en estructuras fotovoltaicas y con tratamiento anticorrosivo. La estructura será dimensionada de acuerdo con las normas de código europeo, garantizando que no se supera ningún límite de estado.

En la siguiente imagen se muestra la zona donde está prevista la construcción de marquesinas fotovoltaicas.



4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para llevar a cabo este proyecto tuve que realizar y simular varias configuraciones diferentes. Al principio diseñé la instalación para que estuviese situada únicamente en el tejado del edificio. Tras varias pruebas, la potencia que suministraría la instalación era demasiado baja, además hubo que reducir mucho la cantidad de módulos ya que las pérdidas por sobras eran demasiado elevadas.

Tras varias pruebas, finalmente di con una configuración que creo que ha resultado ser bastante exitosa y que trata de aprovechar al máximo el terreno disponible. Se consigue así una instalación de gran envergadura que además de suministrar energía para el autoconsumo directo, deja unos excedentes suficientes para su venta a la red.

Para esta propuesta se ha hecho uso de diferentes programas, aplicaciones y bases de datos enfocadas al diseño de instalaciones fotovoltaicas. Uno de los conceptos indispensables en estos proyectos es la Radiación Global Horizontal (GHI). Existen diversas bases meteorológicas que nos aportan estos datos, como son PVGIS y Soda-Pro. A continuación muestro algunos datos obtenidos.

Mes	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Promedio mensual (kWh/m ²)
Enero	70,07	78,37	69,78	63,76	77,23	78,76	77,01	67,12	82,68	67,49	73,227
Febrero	82,62	86,71	95,66	82,19	99,49	115,1	94,19	85,2	90,52	101,3	93,299
Marzo	143,7	156,2	148,9	135,5	132,2	166,3	135,7	148,7	133,9	144,8	144,597
Abril	152,9	186,5	179,7	175,2	185,6	189,1	165,8	187,5	189,1	180,7	179,2
Mayo	226,8	193,1	219,5	226,2	214,1	234,2	218,7	223,6	232,9	215,8	220,493
Junio	225,1	221,3	236	222,3	226	233,5	237,5	230,3	236,7	239,6	230,833
Julio	244,7	227	234,8	233,5	220,6	242,5	242,2	235,6	229,6	234,6	234,504
Agosto	198	207,2	203,9	201,7	210,9	212,8	189,5	209,1	199,8	208,6	204,144
Septiembre	154	148,9	144,2	156,3	171,2	154,7	160,8	154,9	146,8	164,9	155,667
Octubre	103,7	98,33	120,1	123,1	122,6	119,7	121,4	125,7	101,7	110,2	114,642
Noviembre	87,41	89,29	86,73	81,14	67,71	71,02	83,94	75,08	82,9	73,03	79,825
Diciembre	66,75	67,9	57,82	65,05	68,35	73,16	64,67	70,06	68,8	62,05	66,461

Tabla A. GHI obtenida de PVGIS.

Mes	kWh/m ² ·día	Días por mes	Promedio mensual (kWh/m ²)
Enero	2,2919	31	71,050
Febrero	3,1964	28	89,499
Marzo	4,5350	31	140,585
Abril	5,7712	30	173,137
Mayo	6,8387	31	211,999
Junio	7,5149	30	225,448
Julio	7,3833	31	228,883
Agosto	6,2947	31	195,135
Septiembre	4,9658	30	148,973
Octubre	3,6158	31	112,089
Noviembre	2,5437	30	76,311
Diciembre	2,0035	31	62,107

Tabla B. GHI obtenida de Soda-Pro.

El PVGIS nos ofrece datos desde el año 2007 al 2016, mientras que los resultados de Soda-Pro han sido calculados con datos desde 2005 a 2019. Como se puede observar en las Tablas A y B, los resultados, aunque no varían mucho, sí que muestran cierta diferencia. Utilicé los de Soda-Pro (*Tabla B*) porque cubrían más espacio temporal.

Esto es sólo una de las cosas para tener en cuenta en el desarrollo de un proyecto fotovoltaico. Es difícil dar datos totalmente exactos cuando se trabaja con energía solar. Finalmente se estimó una producción específica de 1461,63 kWh/kWp/año y una producción total anual 3.172.902 kWh.

Los resultados obtenidos me dejan bastante satisfecha, ya que son evidentes los ahorros económicos para el hospital a la vez que contribuye a reducir la contaminación, ya que estas instalaciones no contaminan la atmósfera, no producen gases de efecto invernadero ni tampoco contaminación del agua. Además, el Sol brinda una fuente energética inagotable.

5. CONCLUSIONES

Al hilo de lo comentado en el apartado anterior, considero que esta propuesta de proyecto ha resultado ser bastante exitosa. Ya no sólo por la instalación en sí que he podido diseñar, sino por todos los conocimientos que he adquirido por el camino. Al haber estudiado un Grado en Ingeniería Industrial más especializado en la Electrónica, el campo de la Ingeniería Fotovoltaica era algo que me quedaba lejos.

Siempre me he considerado firme defensora de las energías renovables y de todo aquello que pudiese hacer de nuestro planeta un lugar mejor. Este pensamiento me llevó a la necesidad de aprender más, por ello decidí realizar el curso de Autoconsumo con Instalaciones Fotovoltaicas del Profesor Sergio Valero y realizar unas prácticas voluntarias en una empresa del sector. Todo esto me ha ayudado a asentar las bases con las que desarrollaría este proyecto.

Este trabajo me ha ayudado a darme cuenta de la gran cantidad de recursos que tenemos para llevar a cabo proyectos de instalaciones solares y como el uso de estos hace más fácil y rápido el obtener unos resultados bastante completos. También valoro el haber podido aprender el manejo de programas como HelioScope o PVsyst, y como su uso ayuda a acercar las instalaciones de energía solar cada vez a más gente, ya que es posible presentar una propuesta de instalación teniendo tan solo como datos iniciales la ubicación y el perfil de consumo.

5.1. Propuesta de mejora

Hablar de propuestas de mejora es un apartado que me motiva. Sería muy satisfactorio para mí ver cómo este proyecto se desarrolla por completo y se lleva a cabo, disponiendo de todos los datos necesarios. Se ha podido hacer una propuesta de la instalación teniendo como datos la ubicación y el perfil de consumo, entonces si se dispusiese de toda la información necesaria resultaría en un proyecto muy interesante y de gran tamaño. Se podrían calcular datos más exactos, tanto de ubicación de los elementos de la instalación como de producción energética.

BIBLIOGRAFIA

Recopilación de las fuentes de información utilizadas en este proyecto:

ADRASE – Acceso a datos de radiación solar en España.

[1] URL: <http://www.adrase.es/>

SmartGridsInfo – Todo sobre Redes Eléctricas Inteligentes

[2] URL: <https://www.smartgridsinfo.es/2017/09/08/energias-renovables-suponen-casi-39-por-ciento-generacion-electrica-nacional>

Prosolia Energy

[3] URL: <https://prosoliaenergy.com/es/>

Edison Energy

[4] URL: <https://www.edisonenergy.com/blog/the-new-business-model-for-energy-management/>

Energías Renovables – El periodismo de las energías limpias

[5] URL: <https://www.energias-renovables.com/fotovoltaica/el-real-decreto-de-autoconsumo-al-detalle-20190409>

Greening-e

[6] URL: <https://greening-e.com/el-precio-del-excedente-vertido-a-la-red-y-sistemas-de-compensacion/>

SotySolar

[7] URL: <https://sotysolar.es/placas-solares/instalacion/serie-o-paralelo>

EnergyNews – Todo energía.

[8] URL: <https://www.energynews.es/pvgis-produccion-fotovoltaica/#:~:text=PVGIS%20es%20una%20aplicaci%C3%B3n%20oficial,en%20una%20zona%20geogr%C3%A1fica%20determinada.>

Iberdrola

[9] URL: <https://www.iberdrola.com/conocenos/contrato-ppa-energia>

UniEléctrica

[10] URL: <https://www.unielectrica.com/>

Engimia

[11] URL: <https://engimia.com/blog/helioscope-la-mejor-herramienta-de-diseno-solar-fotovoltaico-para-integradores>

Tecnología Informática

[12] URL: <https://www.tecnologia-informatica.com/que-es-autocad-para-que-sirve/>

SketchUp

[13] URL: <https://www.sketchup.com/es>

Ingelibre – Para ingenieros. Tutoriales, apuntes, información.

[14] URL: <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/04/22/tutorial-pvsyst-base-de-datos-meteorologicos/#:~:text=PVsyst%20es%20un%20programa%20de,suficiente%20se%20pueden%20a%C3%B1adir%20nuevos>

PVGIS – Photovoltaic Geographical Information System

[15] URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>



ANEXOS

Anexo 1

PERFIL DE CONSUMO ENERGÉTICO



COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 18/04/2018 Fecha de Servicio: F. Inicio Facturación: 01/01/2018 F. Fin Facturación: 31/01/2018
 Clase de Factura: Original Nº Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 5.435,02	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 2.719,86	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 908,19	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P1	91.628,00	0,101002	9.254,61	9.254,61
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 9.254,61	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P2	143.740,00	0,088325	12.695,84	12.695,84
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 12.695,84	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	200.016,00	0,056835	11.367,91	11.367,91
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 11.367,91	21,00%		
Suplemento territorial por tributos autonomicos del año 2013 30.11.2017 - 31.12.2017	1,00	49,55	49,55	49,55
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 49,55	21,00%		
Suplemento territorial por tributos autonomicos del año 2013 31.12.2017 - 31.01.2018	1,00	49,55	49,55	49,55
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 49,55	21,00%		

Fecha Firma: 19/04/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
IMPUESTO ELÉCTRICO 18.04.2018 - 18.04.2018	48.452,00	0,051127	2.477,20	2.477,20
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA Base Imponible:	2.477,20	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA Base Imponible:	76,57	21,00%		

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	51.005,77	21,00	10.711,21

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	51.005,77
Total Base Imponible:	51.005,77
Total Impuestos Repercutidos:	10.711,21
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	61.716,98
Importe Líquido:	61.716,98 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	17/06/2018	61.716,98

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 19/04/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 18/04/2018 Fecha de Servicio: F. Inicio Facturación: 01/02/2018 F. Fin Facturación: 28/02/2018
 Clase de Factura: Original Nº Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,002477	4.909,05	4.909,05
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 4.909,05	21,00%		
Observaciones: 0.920548				
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,502538	2.456,65	2.456,65
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 2.456,65	21,00%		
Observaciones: 0.920548				
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,099609	1.797,86	1.797,86
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 1.797,86	21,00%		
Observaciones: 0.920548				
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,099609	1.797,86	1.797,86
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 1.797,86	21,00%		
Observaciones: 0.920548				
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,099609	1.797,86	1.797,86
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 1.797,86	21,00%		
Observaciones: 0.920548				
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,501713	820,30	820,30
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 820,30	21,00%		
Observaciones: 0.920548				
ENERGÍA ACTIVA P1	87.208,00	0,109266	9.528,87	9.528,87
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 9.528,87	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P2	137.466,00	0,097845	13.450,36	13.450,36
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 13.450,36	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	186.948,00	0,062451	11.675,09	11.675,09
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 11.675,09	21,00%		
Suplemento territorial por tributos autonomicos del año 2013 31.01.2018 - 28.02.2018	1,00	49,55	49,55	49,55
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 49,55	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 18.04.2018 - 18.04.2018	48.283,45	0,051127	2.468,59	2.468,59
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 2.468,59	21,00%		

Fecha Firma: 19/04/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	69,16	69,16	69,16

Nº Contrato: 47/2017

Impuesto: Clase: IVA Base Imponible: 69,16 21,00%

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	50.821,20	21,00	10.672,45

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	50.821,20
Total Base Imponible:	50.821,20
Total Impuestos Repercutidos:	10.672,45
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	61.493,65
Importe Líquido:	61.493,65 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	17/06/2018	61.493,65

OBSERVACIONES

CUPS: DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 19/04/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 18/04/2018 Fecha de Servicio: F. Inicio Facturación: 01/03/2018 F. Fin Facturación: 31/03/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	5.435,02	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	2.719,86	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	1.990,49	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	1.990,49	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	1.990,49	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	908,19	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
ENERGÍA ACTIVA P3	76.494,00	0,082217	6.289,11	6.289,11
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	6.289,11	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
ENERGÍA ACTIVA P4	150.288,00	0,074113	11.138,29	11.138,29
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	11.138,29	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
ENERGÍA ACTIVA P6	188.320,00	0,062451	11.760,77	11.760,77
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	11.760,77	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
Suplemento territorial por tributos autonomicos del año 2013 28.02.2018 - 31.03.2018	1,00	49,55	49,55	49,55
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	49,55	21,00%	
Observaciones: 1.019178				
IMPUESTO ELÉCTRICO 18.04.2018 - 18.04.2018	44.272,26	0,051127	2.263,51	2.263,51
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	2.263,51	21,00%	
Observaciones: 1.019178				

Fecha Firma: 19/04/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57
Impuesto:		Nº Contrato:		
Clase: IVA	Base Imponible:	47/2017	76,57	21,00%

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	46.612,34	21,00	9.788,59

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	46.612,34
Total Base Imponible:	46.612,34
Total Impuestos Repercutidos:	9.788,59
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	56.400,93
Importe Líquido:	56.400,93 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	17/06/2018	56.400,93

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 19/04/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 02/05/2018 Fecha de Servicio: F. Inicio Facturación: 01/04/2018 F. Fin Facturación: 30/04/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,216942	5.259,70	5.259,70
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 5.259,70	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,609859	2.632,12	2.632,12
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 2.632,12	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,537547	878,89	878,89
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 878,89	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P5	225.518,00	0,070745	15.954,27	15.954,27
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 15.954,27	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	193.236,00	0,062451	12.067,78	12.067,78
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 12.067,78	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 02.05.2018 - 02.05.2018	42.571,60	0,051127	2.176,56	2.176,56
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 2.176,56	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	74,10	74,10	74,10
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 74,10	21,00%		

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	44.822,26	21,00	9.412,67

Fecha Firma: 03/05/2018

Nombre del Firmante:

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	44.822,26
Total Base Imponible:	44.822,26
Total Impuestos Repercutidos:	9.412,67
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	54.234,93
Importe Líquido:	54.234,93 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	01/07/2018	54.234,93

OBSERVACIONES

CUPS: DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.



Fecha Firma: 03/05/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 02/06/2018 Fecha de Servicio: F. Inicio Facturación: 01/05/2018 F. Fin Facturación: 31/05/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 5.435,02	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 2.719,86	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 908,19	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
ENERGÍA ACTIVA P5	327.534,00	0,070745	23.171,39	23.171,39
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 23.171,39	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
ENERGÍA ACTIVA P6	291.076,00	0,062451	18.177,99	18.177,99
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 18.177,99	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
Suplemento territorial por tributos autonomicos del año 2013 31.03.2018 - 30.04.2018	1,00	49,55	49,55	49,55
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 49,55	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
IMPUESTO ELÉCTRICO 02.06.2018 - 02.06.2018	56.433,47	0,051127	2.885,27	2.885,27
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 2.885,27	21,00%		
Observaciones: 1.019178				
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57
N° Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible: 76,57	21,00%		
Observaciones: 1.019178				

Fecha Firma: 03/06/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Página 2 de 2

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	59.395,31	21,00	12.473,02

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	59.395,31
Total Base Imponible:	59.395,31
Total Impuestos Repercutidos:	12.473,02
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	71.868,33
Importe Líquido:	71.868,33 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	01/08/2018	71.868,33

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 03/06/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 01/07/2018 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/06/2018 F. Fin Facturación: 30/06/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,216942	5.259,70	5.259,70
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 5.259,70	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,609859	2.632,12	2.632,12
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 2.632,12	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,537547	878,89	878,89
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 878,89	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P1	107.984,00	0,109266	11.798,98	11.798,98
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 11.798,98	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P2	96.778,00	0,097845	9.469,24	9.469,24
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 9.469,24	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P3	78.878,00	0,082217	6.485,11	6.485,11
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 6.485,11	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P4	114.412,00	0,074113	8.479,42	8.479,42
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 8.479,42	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	361.512,00	0,062451	22.576,79	22.576,79
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 22.576,79	21,00%		

Fecha Firma: 02/07/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
Suplemento territorial por tributos autonómicos del año 2013 30.04.2018 - 31.05.2018	1,00	123,88	123,88	123,88
Impuesto: Clase: IVA Base Imponible: N° Contrato: 47/2017	123,88	21,00%		
EXCESOS DE POTENCIA	1,00	95,64	95,64	95,64
Impuesto: Clase: IVA Base Imponible: N° Contrato: 47/2017	95,64	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 01.07.2018 - 01.07.2018	73.578,61	0,051127	3.761,85	3.761,85
Impuesto: Clase: IVA Base Imponible: N° Contrato: 47/2017	3.761,85	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	74,10	74,10	74,10
Impuesto: Clase: IVA Base Imponible: N° Contrato: 47/2017	74,10	21,00%		

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	77.414,56	21,00	16.257,06

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	77.414,56
Total Base Imponible:	77.414,56
Total Impuestos Repercutidos:	16.257,06
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	93.671,62
Importe Líquido:	93.671,62 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	30/08/2018	93.671,62

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 02/07/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 01/08/2018 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/07/2018 F. Fin Facturación: 31/07/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 5.435,02	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 2.719,86	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 908,19	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P1	259.880,00	0,109266	28.396,05	28.396,05
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 28.396,05	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P2	237.546,00	0,097845	23.242,69	23.242,69
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 23.242,69	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	446.740,00	0,062451	27.899,36	27.899,36
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 27.899,36	21,00%		
EXCESOS DE POTENCIA	1,00	146,96	146,96	146,96
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 146,96	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 01.08.2018 - 01.08.2018	94.719,60	0,051127	4.842,73	4.842,73
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 4.842,73	21,00%		

Fecha Firma: 08/09/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57

Impuesto: Clase: IVA Base Imponible: 76.57 21,00%
 N° Contrato: 47/2017

IMPUESTOS FACTURA				
Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	99.638,90	21,00	20.924,17

TOTALES FACTURA				
-----------------	--	--	--	--

Total Importe Bruto:	99.638,90
Total Base Imponible:	99.638,90
Total Impuestos Repercutidos:	20.924,17
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	120.563,07
Importe Líquido:	120.563,07 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	30/09/2018	120.563,07

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 08/09/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 01/09/2018 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/08/2018 F. Fin Facturación: 31/08/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 5.435,02	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 2.719,86	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 908,19	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	932.228,00	0,062451	58.218,57	58.218,57
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 58.218,57	21,00%		
EXCESOS DE POTENCIA	1,00	22,24	22,24	22,24
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 22,24	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 01.09.2018 - 01.09.2018	73.275,35	0,051127	3.746,35	3.746,35
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 3.746,35	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 76,57	21,00%		

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	77.098,27	21,00	16.190,64

Fecha Firma: 08/09/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Página 2 de 2

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	77.098,27
Total Base Imponible:	77.098,27
Total Impuestos Repercutidos:	16.190,64
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	93.288,91
Importe Líquido:	93.288,91 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	31/10/2018	93.288,91

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.



Fecha Firma: 08/09/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Página 1 de 2

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 01/10/2018 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/09/2018 F. Fin Facturación: 30/09/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,216942	5.259,70	5.259,70
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	5.259,70	21,00%	
Observaciones: 0.986301				
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,609859	2.632,12	2.632,12
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	2.632,12	21,00%	
Observaciones: 0.986301				
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	1.926,28	21,00%	
Observaciones: 0.986301				
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	1.926,28	21,00%	
Observaciones: 0.986301				
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	1.926,28	21,00%	
Observaciones: 0.986301				
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,537547	878,89	878,89
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	878,89	21,00%	
Observaciones: 0.986301				
ENERGÍA ACTIVA P3	163.214,00	0,082217	13.418,97	13.418,97
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	13.418,97	21,00%	
ENERGÍA ACTIVA P4	239.120,00	0,074113	17.721,90	17.721,90
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	17.721,90	21,00%	
ENERGÍA ACTIVA P6	413.290,00	0,062451	25.810,37	25.810,37
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	25.810,37	21,00%	
IMPUESTO ELÉCTRICO 01.10.2018 - 01.10.2018	71.500,79	0,051127	3.655,62	3.655,62
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	3.655,62	21,00%	
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	74,10	74,10	74,10
Nº Contrato: 47/2017				
Impuesto: Clase: IVA	Base Imponible:	74,10	21,00%	

02/10/2018

Fecha Firma:

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

Página 2 de 2

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	75.230,51	21,00	15.798,41

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	75.230,51
Total Base Imponible:	75.230,51
Total Impuestos Repercutidos:	15.798,41
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	91.028,92
Importe Líquido:	91.028,92 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	30/11/2018	91.028,92

OBSERVACIONES

CUPS. / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 02/10/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 02/11/2018 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/10/2018 F. Fin Facturación: 31/10/2018
 Clase de Factura: Original Nº Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 5.435,02	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 2.719,86	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 908,19	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P5	313.682,00	0,070745	22.191,43	22.191,43
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 22.191,43	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	259.250,00	0,062451	16.190,42	16.190,42
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 16.190,42	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 02.11.2018 - 02.11.2018	53.416,39	0,051127	2.731,02	2.731,02
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 2.731,02	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
	Base Imponible: 76,57	21,00%		

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	56.223,98	21,00	11.807,04

Fecha Firma: 03/11/2018

Nombre del Firmante:

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	56.223,98
Total Base Imponible:	56.223,98
Total Impuestos Repercutidos:	11.807,04
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	68.031,02
Importe Líquido:	68.031,02 EUR

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	01/01/2019	68.031,02

OBSERVACIONES

CUPS: DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.



Fecha Firma: 03/11/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura

Página 1 de 2

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 05/12/2018 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/11/2018 F. Fin Facturación: 30/11/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,216942	5.259,70	5.259,70
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 5.259,70	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,609859	2.632,12	2.632,12
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 2.632,12	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,178153	1.926,28	1.926,28
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 1.926,28	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,537547	878,89	878,89
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 878,89	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P3	74.496,00	0,082217	6.124,84	6.124,84
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 6.124,84	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P4	146.196,00	0,074113	10.835,02	10.835,02
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 10.835,02	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	187.788,00	0,062451	11.727,55	11.727,55
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 11.727,55	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 05.12.2018 - 05.12.2018	43.236,96	0,051127	2.210,57	2.210,57
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 2.210,57	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	74,10	74,10	74,10
Impuesto: Clase: IVA	Nº Contrato: 47/2017			
Observaciones: 0.986301	Base Imponible: 74,10	21,00%		

Fecha Firma: 07/12/2018

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

IMPUESTOS FACTURA

Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	45.521,63	21,00	9.559,54

TOTALES FACTURA

Total Importe Bruto:	45.521,63
Total Base Imponible:	45.521,63
Total Impuestos Repercutidos:	9.559,54
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	55.081,17
Importe Líquido:	55.081,17 EUR

Fecha Firma: 07/12/2018

DATOS DE COBRO

Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	03/02/2019	55.081,17

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS

Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

PROVEEDOR:

RECEPTOR:

DEPARTAMENTO:

DATOS FACTURA

Fecha Factura: 04/01/2019 Fecha Operación: F. Inicio Facturación: 01/12/2018 F. Fin Facturación: 31/12/2018
 Clase de Factura: Original N° Serie:

DETALLE FACTURA

Concepto	Cantidad	Precio Unitario	Importe	Total sin Impuestos
TÉRMINO DE POTENCIA P1	1.635,00	3,324171	5.435,02	5.435,02
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 5.435,02	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P2	1.635,00	1,663523	2.719,86	2.719,86
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 2.719,86	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P3	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P4	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P5	1.635,00	1,217425	1.990,49	1.990,49
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 1.990,49	21,00%		
TÉRMINO DE POTENCIA P6	1.635,00	0,555468	908,19	908,19
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 908,19	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P1	77.882,00	0,109266	8.509,85	8.509,85
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 8.509,85	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P2	123.090,00	0,097845	12.043,74	12.043,74
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 12.043,74	21,00%		
ENERGÍA ACTIVA P6	227.406,00	0,062451	14.201,73	14.201,73
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 14.201,73	21,00%		
IMPUESTO ELÉCTRICO 04.01.2019 - 04.01.2019	49.789,86	0,051127	2.545,60	2.545,60
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 2.545,60	21,00%		
ALQUILER DE EQUIPO DE MEDIDA	1,00	76,57	76,57	76,57
Impuesto: Clase: IVA	N° Contrato: 47/2017			
Observaciones: 1.019178	Base Imponible: 76,57	21,00%		

Fecha Firma: 05/01/2019

Nombre del Firmante:

COPIA DE FACTURA ELECTRÓNICA

Nº factura:

IMPUESTOS FACTURA				
Tipo Impuesto	Clase Impuesto	Base Imponible	Tasa (%)	Cuota
Repercutido	IVA	52.412,03	21,00	11.006,53
TOTALES FACTURA				

Total Importe Bruto:	52.412,03
Total Base Imponible:	52.412,03
Total Impuestos Repercutidos:	11.006,53
Total Impuestos Retenidos:	0,00
Total Factura:	63.418,56
Importe Líquido:	63.418,56 EUR

DATOS DE COBRO			
Cuenta de Abono	Método de Pago	Fecha Vencimiento	Importe
	Transferencia	05/03/2019	63.418,56

OBSERVACIONES

CUPS: / DIRECCIÓN PUNTO DE SUMINISTRO:

ARCHIVOS ADJUNTOS	
Descripción	Extensión
Adjunto1- anexo_1	pdf

En los anexos que contengan firma electrónica, para realizar la validación de la misma se debe abrir el documento original firmado, disponible en la lista de anexos superior.

Fecha Firma: 05/01/2019

Nombre del Firmante:

Anexo 2

INFORMES DE PVSYST



Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : HOSPITAL

Geographical Site Country **Spain**

Situation Latitude Longitude
 Time defined as Legal Time Time zone UT+1 Altitude 15 m
 Albedo 0.20

Meteo data: Meteororm 7.2 (1997-2006), Sat=54% - Synthetic

Simulation variant : EDIFICIO

Simulation date 19/06/19 19h11

Simulation parameters System type **Ground system (tables) on a hill**

Collector Plane Orientation Tilt 15° Azimuth 26°

Sheds configuration Nb. of sheds 1200 Identical arrays
 Sheds spacing 0.98 m Collector width 0.99 m
 Shading limit angle Limit profile angle 85.9° Ground cov. Ratio (GCR) 101.6 %

Models used Transposition Perez Diffuse Perez, Meteororm

Horizon Free Horizon

Near Shadings Linear shadings

User's needs : Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module Si-mono Model **JKM 300M-60H**
 Custom parameters definition Manufacturer Jinkosolar
 Number of PV modules In series 20 modules In parallel 60 strings
 Total number of PV modules Nb. modules 1200 Unit Nom. Power 300 Wp
 Array global power Nominal (STC) **360 kWp** At operating cond. 328 kWp (50°C)
 Array operating characteristics (50°C) U mpp 605 V I mpp 542 A
 Total area Module area **1982 m²** Cell area 1768 m²

Inverter Model **SUN2000-60KTL-M0_400Vac**
 Custom parameters definition Manufacturer Huawei Technologies
 Characteristics Operating Voltage 200-1000 V Unit Nom. Power 60.0 kWac
 Max. power (=>30°C) 66.0 kWac

Inverter pack Nb. of inverters 30 * MPPT 17 % Total Power 300 kWac
 Pnom ratio 1.20

PV Array loss factors

Array Soiling Losses Loss Fraction 2.0 %
 Thermal Loss factor U_c (const) 29.0 W/m²K U_v (wind) 0.0 W/m²K / m/s
 Wiring Ohmic Loss Global array res. 19 mOhm Loss Fraction 1.5 % at STC
 Serie Diode Loss Voltage Drop 0.7 V Loss Fraction 0.1 % at STC
 LID - Light Induced Degradation Loss Fraction 2.0 %
 Module Quality Loss Loss Fraction -0.8 %
 Module Mismatch Losses Loss Fraction 1.0 % at MPP
 Strings Mismatch loss Loss Fraction 0.10 %

Grid-Connected System: Simulation parameters

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	0.923	0.810	0.000

System loss factors

Wiring Ohmic Loss

Wires: 3x240.0 mm² 91 m

Loss Fraction 1.6 % at STC



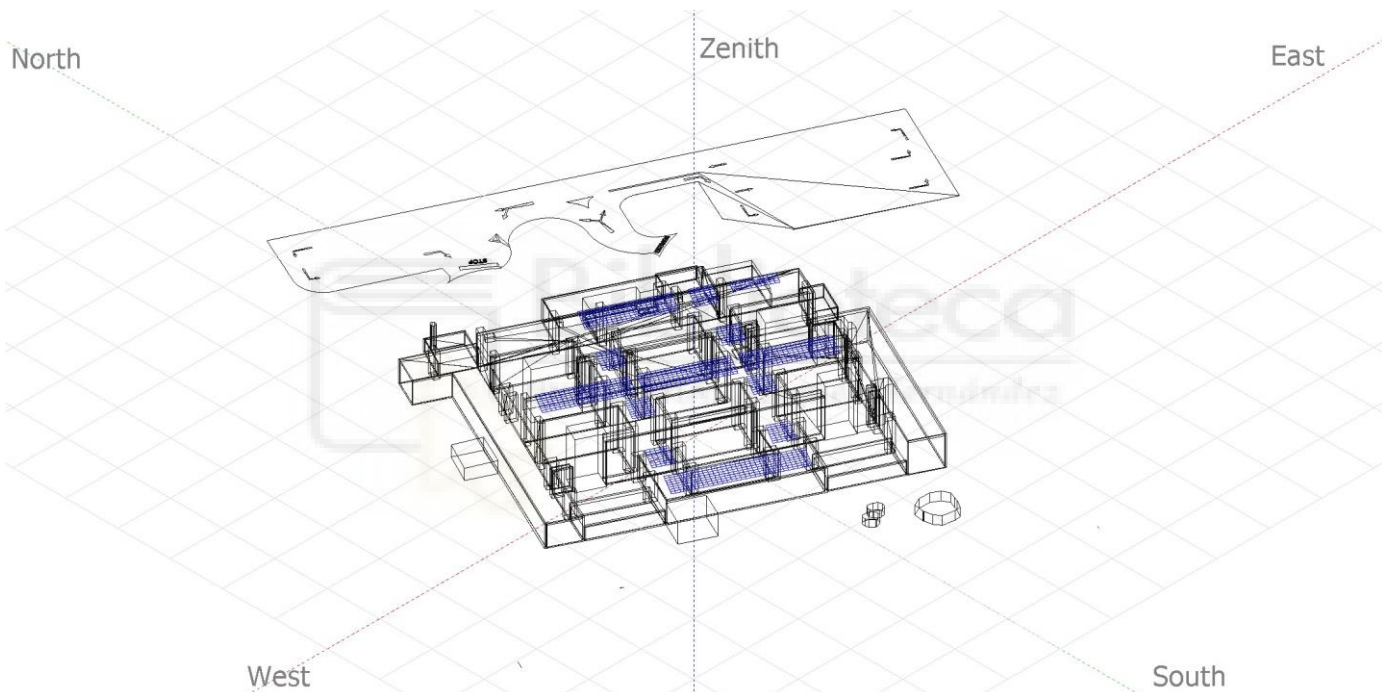
Grid-Connected System: Near shading definition

Project : HOSPITAL

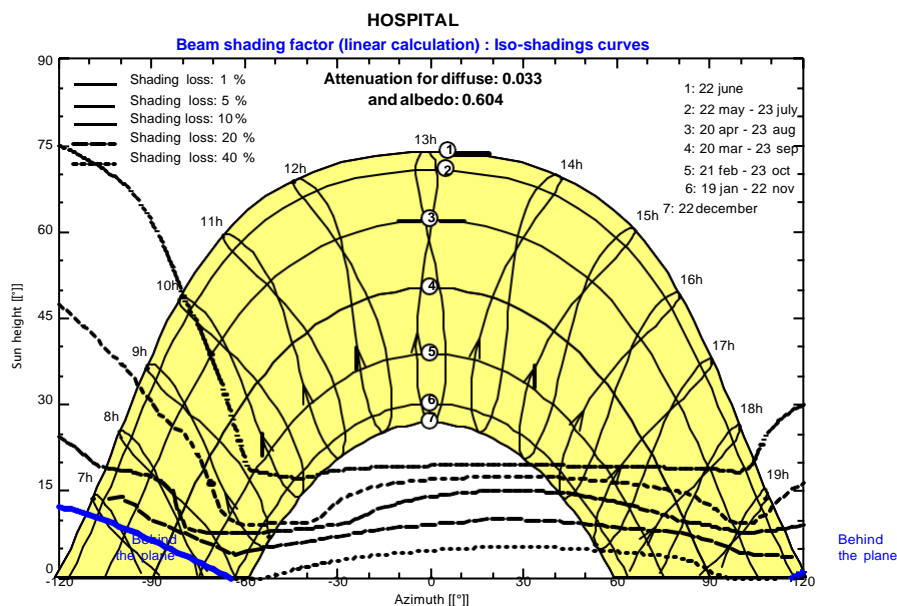
Simulation variant : EDIFICIO

Main system parameters	System type	Ground system (tables) on a hill		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	15°	azimuth	26°
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1200	Pnom total	360 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	300 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



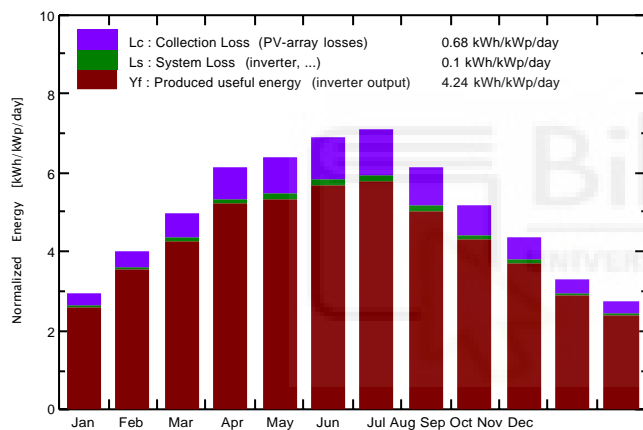
Grid-Connected System: Main results

Project : HOSPITAL
Simulation variant : EDIFICIO

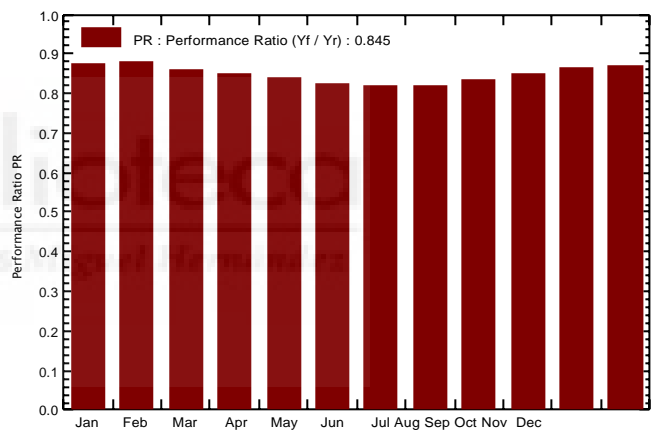
Main system parameters	System type	Ground system (tables) on a hill		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	15°	azimuth	26°
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1200	Pnom total	360 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	300 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 557.0 MWh/year** Specific prod. 1547 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 84.51 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 360 kWp



Performance Ratio PR



EDIFICIO

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	69.0	25.48	9.91	91.2	85.5	29.40	28.83	0.878
February	90.9	33.66	11.05	112.9	106.7	36.51	35.76	0.880
March	135.6	50.01	13.92	154.0	145.9	48.86	47.77	0.862
April	172.1	62.39	15.62	183.4	173.4	57.67	56.34	0.853
May	195.1	74.50	19.22	197.6	186.5	61.11	59.69	0.839
June	207.0	81.08	23.42	206.5	195.1	62.99	61.53	0.828
July	217.8	84.58	26.13	219.6	207.3	66.32	64.78	0.819
August	182.6	82.99	26.22	190.7	179.7	57.65	56.35	0.821
September	140.6	59.50	22.64	155.3	146.7	47.74	46.68	0.835
October	112.4	42.99	19.21	135.6	128.0	42.44	41.55	0.851
November	75.6	26.70	13.62	99.5	93.5	31.73	31.09	0.868
December	62.3	25.49	10.86	84.8	78.9	27.15	26.65	0.873
Year	1660.9	649.38	17.69	1830.9	1727.1	569.56	557.00	0.845

Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation
 T_Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 PR Performance Ratio

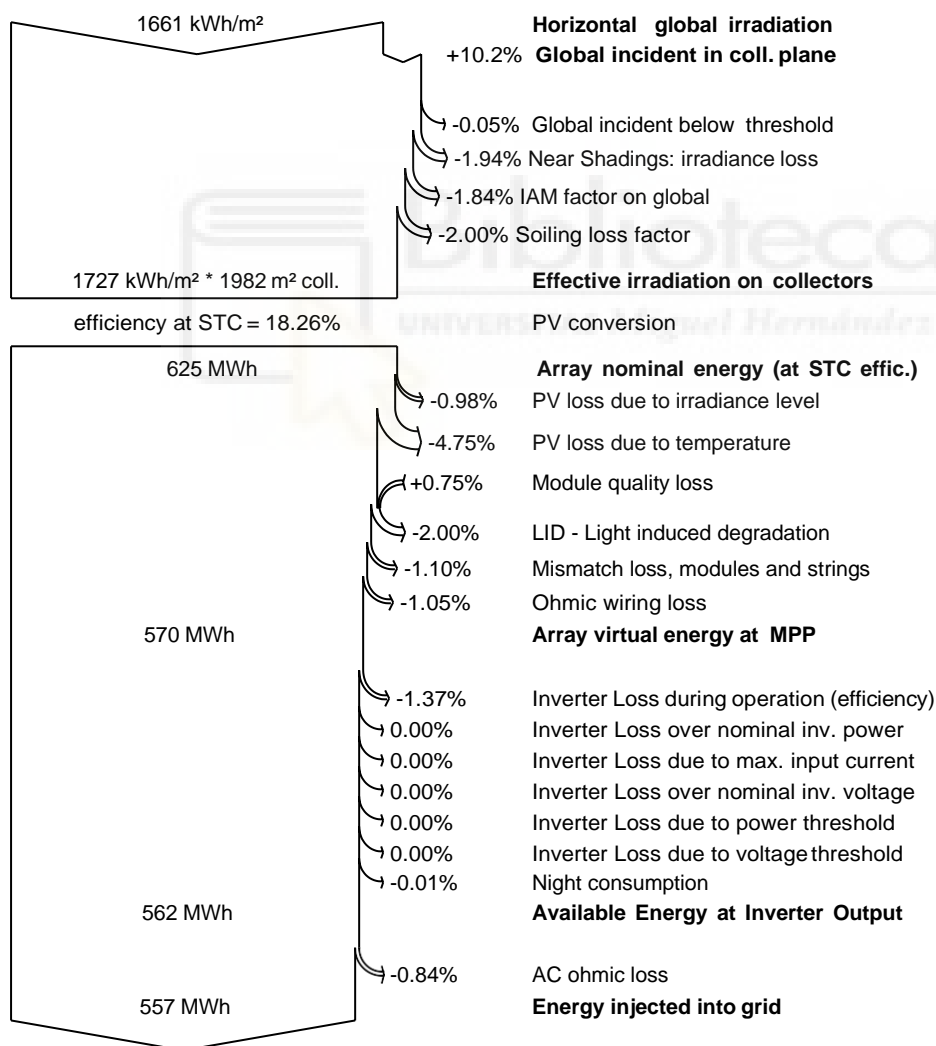
Grid-Connected System: Loss diagram

Project : HOSPITAL

Simulation variant : EDIFICIO

Main system parameters	System type	Ground system (tables) on a hill		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	15°	azimuth	26°
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1200	Pnom total	360 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	300 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Loss diagram over the whole year



Grid-Connected System: P50 - P90 evaluation

Project : HOSPITAL

Simulation variant : EDIFICIO

Main system parameters	System type	Ground system (tables) on a hill		
Near Shadings	Linear shadings			
PV Field Orientation	tilt	15°	azimuth	26°
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1200	Pnom total	360 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	5.0	Pnom total	300 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)			

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

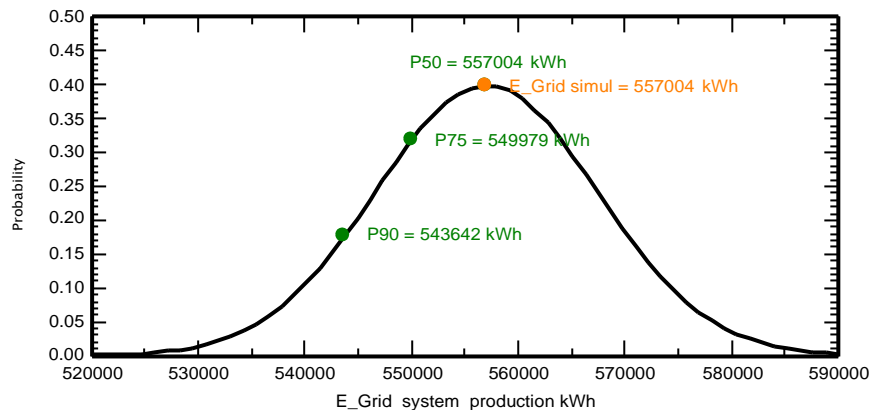
Meteo data source	Meteonorm 7.2 (1997-2006), Sat=54%
Meteo data	Kind TMY, multi-year
Specified Deviation	Climate change 0.0 %
Year-to-year variability	Variance 0.5 %

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	1.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo+ system)	Variance	1.9 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability	10.4 MWh
	P50	557.0 MWh
	P90	543.6 MWh
	P75	550.0 MWh

Probability distribution



Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : HOSPITAL

Geographical Site Country **Spain**

Situation Latitude Longitude
Time defined as Legal Time Time zone UT+1 Altitude 15 m

Meteo data: Albedo 0.20
Meteonorm 7.2 (1997-2006), Sat=54% - Synthetic

Simulation variant : PARKING_NORTE

Simulation date 19/06/19 09h40

Simulation parameters	System type	Tables on a building		
2 orientations	tilts/azimuths	5°/25° and 5°/-64°		
Sheds configuration	Nb. of sheds	2208		
	Sheds spacing	1.68 m	Collector width	1.67 m
Shading limit angle	Limit profile angle	82.2°	Ground cov. Ratio (GCR)	99.2 %
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (6 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model			
Custom parameters definition		Manufacturer	Jinkosolar		
Sub-array "ST_18_3inv60"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel	36 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	648	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	194 kWp	At operating cond.	177 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	545 V	I mpp	325 A
Sub-array "ST_19_5inv60"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules		In series	19 modules	In parallel	60 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	1140	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	342 kWp	At operating cond.	312 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	575 V	I mpp	542 A
Sub-array "ST_17_inv60+ST20"		Orientation	#2	Tilt/Azimuth	5°/-64°
Number of PV modules		In series	17 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	68	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	20.40 kWp	At operating cond.	18.60 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	515 V	I mpp	36 A
Sub-array "ST_20_inv60+ST17"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules		In series	20 modules	In parallel	6 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	120	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	36.0 kWp	At operating cond.	32.8 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	605 V	I mpp	54 A
Sub-array "ST_21_inv60+ST18"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules		In series	21 modules	In parallel	4 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	84	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	25.20 kWp	At operating cond.	22.98 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	636 V	I mpp	36 A

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "ST_18_inv60+ST21"	Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules	In series	18 modules	In parallel	8 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	144	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power	Nominal (STC)	43.2 kWp	At operating cond.	39.4 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	545 V	I mpp	72 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	661 kWp	Total	2204 modules
	Module area	3640 m²	Cell area	3248 m ²

Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	60.0 kWac
			Max. power (=>30°C)	66.0 kWac

Sub-array "ST_18_3inv60"	Nb. of inverters	18 * MPPT 17 %	Total Power	180 kWac
			Pnom ratio	1.08
Sub-array "ST_19_5inv60"	Nb. of inverters	30 * MPPT 17 %	Total Power	300 kWac
			Pnom ratio	1.14
Sub-array "ST_17_inv60+ST20"	Nb. of inverters	2 * MPPT 17 %	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.02
Sub-array "ST_20_inv60+ST17"	Nb. of inverters	3 * MPPT 17 %	Total Power	30 kWac
			Pnom ratio	1.20
Sub-array "ST_21_inv60+ST18"	Nb. of inverters	2 * MPPT 17 %	Total Power	20 kWac
			Pnom ratio	1.26
Sub-array "ST_18_inv60+ST21"	Nb. of inverters	4 * MPPT 17 %	Total Power	40 kWac
			Pnom ratio	1.08
Total	Nb. of inverters	10 (0.2 unused)	Total Power	590 kWac

PV Array loss factors

Array Soiling Losses		Loss Fraction	2.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const) 15.0 W/m ² K	Uv (wind)	0.0 W/m ² K / m/s
Wiring Ohmic Loss	Array#1 28 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2 18 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3 238 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4 186 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5 293 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6 126 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global	Loss Fraction	1.5 % at STC
Serie Diode Loss	Voltage Drop 0.7 V	Loss Fraction	0.1 % at STC
LID - Light Induced Degradation		Loss Fraction	2.0 %
Module Quality Loss		Loss Fraction	-0.8 %
Module Mismatch Losses		Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss		Loss Fraction	0.10 %
Incidence effect (IAM): User defined profile			

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	0.923	0.810	0.000

System loss factors

Wires: 3x500.0 mm ² 96 m	Loss Fraction	1.5 % at STC
-------------------------------------	---------------	--------------

Grid-Connected System: Near shading definition

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_NORTE

Main system parameters

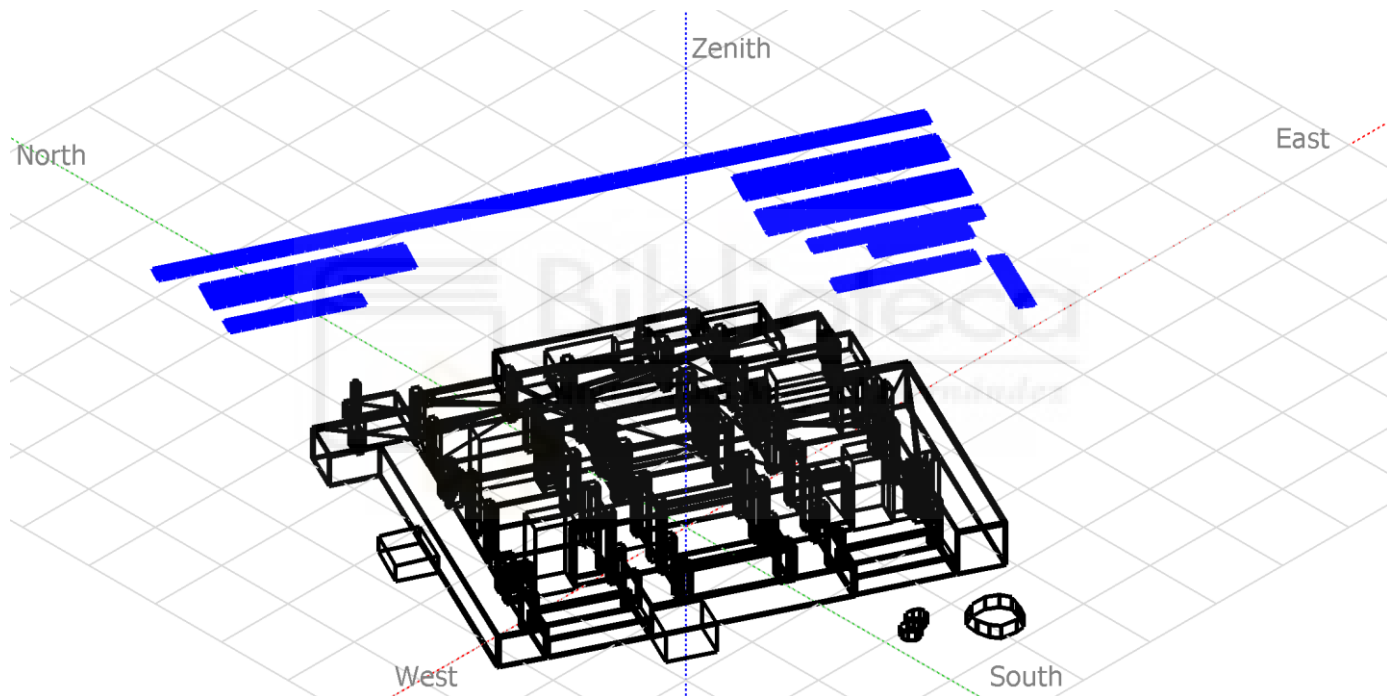
System type **Tables on a building**

Near Shadings

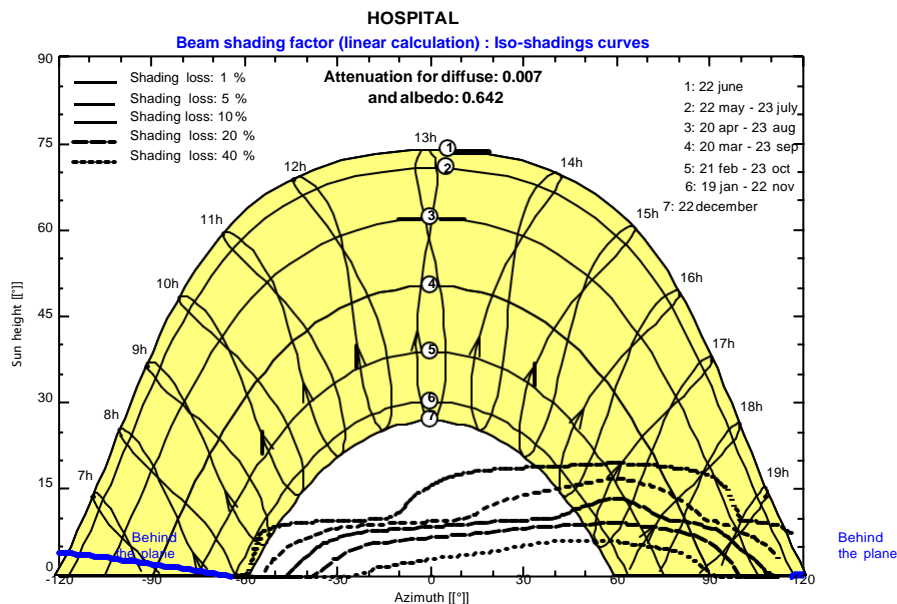
PV Field Orientation
 PV modules
 PV Array
 Inverter
 Inverter pack
 User's needs

Linear shadings	2 orientations	Tilt/Azimuth = 5°/25° and 5°/-64°	
Model	JKM 300M-60H	Pnom	300 Wp
Nb. of modules	2204	Pnom total	661 kWp
Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		60.0 kW ac
Nb. of units	9.8	Pnom total	590 kW ac
Unlimited load (grid)			

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



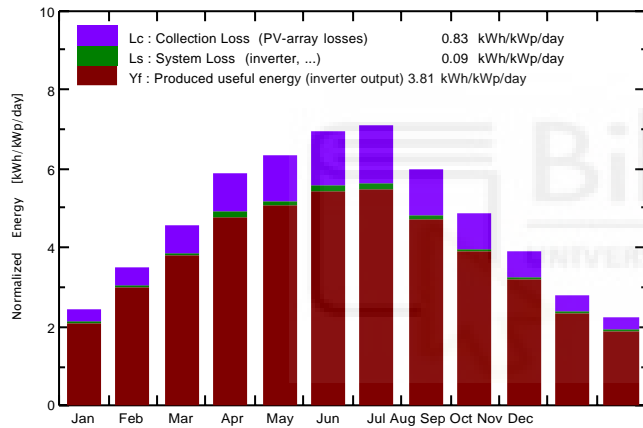
Grid-Connected System: Main results

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_NORTE

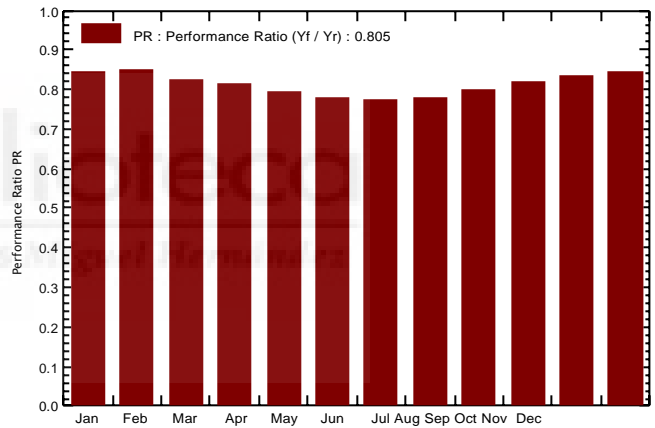
Main system parameters	System type	Tables on a building	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	2 orientations	Tilt/Azimuth = 5°/25° and 5°/-64°	
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom 300 Wp
PV Array	Nb. of modules	2204	Pnom total 661 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac	60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	9.8	Pnom total 590 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 919.1 MWh/year** Specific prod. 1390 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 80.54 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 661 kWp



Performance Ratio PR



PARKING_NORTE

Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	69.0	25.48	9.91	76.7	71.5	43.8	42.9	0.847
February	90.9	33.66	11.05	98.7	93.4	56.5	55.4	0.849
March	135.6	50.01	13.92	142.4	135.9	79.6	77.7	0.826
April	172.1	62.39	15.62	176.8	169.1	97.5	95.2	0.814
May	195.1	74.50	19.22	196.9	188.4	106.3	103.7	0.796
June	207.0	81.08	23.42	207.8	198.9	110.3	107.5	0.782
July	217.8	84.58	26.13	219.4	210.0	115.4	112.4	0.775
August	182.6	82.99	26.22	186.3	178.0	98.8	96.4	0.782
September	140.6	59.50	22.64	146.3	139.5	79.1	77.2	0.798
October	112.4	42.99	19.21	120.6	114.4	66.8	65.3	0.819
November	75.6	26.70	13.62	83.9	78.4	47.3	46.3	0.835
December	62.3	25.49	10.86	70.0	64.7	39.8	39.1	0.844
Year	1660.9	649.38	17.69	1725.8	1642.3	941.2	919.1	0.805

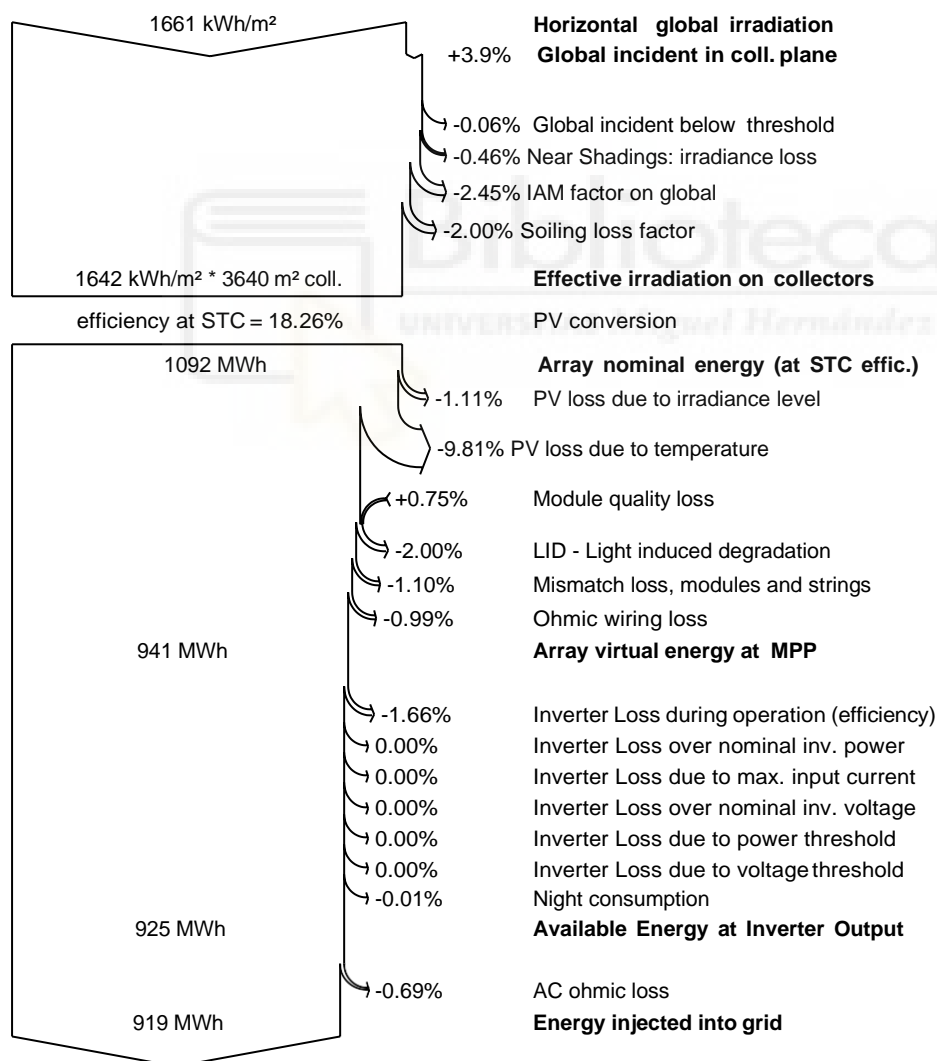
Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation
 T_Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 PR Performance Ratio

Grid-Connected System: Loss diagram

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_NORTE

Main system parameters	System type	Tables on a building
Near Shadings	Linear shadings	
PV Field Orientation	2 orientations	Tilt/Azimuth = 5°/25° and 5°/-64°
PV modules	Model	JKM 300M-60H Pnom 300 Wp
PV Array	Nb. of modules	2204 Pnom total 661 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac 60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	9.8 Pnom total 590 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)	

Loss diagram over the whole year



Grid-Connected System: P50 - P90 evaluation

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_NORTE

Main system parameters	System type	Tables on a building	
Near Shadings	Linear shadings	Tilt/Azimuth = 5°/25° and 5°/-64°	
PV Field Orientation	2 orientations	Model	JKM 300M-60H
PV modules		Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	Pnom total	661 kWp
Inverter	Model		60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	Pnom total	590 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

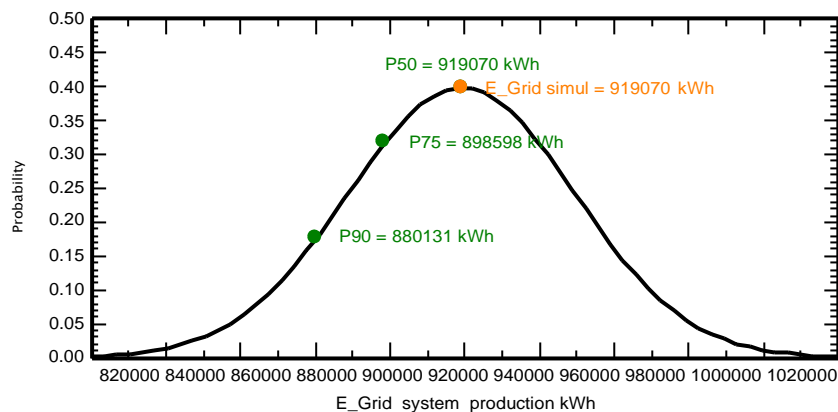
Meteo data source	Meteonorm 7.2 (1997-2006), Sat=54%
Meteo data	Kind TMY, multi-year
Specified Deviation	Climate change 0.0 %
Year-to-year variability	Variance 2.8 %

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	1.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo+ system)	Variance	3.3 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability 30.4 MWh
	P50 919.1 MWh
	P90 880.1 MWh
	P75 898.6 MWh

Probability distribution



Grid-Connected System: Simulation parameters

Project : HOSPITAL

Geographical Site Country **Spain**

Situation Latitude Longitude
Time defined as Legal Time Time zone UT+1 Altitude 15 m

Meteo data: Albedo 0.20
Meteonorm 7.2 (1997-2006), Sat=54% - Synthetic

Simulation variant : PARKING_OESTE-ESTE

Simulation date 19/06/19 10h56

Simulation parameters	System type	Tables on a building		
2 orientations	tilts/azimuths	5°/-64° and 5°/25°		
Sheds configuration	Nb. of sheds	1106		
	Sheds spacing	1.68 m	Collector width	1.66 m
Shading limit angle	Limit profile angle	82.2°	Ground cov. Ratio (GCR)	99.2 %
Models used	Transposition	Perez	Diffuse	Perez, Meteonorm
Horizon	Free Horizon			
Near Shadings	Linear shadings			
User's needs :	Unlimited load (grid)			

PV Arrays Characteristics (6 kinds of array defined)

PV module	Si-mono	Model	JKM 300M-60H		
Custom parameters definition		Manufacturer	Jinkosolar		
Sub-array "ST18_1inv60"		Orientation	#2	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel	12 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	216	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	64.8 kWp	At operating cond.	59.1 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	545 V	I mpp	108 A
Sub-array "ST18_1inv36"		Orientation	#2	Tilt/Azimuth	5°/25°
Number of PV modules		In series	18 modules	In parallel	8 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	144	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	43.2 kWp	At operating cond.	39.4 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	545 V	I mpp	72 A
Sub-array "ST17_2inv36"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/-64°
Number of PV modules		In series	17 modules	In parallel	16 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	272	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	81.6 kWp	At operating cond.	74.4 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	515 V	I mpp	145 A
Sub-array "ST22_1inv36"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/-64°
Number of PV modules		In series	22 modules	In parallel	6 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	132	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	39.6 kWp	At operating cond.	36.1 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	666 V	I mpp	54 A
Sub-array "ST19_1inv30"		Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/-64°
Number of PV modules		In series	19 modules	In parallel	6 strings
Total number of PV modules		Nb. modules	114	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power		Nominal (STC)	34.2 kWp	At operating cond.	31.2 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)		U mpp	575 V	I mpp	54 A

Grid-Connected System: Simulation parameters

Sub-array "ST19_1inv60"	Orientation	#1	Tilt/Azimuth	5°/-64°
Number of PV modules	In series	19 modules	In parallel	12 strings
Total number of PV modules	Nb. modules	228	Unit Nom. Power	300 Wp
Array global power	Nominal (STC)	68.4 kWp	At operating cond.	62.4 kWp (50°C)
Array operating characteristics (50°C)	U mpp	575 V	I mpp	108 A
Total Arrays global power	Nominal (STC)	332 kWp	Total	1106 modules
	Module area	1827 m²	Cell area	1630 m ²

Sub-array "ST18_1inv60" : Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	60.0 kWac
			Max. power (=>30°C)	66.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	6 * MPPT 17 %	Total Power	60 kWac
			Pnom ratio	1.08

Sub-array "ST18_1inv36" : Inverter	Model	SUN2000_36KTL 400Vac		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	36.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	4 * MPPT 25 %	Total Power	36 kWac
			Pnom ratio	1.20

Sub-array "ST17_2inv36" : Inverter	Model	SUN2000_36KTL 400Vac		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	36.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	8 * MPPT 25 %	Total Power	72 kWac
			Pnom ratio	1.13

Sub-array "ST22_1inv36" : Inverter	Model	SUN2000_36KTL 400Vac		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	36.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	3 * MPPT 25 %	Total Power	27 kWac
			Pnom ratio	1.47

Sub-array "ST19_1inv30" : Inverter	Model	SUN2000-33KTL-A		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	30.0 kWac
			Max. power (=>40°C)	33.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	3 * MPPT 25 %	Total Power	23 kWac
			Pnom ratio	1.52

Sub-array "ST19_1inv60" : Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac		
Custom parameters definition	Manufacturer	Huawei Technologies		
Characteristics	Operating Voltage	200-1000 V	Unit Nom. Power	60.0 kWac
			Max. power (=>30°C)	66.0 kWac
Inverter pack	Nb. of inverters	6 * MPPT 17 %	Total Power	60 kWac
			Pnom ratio	1.14

Total	Nb. of inverters	7 (0.5 unused)	Total Power	278 kWac
--------------	------------------	----------------	-------------	----------

PV Array loss factors

Array Soiling Losses			Loss Fraction	2.0 %
Thermal Loss factor	Uc (const)	15.0 W/m ² K	Uv (wind)	0.0 W/m ² K / m/s

Grid-Connected System: Simulation parameters

Wiring Ohmic Loss	Array#1	84 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#2	126 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#3	59 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#4	205 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#5	177 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Array#6	89 mOhm	Loss Fraction	1.5 % at STC
	Global		Loss Fraction	1.5 % at STC
Serie Diode Loss	Voltage Drop	0.7 V	Loss Fraction	0.1 % at STC
LID - Light Induced Degradation			Loss Fraction	2.0 %
Module Quality Loss			Loss Fraction	-0.8 %
Module Mismatch Losses			Loss Fraction	1.0 % at MPP
Strings Mismatch loss			Loss Fraction	0.10 %
Incidence effect (IAM): User defined profile				

0°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.960	0.923	0.810	0.000

System loss factors

Wires: 3x500.0 mm² 150 m Loss Fraction 1.2 % at STC

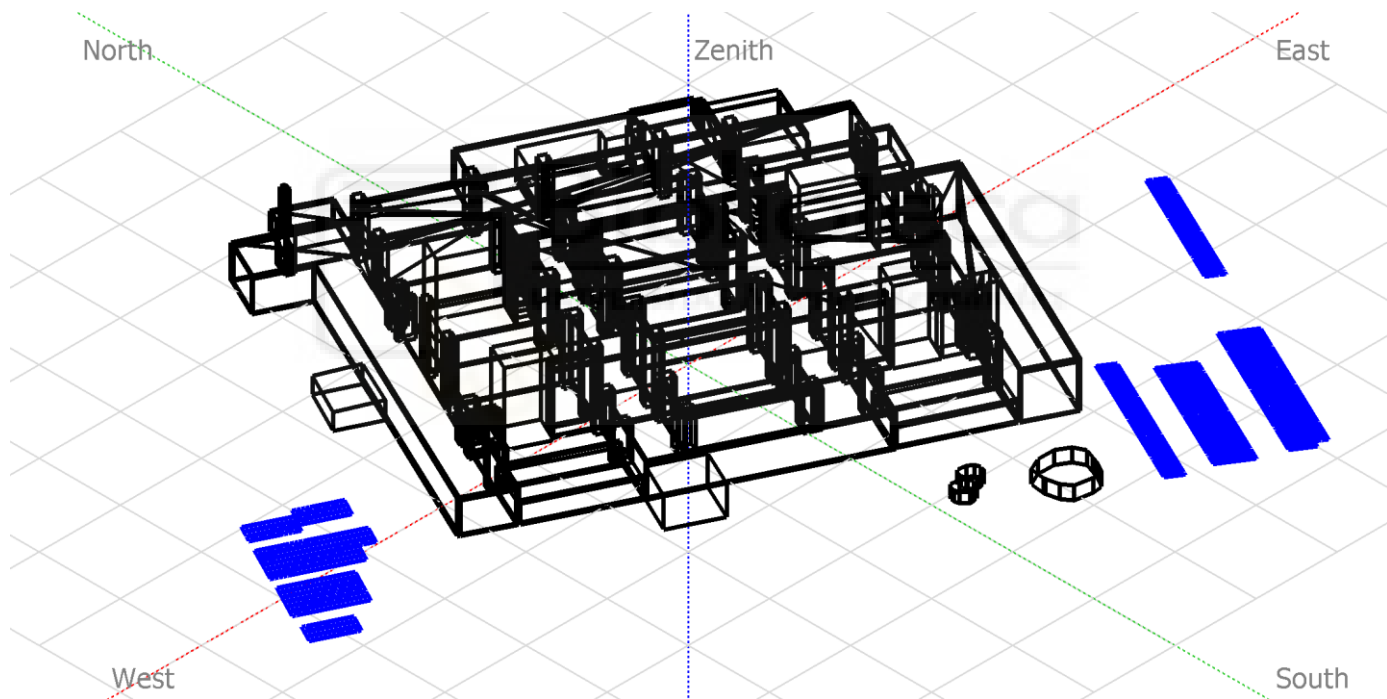


Grid-Connected System: Near shading definition

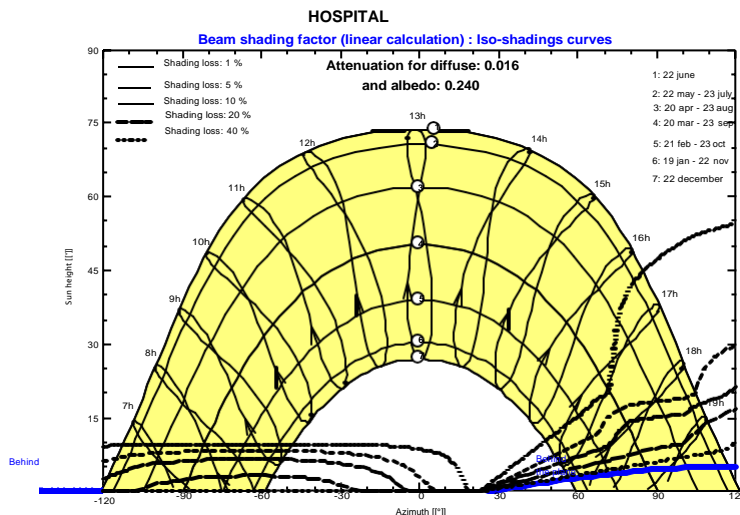
Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_OESTE-ESTE

Main system parameters	System type	Tables on a building	
Near Shadings	Linear shadings	Tilt/Azimuth = 5°/-64° and 5°/25°	
PV Field Orientation	2 orientations	Model	JKM 300M-60H
PV modules		Pnom	300 Wp
PV Array	Nb. of modules	Pnom total	332 kWp
Inverter	Model		60.0 kW ac
Inverter	Model		36.0 kW ac
Inverter	Model		30.0 kW ac
Inverter	Model		60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	Pnom total	278 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



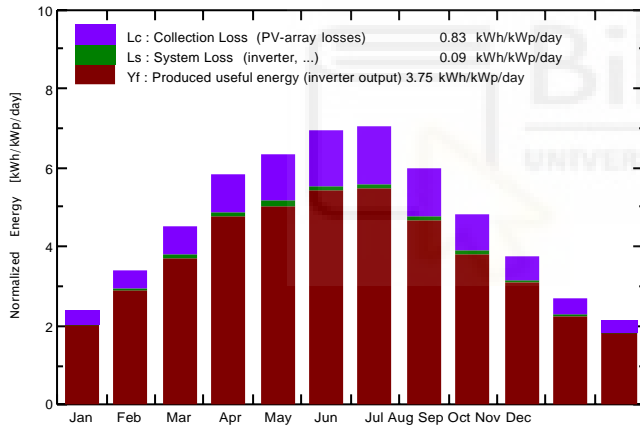
Grid-Connected System: Main results

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_OESTE-ESTE

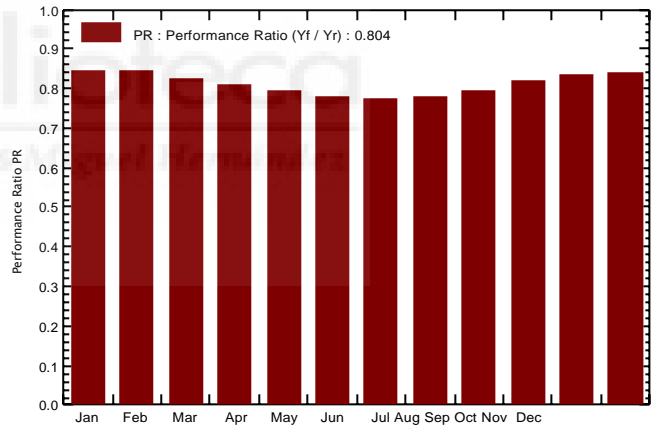
Main system parameters	System type	Tables on a building	
Near Shadings	Linear shadings		
PV Field Orientation	2 orientations	Tilt/Azimuth = 5°/-64° and 5°/25°	
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom 300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1106	Pnom total 332 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac	60.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000_36KTL 400Vac	36.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-33KTL-A	30.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac	60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.5	Pnom total 278 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Main simulation results
 System Production **Produced Energy 454.1 MWh/year** Specific prod. 1369 kWh/kWp/year
 Performance Ratio PR 80.38 %

Normalized productions (per installed kWp): Nominal power 332 kWp



Performance Ratio PR



PARKING_OESTE-ESTE
Balances and main results

	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
January	69.0	25.48	9.91	74.0	68.8	21.19	20.78	0.847
February	90.9	33.66	11.05	95.8	90.4	27.52	26.97	0.848
March	135.6	50.01	13.92	139.7	132.9	39.12	38.26	0.825
April	172.1	62.39	15.62	175.5	167.1	48.36	47.26	0.812
May	195.1	74.50	19.22	196.6	187.4	53.05	51.80	0.794
June	207.0	81.08	23.42	207.7	198.0	55.11	53.80	0.781
July	217.8	84.58	26.13	219.0	208.7	57.55	56.17	0.773
August	182.6	82.99	26.22	184.9	175.9	49.03	47.89	0.780
September	140.6	59.50	22.64	144.3	137.0	39.06	38.18	0.798
October	112.4	42.99	19.21	117.4	111.0	32.58	31.90	0.819
November	75.6	26.70	13.62	80.5	75.0	22.74	22.29	0.834
December	62.3	25.49	10.86	67.1	61.9	19.13	18.77	0.843
Year	1660.9	649.38	17.69	1702.6	1614.2	464.41	454.09	0.804

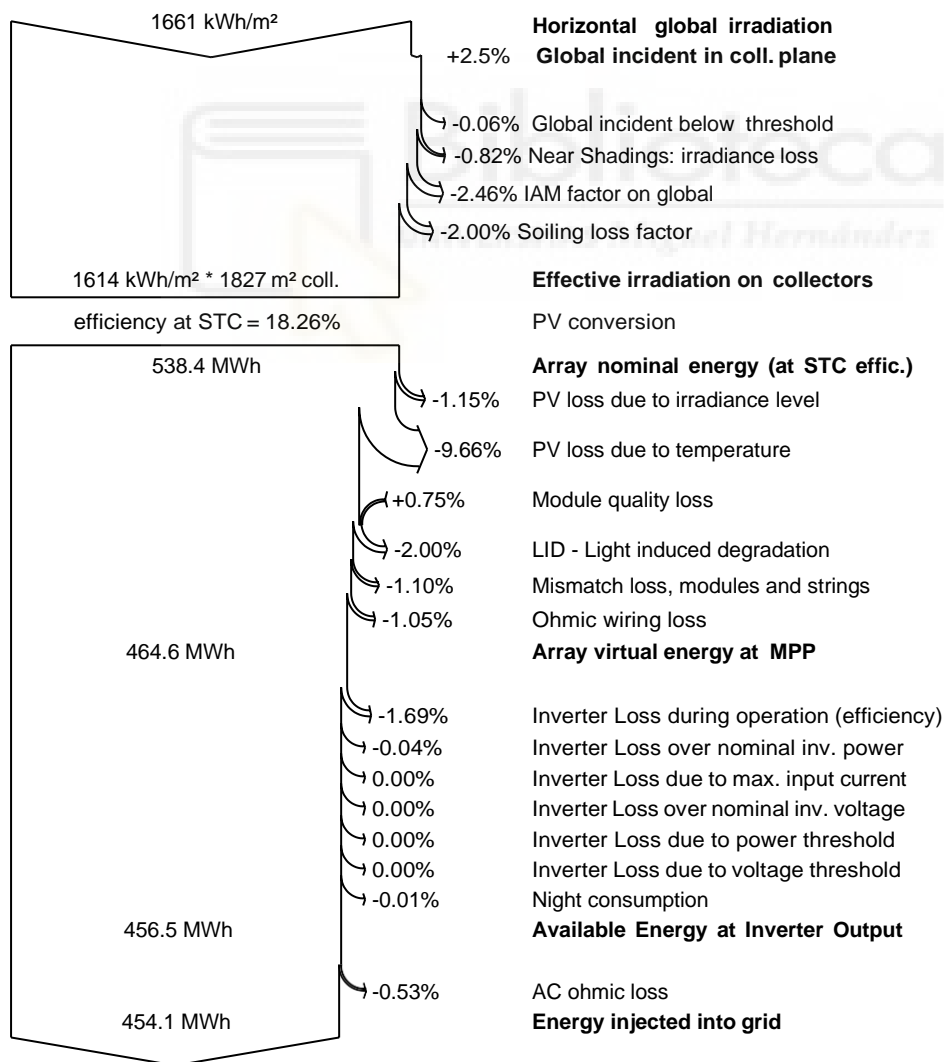
Legends: GlobHor Horizontal global irradiation
 DiffHor Horizontal diffuse irradiation
 T_Amb Ambient Temperature
 GlobInc Global incident in coll. plane
 GlobEff Effective Global, corr. for IAM and shadings
 EArray Effective energy at the output of the array
 E_Grid Energy injected into grid
 PR Performance Ratio

Grid-Connected System: Loss diagram

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_OESTE-ESTE

Main system parameters	System type	Tables on a building
Near Shadings	Linear shadings	
PV Field Orientation	2 orientations	Tilt/Azimuth = 5°/64° and 5°/25°
PV modules	Model	JKM 300M-60H Pnom 300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1106 Pnom total 332 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac 60.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000_36KTL 400Vac 36.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-33KTL-A 30.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac 60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.5 Pnom total 278 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)	

Loss diagram over the whole year



Grid-Connected System: P50 - P90 evaluation

Project : HOSPITAL
Simulation variant : PARKING_OESTE-ESTE

Main system parameters	System type	Tables on a building	
Near Shadings	Linear shadings	Tilt/Azimuth = 5°/-64° and 5°/25°	
PV Field Orientation	2 orientations		
PV modules	Model	JKM 300M-60H	Pnom 300 Wp
PV Array	Nb. of modules	1106	Pnom total 332 kWp
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac	60.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000_36KTL 400Vac	36.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-33KTL-A	30.0 kW ac
Inverter	Model	SUN2000-60KTL-M0_400Vac	60.0 kW ac
Inverter pack	Nb. of units	6.5	Pnom total 278 kW ac
User's needs	Unlimited load (grid)		

Evaluation of the Production probability forecast

The probability distribution of the system production forecast for different years is mainly dependent on the meteo data used for the simulation, and depends on the following choices:

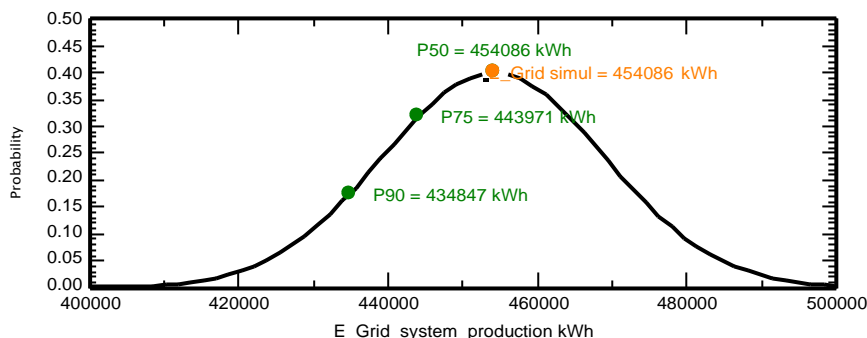
Meteo data source	Meteonorm 7.2 (1997-2006), Sat=54%
Meteo data	Kind TMY, multi-year
Specified Deviation	Climate change 0.0 %
Year-to-year variability	Variance 2.8 %

The probability distribution variance is also depending on some system parameters uncertainties

Specified Deviation	PV module modelling/parameters	1.0 %	
	Inverter efficiency uncertainty	0.5 %	
	Soiling and mismatch uncertainties	1.0 %	
	Degradation uncertainty	1.0 %	
Global variability (meteo+ system)	Variance	3.3 %	(quadratic sum)

Annual production probability	Variability 15.0 MWh
	P50 454.1 MWh
	P90 434.8 MWh
	P75 444.0 MWh

Probability distribution



Anexo 3

FICHAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS



Eagle PERC 60M

295-315 Watt

MONO CRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2008, ISO14001:2004, OHSAS18001 certified factory.
IEC61215, IEC61730 certified products.



PERC

(5BB)



KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell:

5 busbar cell design improves module efficiency and offers better aesthetic appearance for rooftop installation.



High Efficiency:

Higher module conversion efficiency (up to 19.24%) benefit from Passivated Emitter Rear Contact (PERC) technology.



PID RESISTANT:

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



Low-light Performance:

Advanced glass and cell surface textured design ensure excellent performance in low-light environment.



Severe Weather Resilience:

Certified to withstand: wind load (2400 Pascal) and snow load (5400 Pascal).

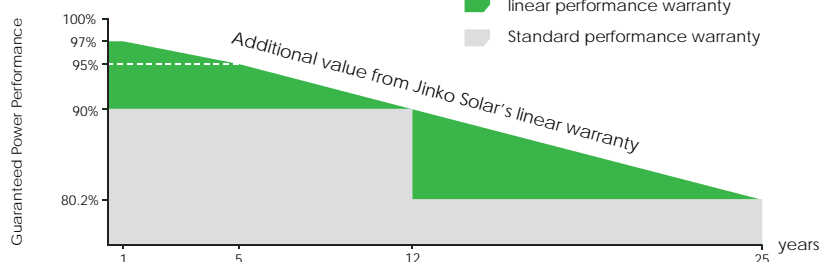


Durability against extreme environmental conditions:

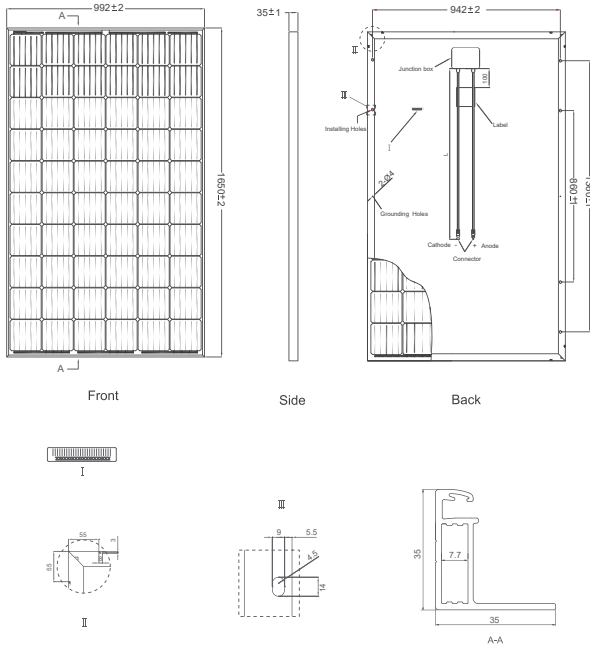
High salt mist and ammonia resistance certified by TUV NORD.

LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

10 Year Product Warranty • 25 Year Linear Power Warranty



Engineering Drawings

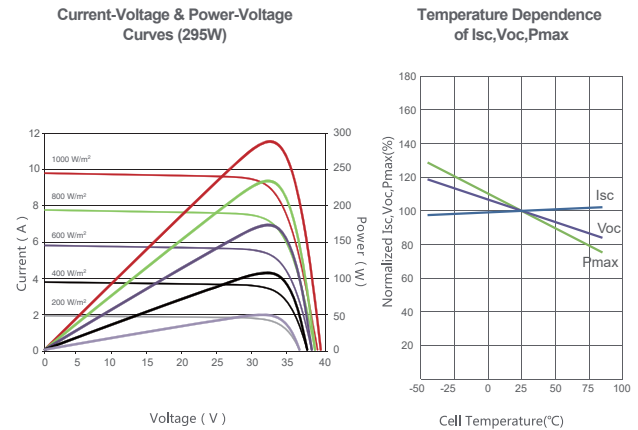


Packaging Configuration

(Two pallets = One stack)

30pcs/pallet, 60pcs/stack, 840 pcs/40'HQ Container

Electrical Performance & Temperature Dependence



Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono-crystalline PERC 156×156mm (6 inch)
No. of cells	60 (6×10)
Dimensions	1650×992×35mm (65.00×39.05×1.37 inch)
Weight	19.0 kg (41.9 lbs)
Front Glass	3.2mm, High Transmission, Low Iron, Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TÜV 1×4.0mm², Length: 900mm or Customized Length

SPECIFICATIONS

Module Type	JKM295M-60		JKM300M-60		JKM305M-60		JKM310M-60		JKM315M-60	
	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Maximum Power (Pmax)	295Wp	220Wp	300Wp	224Wp	305Wp	227Wp	310Wp	231Wp	315Wp	235Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	32.4V	30.4V	32.6V	30.6V	32.8V	30.8V	33.0V	31.0V	33.2V	31.2V
Maximum Power Current (Imp)	9.10A	7.24A	9.21A	7.32A	9.30A	7.40A	9.40A	7.49A	9.49A	7.56A
Open-circuit Voltage (Voc)	39.7V	36.8V	40.1V	37.0V	40.3V	37.2V	40.5V	37.4V	40.7V	37.6V
Short-circuit Current (Isc)	9.61A	7.89A	9.72A	8.01A	9.83A	8.12A	9.92A	8.20A	10.04A	8.33A
Module Efficiency STC (%)	18.02%		18.33%		18.63%		18.94%		19.24%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1000VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.39%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m²

Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m²

Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

* Power measurement tolerance: ± 3%

Smart String Inverter



Active Safety

AI Powered Arcing Protection



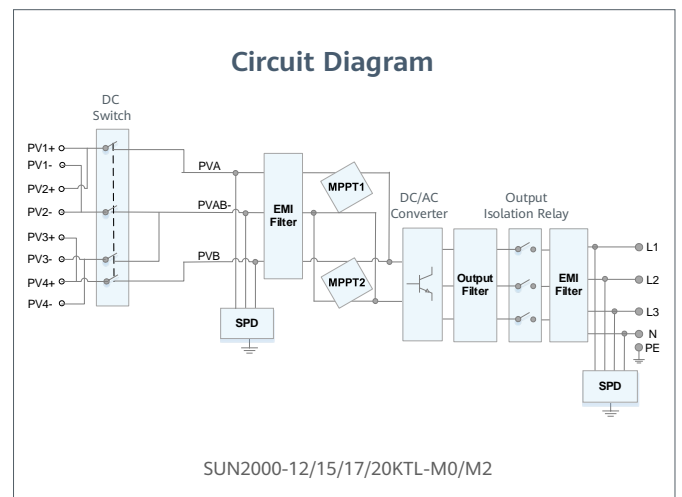
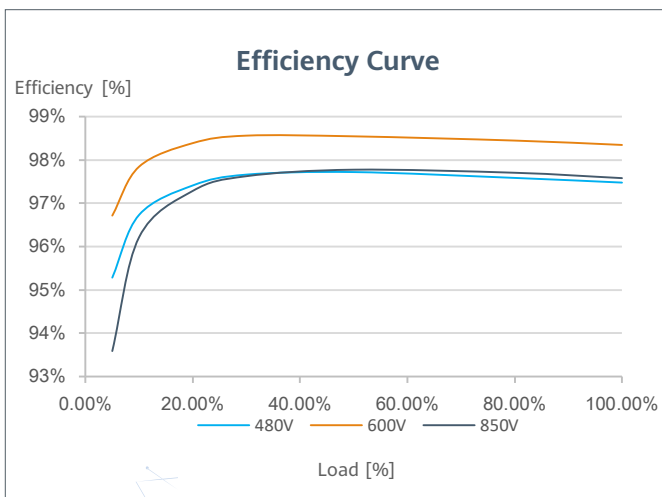
Higher Yields

Up to 30% More Energy with Optimizer ¹



Flexible Communication

WLAN, Fast Ethernet, 4G
Communication Supported



*1 Only applicable to SUN2000-12/15/17/20KTL-M2 inverter.

SUN2000-12/15/17/20KTL-M0 Technical Specification

Technical Specification	SUN2000 -12KTL-M0	SUN2000 -15KTL-M0	SUN2000 -17KTL-M0	SUN2000 -20KTL-M0
-------------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------

Efficiency

Max. efficiency	98.50%	98.65%	98.65%	98.65%
European weighted efficiency	98.00%	98.30%	98.30%	98.30%

Input

Recommended max. PV power	24,000 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp	29,760 Wp
Max. input voltage ¹	1,080 V			
Operating voltage range ²	160 V ~ 950 V			
Start voltage	200 V			
Rated input voltage	600 V			
Max. input current per MPPT	22 A			
Max. short-circuit current	30 A			
Number of MPP trackers	2			
Max. number of inputs	4			

Output

Grid connection	Three phase			
Rated output power	12,000 W	15,000 W	17,000 W	20,000 W
Max. apparent power	13,200 VA	16,500 VA	18,700 VA	22,000 VA
Rated output voltage	220 Vac / 380 Vac, 230 Vac / 400 Vac, 3W + N + PE			
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz			
Max. output current	20 A	25.2 A	28.5 A	33.5 A
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging			
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %			

Features & Protections

Input-side disconnection device	Yes
Anti-islanding protection	Yes
AC over-current protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
AC over-voltage protection	Yes
DC reverse-polarity protection	Yes
DC surge protection	Type II
AC surge protection	Yes, compatible TYPE II protection class according to EN/IEC 61643-11
Residual current monitoring unit	Yes
Arc fault protection	Yes
Ripple receiver control	Yes

General Data

Operation temperature range	-25 ~ +60 °C (-13 °F ~ 140 °F)
Relative humidity	0 % RH ~ 100% RH
Max. operating altitude	0 - 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2000 m)
Cooling	Natural Convection
Display	LED indicators; integrated WLAN + FusionSolar APP
Communication	RS485; WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Optional) 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Optional)
Weight (with mounting plate)	25 kg
Dimensions (W x H x D) (incl. mounting plate)	525 x 470 x 262 mm (20.7 x 18.5 x 10.3 inch)
Degree of protection	IP65
Nighttime Power Consumption	< 5.5 W

Standard Compliance (more available upon request)

Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Grid connection standards	G98, G99, EN 50438, EN50549, CEI 0-21, CEI 0-16, VDE-AR-N-4105, VDE-AR-N-4110, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, RD 661, PO 12.3, TOR D4, IEC61727, IEC62116, DEWA

¹ The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.
² Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

SUN2000-33KTL-A Smart String Inverter



Smart

8 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.6%



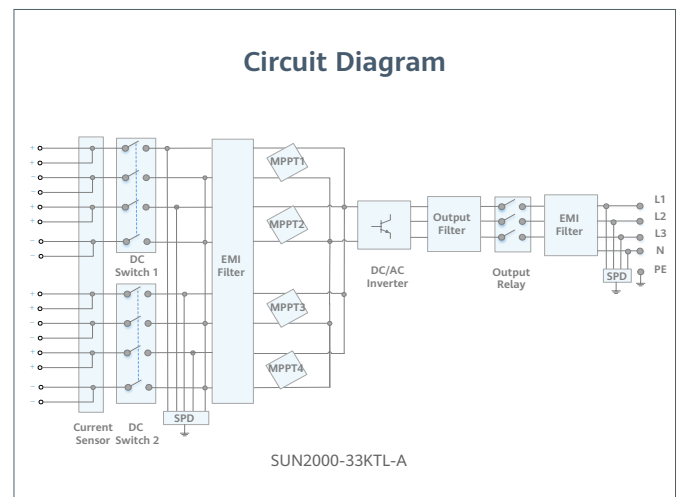
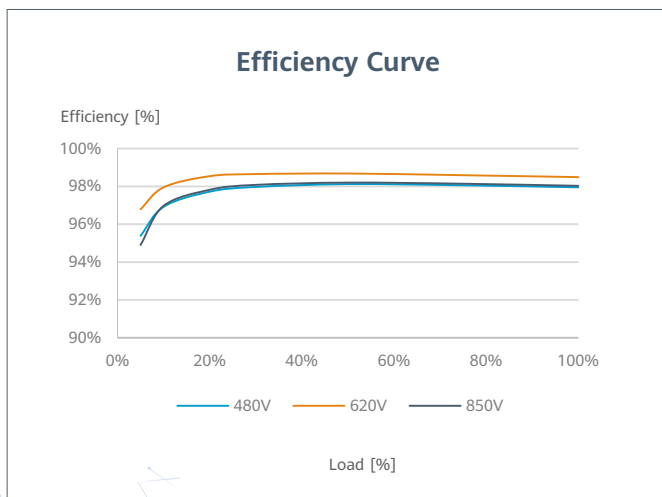
Safe

Fuse free design



Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



Technical Specification	SUN2000-33KTL-A
Efficiency	
Max. Efficiency	98.6%
European Efficiency	98.4%
Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	250 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	620 V
Number of MPP trackers	4
Max. number of inputs	8
Output	
Rated AC Active Power	30,000 W
Max. AC Apparent Power	33,000 VA
Max. AC Active Power	30,000 W
Rated Output Voltage	230 V / 400 V, 3W + N + PE;
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	43.3 A
Max. Output Current	48 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)
General Data	
Dimensions (W x H x D)	930 x 550 x 283 mm (36.6 x 21.7 x 11.1 inch)
Weight (with mounting plate)	62 kg (136.7 lb.)
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof PG Terminal + OT Connector
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 2.5 W
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116
Grid Code	IEC 61727, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, C10/11, EN 50438-Turkey, ABNT

¹ The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

² Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

SUN2000-36KTL Smart String Inverter



Smart

8 strings intelligent monitoring



Efficient

Max. efficiency 98.6%



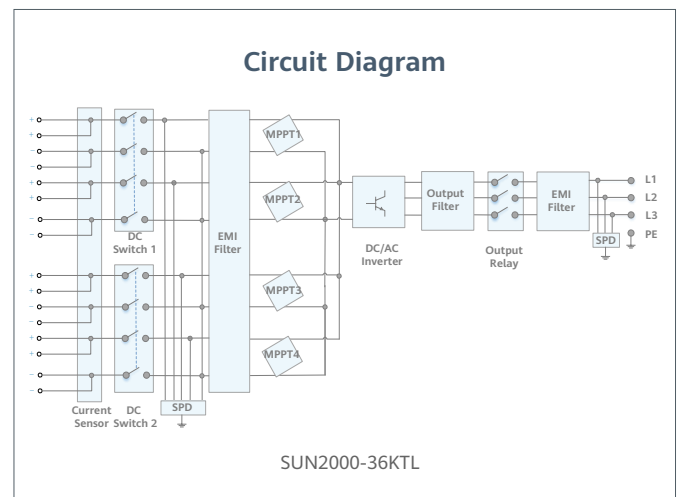
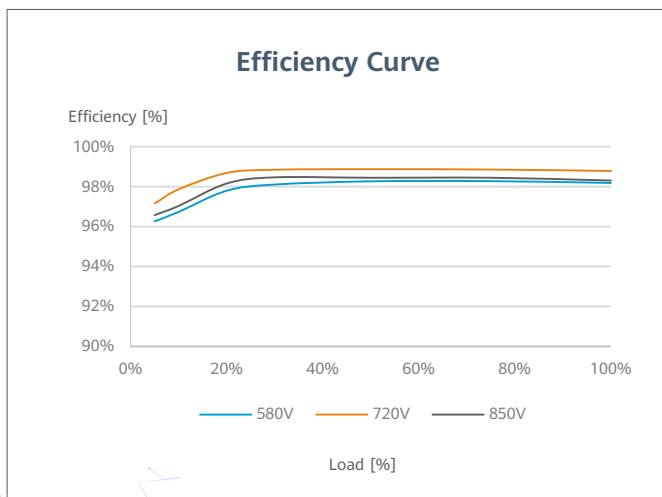
Safe

Fuse free design



Reliable

Type II surge arresters for DC & AC



SUN2000-36KTL
Technical Specification

Technical Specification	SUN2000-36KTL
-------------------------	---------------

Efficiency	
Max. Efficiency	98.8% @480 V; 98.6% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.6% @480 V; 98.4% @380 V / 400 V

Input	
Max. Input Voltage ¹	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	250 V
MPPT Operating Voltage Range ²	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	620 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Number of MPP trackers	4
Max. number of inputs	8

Output	
Rated AC Active Power	36,000 W
Max. AC Apparent Power	40,000 VA ³
Max. AC Active Power (cosφ=1)	Default 40,000 W; 36,000 W optional in settings
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings 277 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	54.6 A @380 V, 52.2 A @400 V, 43.4 A @480 V
Max. Output Current	60.8 A @380 V, 57.8 A @400 V, 48.2 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 leading... 0.8 lagging
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%

Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes

Communication	
Display	LED indicators; WLAN adaptor + FusionSolar APP
RS485	Yes
USB	Yes
Monitoring BUS (MBUS)	Yes (isolation transformer required)

General Data	
Dimensions (W x H x D)	930 x 550 x 283 mm (36.6 x 21.7 x 11.1 inch)
Weight (with mounting plate)	62 kg (136.7 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof PG Terminal + OT Connector
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Nighttime Power Consumption	< 2.5 W

Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2

^{*1} The maximum input voltage is the upper limit of the DC voltage. Any higher input DC voltage would probably damage inverter.

^{*2} Any DC input voltage beyond the operating voltage range may result in inverter improper operating.

^{*3} The maximum active power is determined by PQ mode setting. If PQ mode 1 is selected, the maximum active power equals the maximum apparent power. If PQ mode 2 is selected, the maximum active power equals the rated active power.

SUN2000-60KTL-M0 Smart String Inverter



Inteligente

Monitorización a nivel de string



Eficiente

Eficiencia máxima del 98,7 %



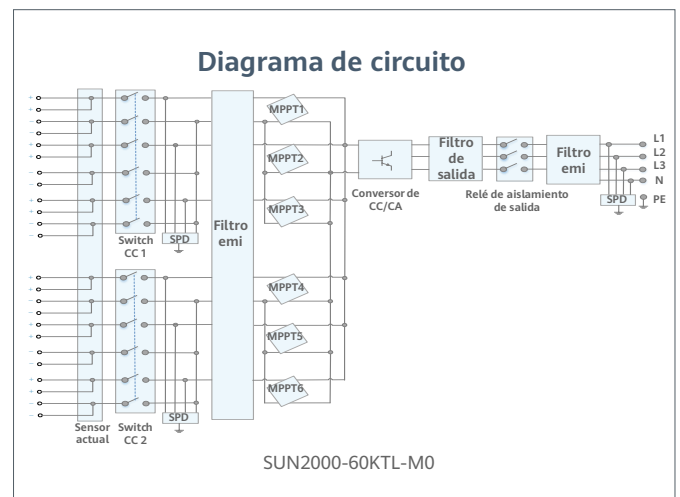
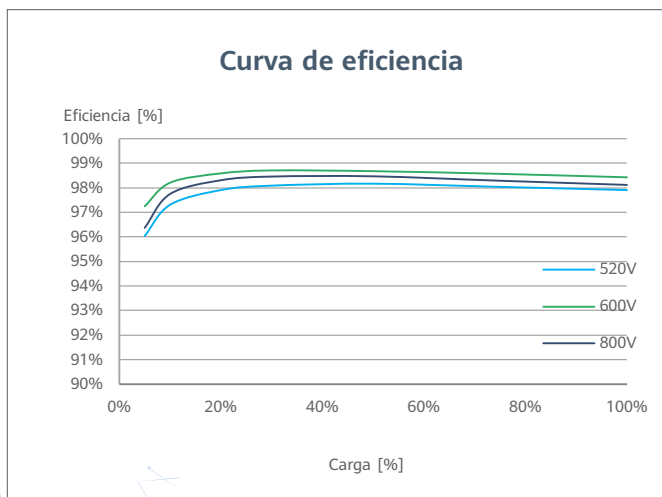
Seguro

Diseño sin fusibles



Reliable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



Especificaciones técnicas	SUN2000-60KTL-MO
---------------------------	------------------

Eficiencia

Máxima eficiencia	98.9% @480 V; 98.7% @380 V / 400 V
Eficiencia europea ponderada	98.7% @480 V; 98.5% @380 V / 400 V

Entrada

Tensión máxima de entrada ¹	1,100 V
Corriente de entrada máxima por MPPT	22 A
Corriente de cortocircuito máxima	30 A
Tensión de arranque	200 V
Tensión de funcionamiento MPPT ²	200 V ~ 1,000 V
Tensión nominal de entrada	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Cantidad de MPPTs	6
Cantidad máxima de entradas por MPPT	2

Salida

Potencia activa	60,000 W
Max. Potencia aparente de CA	66,000 VA
Max. Potencia activa de CA (cosφ = 1)	66,000 W
Tensión nominal de salida	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, por defecto 3W + N + PE; 3W + PE opcional en configuraciones; 277 V / 480 V, 3W + PE
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
Intensidad nominal de salida	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V
Max. intensidad de salida	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V
Factor de potencia ajustable	0,8 capacitivo ... 0,8 inductivo
Distorsión armónica total máxima	< 3%

Protecciones

Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Sí
Protección anti-isla	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra polaridad inversa CC	Sí
Monitorización a nivel de string	Sí
Descargador de sobretensiones de CC	Type II
Descargador de sobretensiones de CA	Type II
Detección de resistencia de aislamiento CC	Sí
Monitorización de corriente residual	Sí

Comunicación

Display	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Sí
USB	Sí
Monitorización de BUS (MBUS)	Sí (transformador de aislamiento requerido)

Datos generales

Dimensiones (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm
Peso (incluida ménsula de montaje)	74 kg
Rango de temperatura de operación	-25°C ~ 60°C
Enfriamiento	Convección natural
Max. Altitud de operación	4,000 m
Humedad de operación relativa	0 ~ 100%
Conector CC	Amphenol Helios H4
Conector CA	Terminal PG impermeable + conector OT
Grado de protección	IP65
Topología	Sin transformador
Consumo de energía durante la noche	< 2 W

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Estándares de conexión a red eléctrica	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, VDE 4120, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11

¹ El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.
² Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de voltaje de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

SUN2000-60KTL-M0

Smart String Inverter



6
MPP Trackers



98.9% (@480V)
Max. Efficiency



String-level
Management



Smart I-V Curve
Diagnosis Supported



Residual Current
Monitoring Integrated



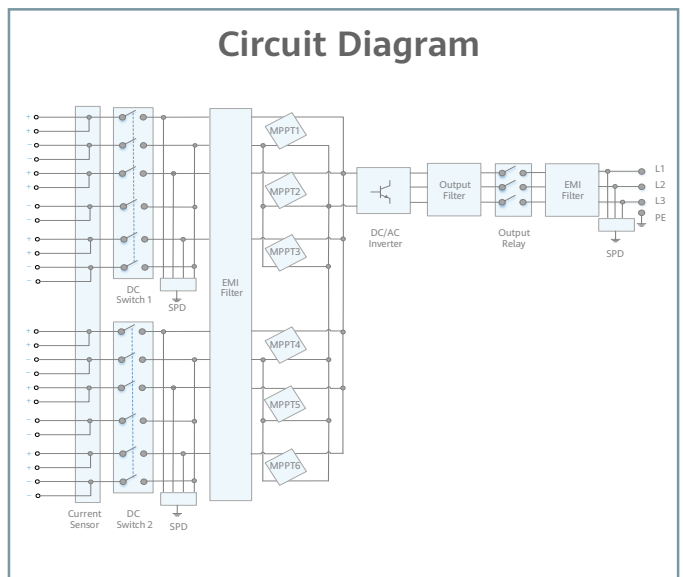
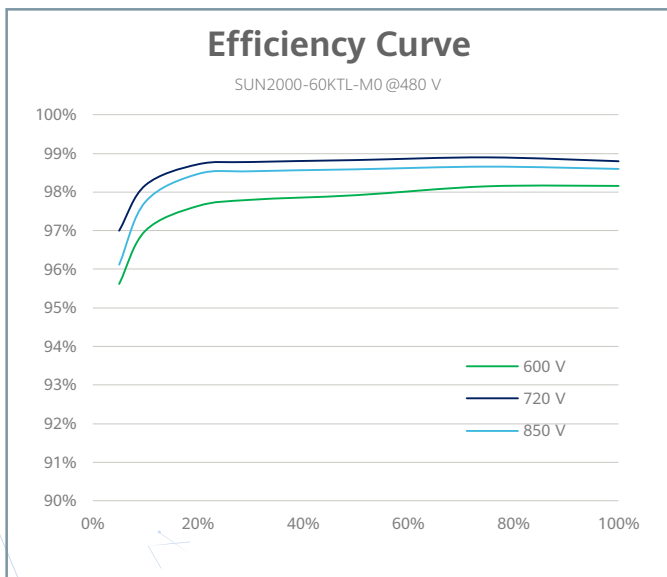
Fuse Free
Design



Surge Arresters
for DC & AC



IP65
Protection



Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	98.9% @480 V, 98.7% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.7% @480 V, 98.5% @380 V / 400 V
Input	
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	720 V@480 Vac, 600V @380 Vac / 400 Vac
Number of Inputs	12
Number of MPP Trackers	6
Output	
Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W
Rated Output Voltage	480 V/ 400 V/ 380 V, 3W+(N)+PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V
Max. Output Current	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Yes
RS485	Yes
MBUS	Yes (isolation transformer required)
General	
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)
Weight (with mounting plate)	74 kg (163.1 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof PG Connector + OT Terminal
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, VDE 4120, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699,P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11