



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

---

*TRABAJO FINAL DEL*

*REALIZADO POR*

*TUTORIZADO POR*

CURSO ACADÉMICO: 2020/2021

# ÍNDICE

1. MEMORIA .....	1
1.1. OBJETO .....	2
1.2. JUSTIFICACIONES .....	3
1.2.1. ACADÉMICA .....	3
1.2.2. TÉCNICO-ECONÓMICA .....	3
1.2.3. LEGAL .....	3
1.3. INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIONES.....	4
1.3.1 UBICACIÓN Y EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	4
1.3.2 CLIMATOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO .....	5
1.3.3. RADIACIÓN SOLAR DEL EMPLAZAMIENTO .....	6
1.4. RECEPTORES DE LA INSTALACIÓN .....	10
1.5. CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN .....	16
1.6. PRODUCCIÓN GENERADA .....	21
1.7. ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO .....	24
1.8. DISPOSICIÓN DE LOS PANELES SOLARES.....	25
1.9. ELECCIÓN DE LOS INVERSORES .....	29
1.10. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	30
1.11. ESTUDIO DE LA DEMANDA Y LA PRODUCCIÓN .....	32
1.12. ESTUDIO DE AUTOCONSUMO .....	35
1.13. SECCIONES DE CABLEADO Y PROTECCIONES.....	37
1.14. PUESTA A TIERRA .....	40
1.15. AHORRO DE EMISIONES DE CO2 .....	42
1.16. ESTUDIO ECONÓMICO .....	43
1.17. BIBLIOGRAFÍA .....	45
2. PRESUPUESTO .....	46
3. PLIEGO DE CONDICIONES .....	49
4. PLANOS .....	59
4.1. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN .....	60
4.2. SITUACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	61
4.3. DISTANCIA DE SEPARACIÓN ENTRE FILAS.....	62
4.4. DISTRIBUCIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	63
4.5. CONEXIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	64
4.6. ESQUEMA UNIFILAR .....	65
5. ANEXOS .....	66
5.1. TABLAS Y GRÁFICAS DE GENERACIÓN Y CONSUMO .....	67
5.2. FICHAS TÉCNICAS DE LOS ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN .....	92

**MEMORIA**

## 1.1 OBJETO

El presente Trabajo Final de Grado tiene como finalidad diseñar y acondicionar una instalación fotovoltaica de autoconsumo con venta de excedentes para el Colegio Público de educación primaria de Baladre, situado en el Municipio de Sagunto en la comarca del Camp de Morvedre.

El propósito de la instalación fotovoltaica es utilizar la energía solar para cubrir gran parte de la energía que consumen los receptores del colegio mensualmente, de ese modo se conseguirá un gran ahorro en la factura eléctrica mensual. Con el ahorro obtenido se pretende amortizar los costes de la instalación en el menor tiempo posible. Dicha instalación se ubicará en un terreno de huerto del propio colegio.

El uso de instalaciones fotovoltaicas nos permite colaborar con el medioambiente, reduciendo así la emisión de gases CO<sub>2</sub> que son tan nocivos para nuestro entorno.

El colegio cuenta con una potencia total instalada de receptores de 47,180kW, y tiene un consumo anual de energía de 33233,7 kWh, estos valores se han calculado realizando un estudio mes a mes de las necesidades energéticas del colegio.

La instalación se diseñará buscando siempre la opción más interesante y necesaria con las justificaciones pertinentes a través de los conocimientos adquiridos en los 4 años de duración del Grado en Ingeniería Eléctrica, y todo estará actualizado a los precios que nos encontramos hoy en día en el mercado de este tipo de instalaciones. El resultado ha sido de 120 paneles solares de 340 Watios/pico cada uno de la marca ERA y 3 inversores de 12.5 kW cada uno de la marca Fronius.

La instalación seguirá todas las normas y recomendaciones en instalaciones eléctricas de baja tensión y esta quedará protegida de forma adecuada asegurando la seguridad tanto de las personas como de los equipos utilizados.

## **1.2 JUSTIFICACIONES**

### **1.2.1. JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA**

Mediante este Trabajo Final de Grado se finaliza una etapa de 4 años del Grado en Ingeniería Eléctrica en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia. La energía fotovoltaica es parte de este grado en la asignatura de energías renovables, además de la mención de instalaciones eléctricas de energías renovables en la cual se adquieren los conocimientos necesarios para realizar este tipo de proyectos.

### **1.2.2. JUSTIFICACIÓN TÉCNICO-ECONÓMICA**

Todos los aspectos técnico-económicos de este proyecto han sido estudiados y comparados con varias alternativas que presenta el mercado fotovoltaico en estos tiempos.

Se trata de datos y precios reales con sus respectivos descuentos de fabricantes y proveedores especialistas en el sector, respecto a las cuestiones técnicas, se pueden observar todas las hojas de características en los anexos y las diferentes opciones que se han tenido en cuenta para la realización de la instalación decantándose siempre por la opción más recomendable y necesaria para el emplazamiento y la propia instalación en caso de ser llevada a la práctica.

### **1.2.3. JUSTIFICACIÓN LEGAL**

Para la realización del proyecto se ha seguido toda la normativa del reglamento electrotécnico de Baja Tensión, el pliego de condiciones del IDAE de instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo, y las ITC-BT con sus respectivas normas UNE:

-Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002). Actualizado según RD 560/2010, RD 1053/2014 RD 244/2019.

-Real Decreto 244/2019 del 5 de abril que regula las instalaciones de autoconsumo.

-Instrucciones técnicas complementarias (ITC-BT). ITC-BT-14, ITC-BT-18, ITC-BT-19, ITC-BT-40.

-Normas UNE.

-Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red (2011).

-Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico

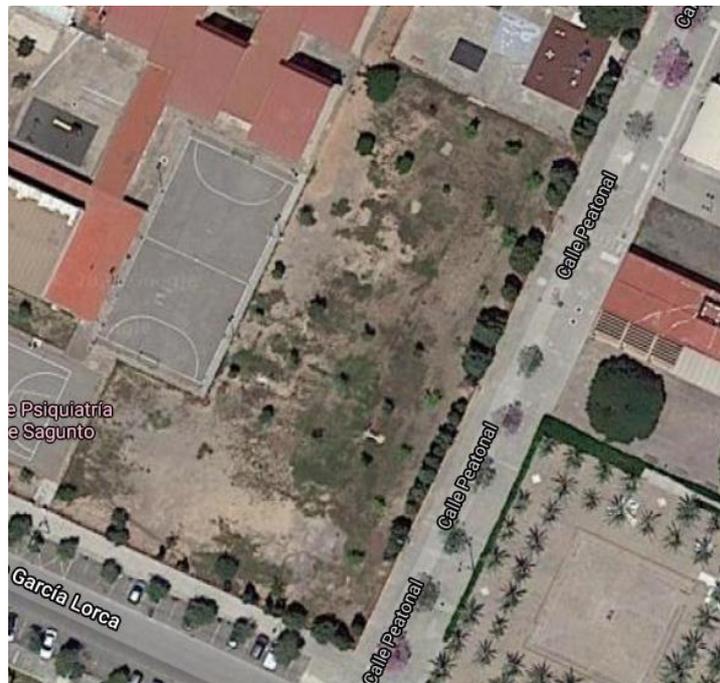
## 1.3 INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIONES

### 1.3.1. EMPLAZAMIENTO

El colegio se encuentra ubicado en el municipio de Sagunto (Valencia) de la comarca del Camp de Morvedre. El colegio está situado dentro de un barrio del municipio.



**C.P. BALADRE Av. Joan Martorell, 2, 46520 Puerto de Sagunto, Valencia**



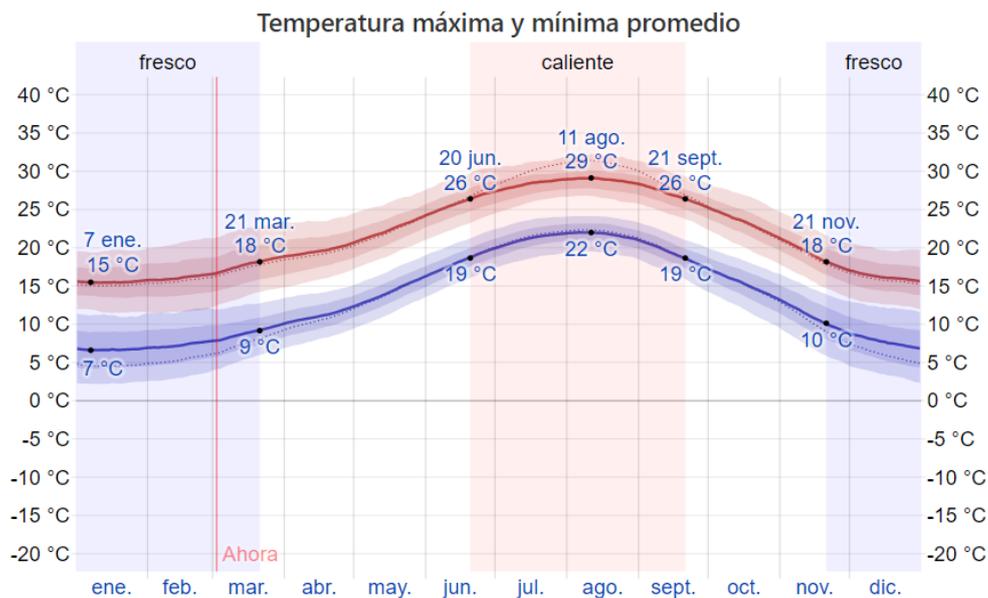
**Terreno de huerto del colegio.**

En las anteriores imágenes se puede ver la situación del colegio, sus alrededores y la zona de huertos pertenecientes a éste en las cuales se colocarán paneles solares optimizando al máximo el espacio disponible. Cabe destacar que se cuenta con la ventaja de que el colegio está orientado relativamente Norte-Sur que permitirá aprovechar al máximo la radiación solar.

### 1.3.2. CLIMATOLOGÍA DEL EMPLAZAMIENTO

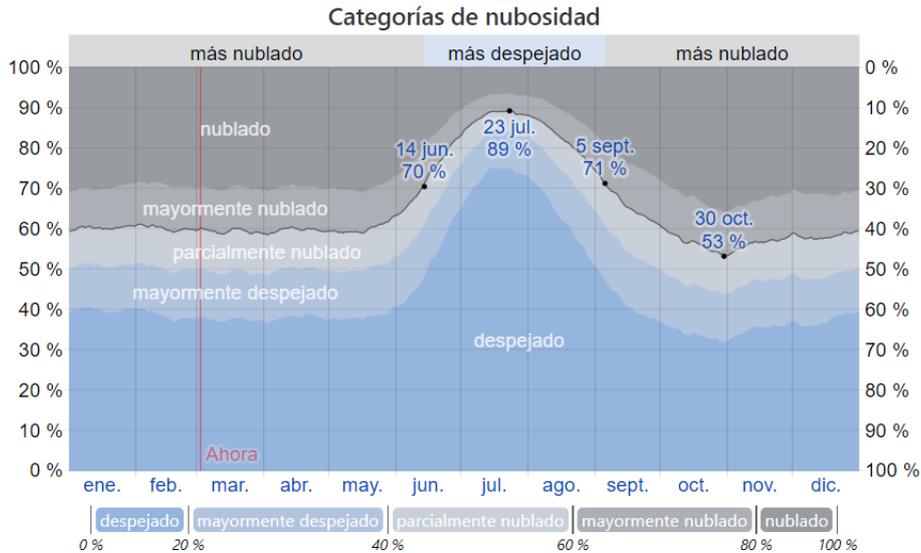
Sagunto se encuentra dentro del clima mediterráneo que no suele tener temperaturas excesivamente altas ni bajas, además tampoco es común la presencia de nubes durante mucho tiempo. A lo largo del año, la temperatura suele variar desde los 7° hasta los 29°C y no suele bajar de 2°C ni pasar los 33°C.

Respecto a las temperaturas máximas diarias, Sagunto presenta una máxima diaria de 26°C en el periodo de verano y una máxima diaria de 15°C para el periodo de invierno, por lo tanto, no debemos preocuparnos en exceso por el rendimiento de los módulos fotovoltaicos.



**Gráfica de la temperatura máxima y mínima promedio de Sagunto.**

En cuanto a la nubosidad, se puede observar que el mayor porcentaje lo presentan los meses de otoño e invierno con unos porcentajes de 60% del tiempo nublado y el 40% despejado, sin embargo, en los meses de verano el cielo está despejado un 90% del tiempo y tan solo un 10% nublado.

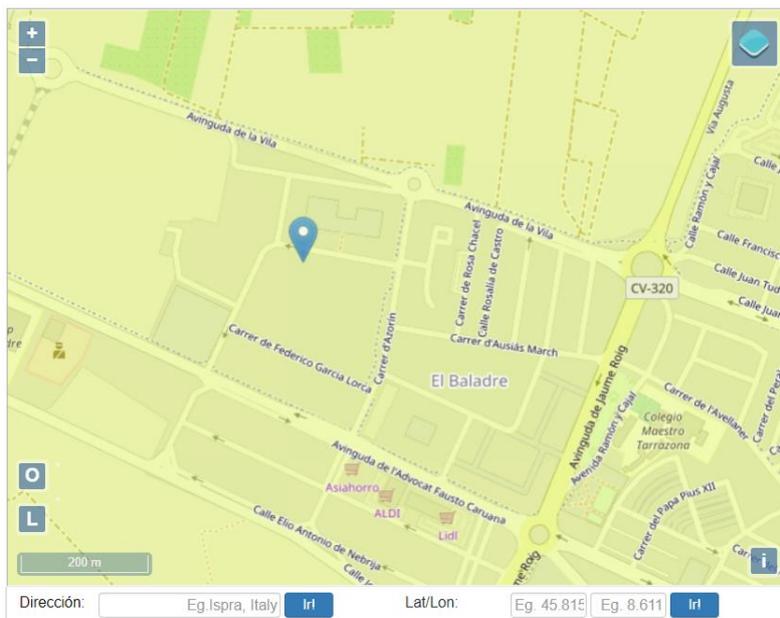


**Gráfica de la nubosidad anual en Sagunto.**

### 1.3.3. RADIACIÓN SOLAR DEL EMPLAZAMIENTO

Este apartado es de los más importantes de la instalación, ya que la energía que vayan a producir las placas fotovoltaicas depende de la radiación solar que reciban. Como se ha indicado en el punto anterior, Sagunto cuenta con buena radiación solar porque presenta bastantes horas de sol y poca nubosidad a lo largo del año.

Se ha realizado un estudio de la radiación en Sagunto mediante la herramienta de cálculo web PVGIS, para ello se ha seleccionado el emplazamiento de la instalación en el mapa.



**Emplazamiento en el mapa de PVGIS.**

**Cursor:** 39.674, -0.234      **Utilizar las sombras del terreno:**  
**Seleccionado:** 39.672, -0.241       Horizonte calculado      [↓ csv](#)      [↓ json](#)  
 Elevación (m): 21       Cargar archivo de horizonte      [Seleccionar archivo](#)      Ningún archi... selecc

---

CONECTADO A RED

FV CON SEGUIMIENTO

FV AUTÓNOMO

DATOS MENSUALES

DATOS DIARIOS

DATOS HORARIOS

TMY

☀️ **DATOS PROMEDIO DIARIOS DE IRRADIANCIA** ?

Base de datos de radiación solar\* PVGIS-SARAH ▼

Mes\* Enero ▼

Hora UTC       Hora local

**Sobre plano fijo:**

Irradiancia

Irradiancia cielo claro

Inclinación [°]

Azimut [°]

**Sobre plano con seguimiento:**

Irradiancia

Irradiancia cielo claro

**Temperatura:**

Perfil diario de temperatura

---

👁️ Visualizar resultados

↓ csv

↓ json

### Herramienta PVGIS.

En la anterior imagen se han seleccionado los datos diarios necesarios para obtener la irradiancia diaria que se tiene en cada hora, se seleccionará para cada mes y así obtener la irradiancia completa de todo el año. También se puede observar que hay dos casillas en las que nos pide introducir un ángulo, pues bien, el ángulo de inclinación se elegirá en función de la producción que se obtenga con el propio ángulo, es decir hay que elegir el ángulo óptimo para la instalación y para ello se han seleccionado los ángulos de 35°, 30° y 25°. El ángulo de 35° es el que nos indica el PVGIS como óptimo y el de 30° es el que se utiliza normalmente en este tipo de instalaciones ubicadas en Valencia.

A continuación, se hará una comparación de los distintos posibles ángulos de inclinación:

IRRADIANCIA CON 25 GRADOS DE INCLINACIÓN												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	11	25	12	0	0	0	0	0
7:00	0	0	1	53	108	121	101	66	29	0	0	0
8:00	0	19	121	219	278	296	277	234	199	138	45	0
9:00	167	219	312	410	470	485	467	425	395	329	249	180
10:00	351	399	501	593	643	664	662	619	571	478	416	351
11:00	494	537	656	735	781	802	814	771	726	617	537	489
12:00	592	642	762	843	872	908	914	877	810	707	624	572
13:00	624	698	785	834	890	932	941	924	831	724	636	599
14:00	612	678	749	795	830	882	919	891	781	671	589	558
15:00	503	575	650	706	716	774	819	782	666	553	461	450
16:00	365	453	501	539	570	634	658	627	504	389	317	307
17:00	185	278	318	356	392	440	467	430	313	201	117	108
18:00	0	56	134	173	207	253	267	223	123	18	0	0
19:00	0	0	1	21	54	82	88	49	2	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	9	8	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Irradiancia mensual por horas con una inclinación de 25 grados.

IRRADIANCIA CON 30 GRADOS DE INCLINACIÓN												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	11	24	11	0	0	0	0	0
7:00	0	0	1	50	99	108	90	60	28	0	0	0
8:00	0	20	123	214	268	281	263	227	200	144	49	0
9:00	181	230	317	408	460	471	455	420	399	340	264	195
10:00	374	416	511	593	634	652	650	616	578	492	438	375
11:00	522	558	669	738	774	791	805	770	735	635	562	518
12:00	623	665	777	847	886	898	906	878	821	728	653	604
13:00	656	724	800	838	885	922	933	925	843	746	666	632
14:00	644	703	764	798	824	872	910	891	791	691	618	590
15:00	531	598	663	708	709	762	809	781	675	571	486	478
16:00	389	473	511	538	562	620	646	623	509	402	336	331
17:00	202	293	323	353	381	425	453	424	315	209	128	121
18:00	0	60	136	169	196	237	252	215	122	19	0	0
19:00	0	0	1	22	47	69	75	43	2	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	9	7	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Irradiancia mensual por horas con una inclinación de 30 grados.

IRRADIANCIA CON 35 GRADOS DE INCLINACIÓN												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	0	10	23	11	0	0	0	0	0
7:00	0	0	1	46	89	95	78	54	26	0	0	0
8:00	0	21	124	209	256	265	248	219	199	148	52	0
9:00	195	240	321	403	447	454	439	412	400	348	278	210
10:00	395	431	518	590	623	635	635	609	581	503	457	396
11:00	547	575	678	736	763	775	790	764	740	650	585	544
12:00	650	685	788	846	856	882	892	873	828	744	678	633
13:00	684	746	811	837	875	906	920	920	850	763	691	661
14:00	673	724	774	797	813	856	896	886	797	708	642	618
15:00	556	616	671	705	697	746	794	775	679	585	507	503
16:00	410	489	517	534	550	602	630	615	511	413	354	352
17:00	217	306	327	348	369	408	437	415	315	216	138	133
18:00	0	63	138	164	184	220	235	206	120	20	0	0
19:00	0	0	1	22	48	63	62	39	2	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

**Irradiancia mensual por horas con una inclinación de 35 grados.**

En las tablas anteriores podemos observar la irradiancia que obtenemos anualmente para las distintas inclinaciones y tenemos que para la inclinación de 35 obtenemos un total de 68086 W/m<sup>2</sup>, para la inclinación de 30 nos da 67788 W/m<sup>2</sup> y para la de 25 obtenemos 67056 W/m<sup>2</sup>. La diferencia entre las distintas inclinaciones no es demasiado amplia, especialmente entre las de 35 y 30 grados, aunque sí que es ligeramente superior la de 35 grados.

Con estos resultados podríamos concluir que la inclinación óptima para la instalación es la de 35 grados como, además nos indicada PVGIS, sin embargo viendo la poca diferencia de irradiancia que hemos obtenido entre la inclinación de 30 y de 35 grados, vamos a seleccionar la inclinación de 30 grados porque son las que se comercializan principalmente en el mercado de este tipo de instalaciones, es decir lo que nos ahorraríamos en producción de energía con la inclinación de 35 grados, lo acabaríamos perdiendo a la hora de obtener una estructura con esta inclinación debido a que nos tendrían que fabricar especialmente o en su defecto buscar una estructura ajustable, pero en cualquiera de las dos opciones tendríamos que invertir más dinero que para una de 30 grados que son las que se comercializan.

## 1.4. RECEPTORES DE LA INSTALACIÓN



**Tubo de led de 36 Watios.**



**Ordenador de mesa.**



**Impresora Epson.**



**Proyector Vivitek.**



**Monitor interactivo.**



**Microondas.**



**Congelador de arcón.**



**Nevera grande.**



**Máquina de aire acondicionado de Daitsu.**



**Fotocopiadora Ricoh.**

En las imágenes anteriores podemos ver varios de los distintos receptores que tiene el colegio, a continuación, se hará una breve descripción de su uso y distribución.

Todas las luminarias del colegio son tubos de led de 36W y tiene un total de 280 tubos que se dividen en: 8 tubos en todas las aulas, 3 tubos en todos los aseos de los alumnos, 2 tubos en todos los aseos de los profesores, 20 tubos en el comedor y 10 tubos en el edificio donde se encuentra conserjería y la sala de profesores.

En el colegio tenemos un aula de informática con 25 ordenadores, además cada aula tiene su ordenador para el profesor correspondiente y en el edificio de profesores hay 5 ordenadores más que hace un total de 50 unidades.

Todas las aulas del colegio cuentan con su proyector para facilitar las explicaciones al profesorado, así que tenemos un total de 20 proyectores.

Para finalizar los receptores referidos a aparatos audiovisuales, el colegio cuenta con 5 impresoras, 2 monitores interactivos y una televisión ubicada en el edificio de profesores.

En la zona de comedor podemos encontrar varios receptores eléctricos entre los que se encuentran: 3 microondas, 2 lavavajillas grandes, 2 congeladores de arcón, 2 campanas extractoras, 2 hornos eléctricos, 2 neveras grandes y una cafetera doble.

Para finalizar, en el edificio de conserjería y la sala de profesores tenemos 3 máquinas Split de aire, 1 fotocopiadora de tóner y una televisión, además de lo que ya se ha nombrado anteriormente.

RECEPTORES	POTENCIA UNIDAD (W)	CANTIDAD	POTENCIA TOTAL (W)
TUBO DE LED	36	280	10080
ORDENADOR	230	50	11500
IMPRESORA	200	5	1000
PROYECTOR	275	20	5500
MONITOR INTERACTIVO	300	2	600
MICROONDAS	850	3	2550
LAVAVAJILLAS	3500	2	7000
CONGELADOR	300	2	600
CAMPANA EXTRACTORA	150	2	300
HORNO ELÉCTRICO	1000	2	2000
NEVERA	350	2	700
AIRE ACONDICIONADO	1000	3	3000
CAFETERA	1200	1	1200
FOTOCOPIADORA	900	1	900
TELEVISIÓN	250	1	250
<b>TOTAL</b>	<b>10541</b>	<b>376</b>	<b>47180</b>

**Potencia eléctrica receptores.**

## 1.5. CONSUMOS DE LA INSTALACIÓN

En este apartado se describe el consumo de todos los receptores según sus necesidades, es decir se tiene en cuenta cada mes, cada hora, si es día laborable o lectivo, etc.

En primer lugar, el colegio tiene un total de 20 aulas normales, 1 de informática y 3 de usos especiales y todas ellas se encuentran en el edificio principal, además en este mismo edificio tenemos la zona de comedor que contiene bastantes receptores eléctricos, por último, en este edificio contamos con un total de 8 aseos. Por otro lado, la conserjería y la sala de profesores se encuentra en el otro edificio del colegio.

Ahora que ya sabemos la distribución del colegio será necesario establecer las horas de funcionamiento de cada receptor, y para eso es necesario conocer el horario lectivo del centro.

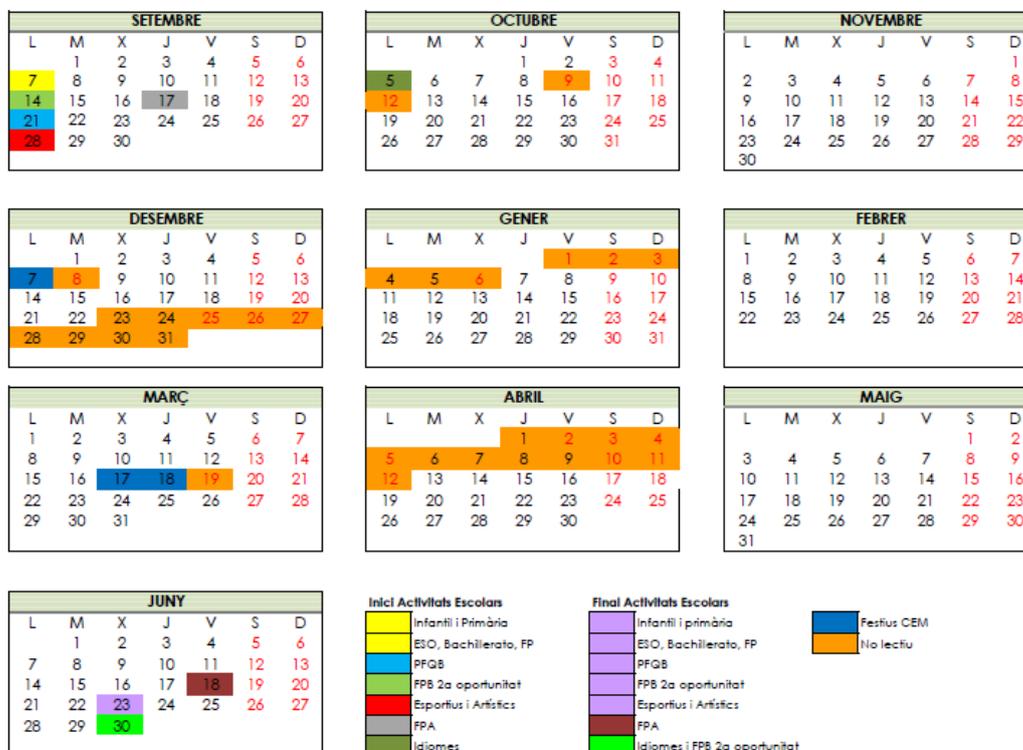


Ajuntament de Sagunt

### CALENDARI ESCOLAR 2020 - 2021

Resolució de 29 de maig de 2020. DOGV 18352 (03/06/2020)  
CEM 18/06/2020

Acord JGL 26/06/2020. Autorització Direcció Territorial pendent



Calendario lectivo del colegio 2020/2021.

En el calendario anterior podemos observar todos los días lectivos y no lectivos que presenta cada mes, de esta forma podemos separar los consumos mensuales en 2 periodos: días lectivos y días no lectivos, en el caso de julio y agosto será el mismo consumo debido a que no tienen días lectivos. Por otro lado, necesitamos conocer el horario que permanece abierto el centro, en este caso nos encontramos con un colegio que tiene jornada continua, es decir el horario de clases es: De 9:00 a 14:00 con media hora de recreo a las 11:15, además el comedor está abierto de 14:00 a 15:00 (los meses de septiembre y junio no hay servicio de comedor), aunque desde las 13:00 ya se empieza a preparar la comida y a partir de las 15:00 se friegan todos los utensilios y se limpia bien todo el comedor. Por último, las limpiadoras tienen su jornada de limpieza en el colegio de 16:00 a 18:00.

Con toda esta información ya podemos ir diseñando los consumos mes a mes con las consideraciones oportunas, por ejemplo, los tubos de led funcionarán todas las horas en las que están ocupadas las aulas, los ordenadores y los proyectores solamente en horas lectivas, etc. En lo que respecta a días no lectivos, tendremos siempre un consumo residual de los receptores, además durante el curso están en funcionamiento constante las neveras y los congeladores del comedor.

<b>ENERO</b>			
<b>DÍA</b>	<b>Nº DÍAS</b>	<b>CONSUMO DIARIO (kWh)</b>	<b>CONSUMO MENSUAL (kWh)</b>
<b>LECTIVO</b>	17	162,1	2755,7
<b>NO LECTIVO</b>	14	36	504
<b>TOTAL</b>	31	198,1	3259,7

**Consumo mensual enero.**

<b>FEBRERO</b>			
<b>DÍA</b>	<b>Nº DÍAS</b>	<b>CONSUMO DIARIO (kWh)</b>	<b>CONSUMO MENSUAL (kWh)</b>
<b>LECTIVO</b>	20	162,1	3242
<b>NO LECTIVO</b>	8	36	288
<b>TOTAL</b>	28	198,1	3530

**Consumo mensual febrero.**

<b>MARZO</b>			
<b>DÍA</b>	<b>Nº DÍAS</b>	<b>CONSUMO DIARIO (kWh)</b>	<b>CONSUMO MENSUAL (kWh)</b>
<b>LECTIVO</b>	20	159,9	3198
<b>NO LECTIVO</b>	11	36	396
<b>TOTAL</b>	31	195,9	3594

**Consumo mensual marzo.**

ABRIL			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	14	157,1	2199,4
NO LECTIVO	16	36	576
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>193,1</b>	<b>2775,4</b>

Consumo mensual abril.

MAYO			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	21	163,7	3437,7
NO LECTIVO	10	36	360
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>199,7</b>	<b>3797,7</b>

Consumo mensual mayo.

JUNIO			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	20	131,4	2628
NO LECTIVO	10	18	180
<b>TOTAL</b>	<b>30</b>	<b>149,4</b>	<b>2808</b>

Consumo mensual junio.

JULIO			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	0	12	0
NO LECTIVO	31	12	372
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>372</b>

Consumo mensual julio.

AGOSTO			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	0	12	0
NO LECTIVO	31	12	372
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>372</b>

Consumo mensual agosto.

SEPTIEMBRE			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	18	131,4	2365,2
NO LECTIVO	12	18	216
<b>TOTAL</b>	30	149,4	2581,2

Consumo mensual septiembre.

OCTUBRE			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	20	163,7	3274
NO LECTIVO	11	36	396
<b>TOTAL</b>	31	199,7	3670

Consumo mensual octubre.

NOVIEMBRE			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	21	157,1	3299,1
NO LECTIVO	9	36	324
<b>TOTAL</b>	30	193,1	3623,1

Consumo mensual noviembre.

DICIEMBRE			
DÍA	Nº DÍAS	CONSUMO DIARIO (kWh)	CONSUMO MENSUAL (kWh)
LECTIVO	14	159,9	2238,6
NO LECTIVO	17	36	612
<b>TOTAL</b>	31	195,9	2850,6

Consumo mensual diciembre.

RESUMEN CONSUMOS MENSUALES DÍAS LECTIVOS (kWh)												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
1:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
2:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
3:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
4:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
5:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
6:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
7:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
8:00	6,2	6,2	5,8	5,4	6,5	4,3	0,5	0,5	4,3	6,5	5,4	5,8
9:00	20,8	20,8	20,6	20,1	21,2	20,4	0,5	0,5	20,4	21,2	20,1	20,6
10:00	20,3	20,3	20,5	20,1	21,2	20,4	0,5	0,5	20,4	21,2	20,1	20,5
11:00	12,6	12,6	12,3	12,2	12,3	11,1	0,5	0,5	11,1	12,3	12,2	12,3
12:00	20,8	20,8	20,6	20,1	21,2	20,4	0,5	0,5	20,4	21,2	20,1	20,6
13:00	20,8	20,8	20,6	20,1	21,2	20,4	0,5	0,5	20,4	21,2	20,1	20,6
14:00	10,4	10,4	10,1	9,7	10,7	7,3	0,5	0,5	7,3	10,7	9,7	10,1
15:00	17,4	17,4	16,8	17,2	16,9	5,1	0,5	0,5	5,1	16,9	17,2	16,8
16:00	5,9	5,9	5,9	5,7	5,9	5,9	0,5	0,5	5,9	5,9	5,7	5,9
17:00	5,9	5,9	5,7	5,5	5,6	5,6	0,5	0,5	5,6	5,6	5,5	5,7
18:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
19:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
20:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
21:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
22:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
23:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5

Consumos mensuales días lectivos.

RESUMEN CONSUMOS MENSUALES DÍAS NO LECTIVOS (kWh)												
HORA	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
0:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
1:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
2:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
3:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
4:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
5:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
6:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
7:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
8:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
9:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
10:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
11:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
12:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
13:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
14:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
15:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
16:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
17:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
18:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
19:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
20:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
21:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
22:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5
23:00	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,75	0,5	0,5	0,75	1,5	1,5	1,5

Consumos mensuales días no lectivos.

## 1.6. PRODUCCIÓN GENERADA

Una vez analizado el consumo, nos disponemos a calcular la producción generada por el conjunto de placas de 340 W pico cada uno de los meses del año para ajustar después el número de placas necesario en nuestra instalación teniendo en cuenta que los excedentes de generación que se produzcan nos proporcionarán un beneficio.

Las placas solares están hechas para una base de 1000 W/m<sup>2</sup>, así que tomamos ese valor y lo usaremos en la siguiente fórmula para obtener la máxima potencia que nos dará cada placa. El número de placas lo obtendremos posteriormente.

$$P_p = \frac{\text{Irradiancia} * \text{Potencia nominal} * \text{Pérdidas}}{1000}$$

Donde:

$P_p$  es la potencia real producida por la placa (W).

Irradiancia es el valor máximo de la irradiancia global en un plano fijo para inclinación de 30 grados (W/m<sup>2</sup>).

La potencia nominal es la propia potencia de la placa de la instalación (W).

Dividimos el valor obtenido entre 1000 debido a que la potencia pico se obtiene para 1000 W/m<sup>2</sup> y 25 grados de temperatura. Además, multiplicamos el valor obtenido por 0,82 para contemplar el 18% de pérdidas de producción debido a caídas de tensiones, suciedad en las placas, temperatura de trabajo distinta de 25 grados y en general por no trabajar en el punto de máxima potencia.

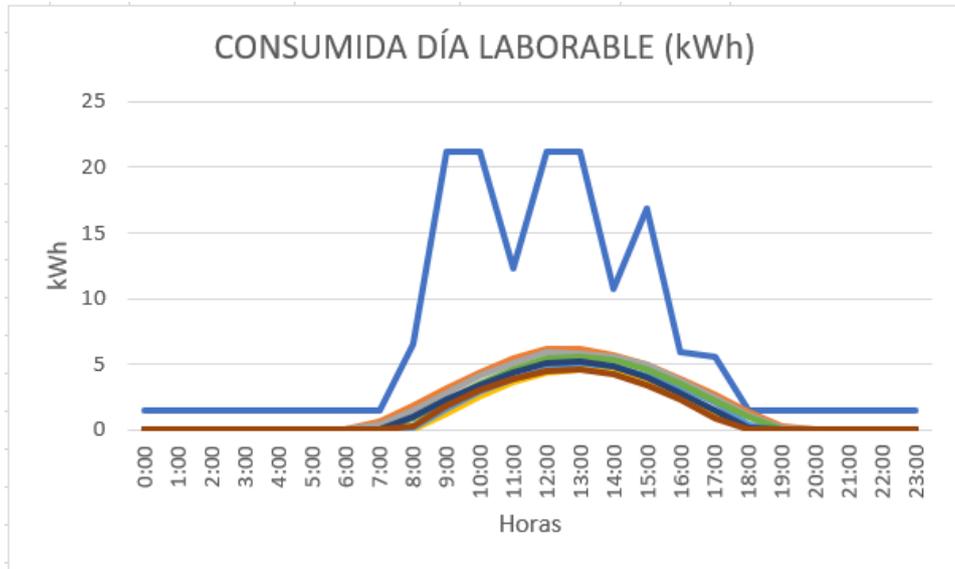
$$\text{Potencia máxima producida placa} = \frac{933 * 340 * 0.82}{1000} = 260.12 \text{ W}$$

Ahora calcularemos la potencia total producida por todas las placas que nos interesaría tener en la instalación para cubrir la demanda de los días laborales. El número de placas se ha ajustado para que cubra la mayor parte posible de la curva de demanda de un día laboral que comprende el mayor porcentaje del año.

$$\text{Potencia máxima producida total} = 260.12 * 120 = 31214.4 \text{ W}$$

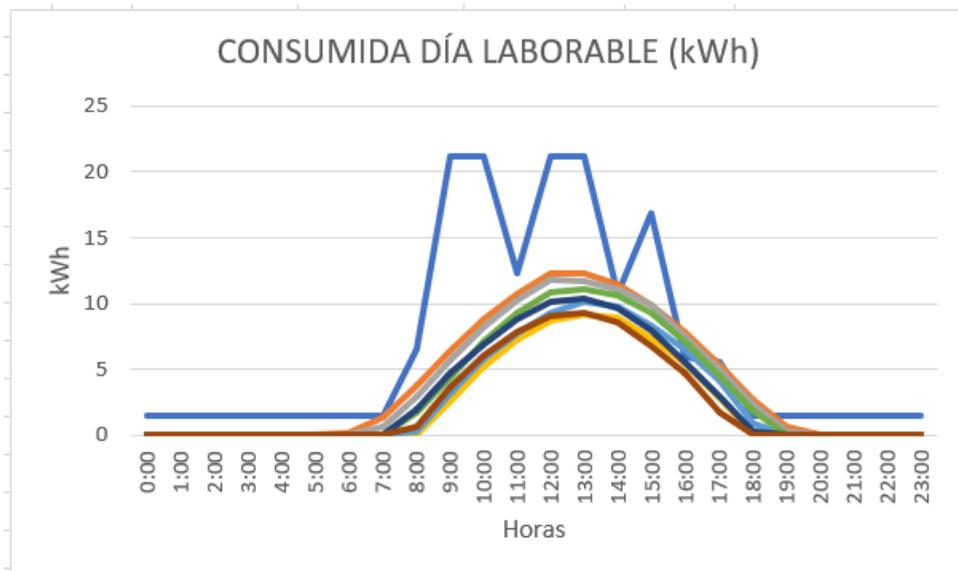
A continuación, vamos a realizar una comparación de las distintas curvas de producción de cada mes con la curva de consumo de un día laborable.

Para 25 placas tenemos:



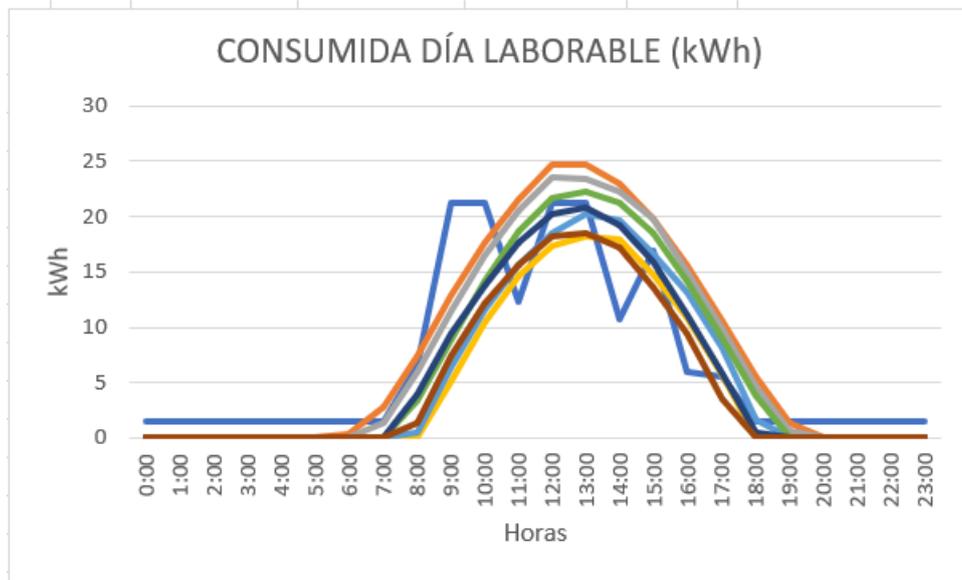
Consumida vs generada para 25 placas.

Para 50 placas tenemos:



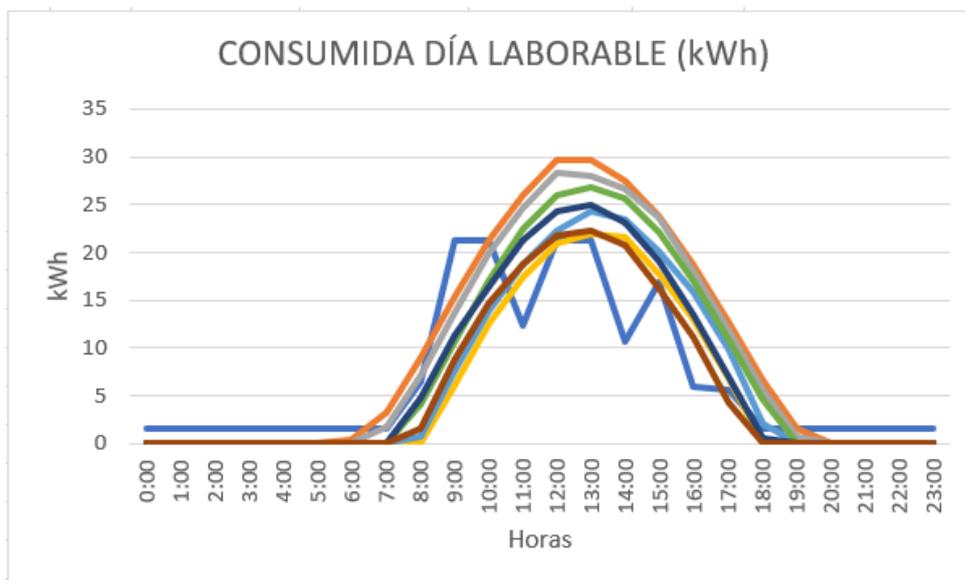
Consumida vs generada para 50 placas.

Para 100 placas tenemos:



Consumida vs generada para 100 placas.

Para 120 placas tenemos:



Consumida vs generada para 120 placas.

Como hemos podido observar, para 25 placas no cubrimos ni un cuarto de la energía consumida en un día laborable, para 50 placas no llegamos ni a cubrir la mitad de la demanda, sin embargo, para 100 placas cumplimos en cierta medida en algunos meses con las necesidades que nos exige el consumo y ya para 120 obtenemos el número ideal para nuestra instalación sin pasarnos de una generación del 30% de excedentes.

## 1.7. ELECCIÓN DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO

Los elementos de la instalación fotovoltaica que se encargan de producir la energía eléctrica mediante energía solar son los módulos fotovoltaicos. Normalmente están fabricados de silicio cristalino que es el caso del panel solar elegido para esta instalación, pero también podemos encontrar algunos fabricados de arseniuro de galio con una mejor eficiencia y por supuesto con un mayor precio.

Por otro lado, dentro de los fabricados con silicio podemos encontrar: monocristalinos, policristalinos que tienen una eficiencia un poco menor, pero también un menor coste, y por último los de silicio amorfo que son los más económicos y los menos eficientes.

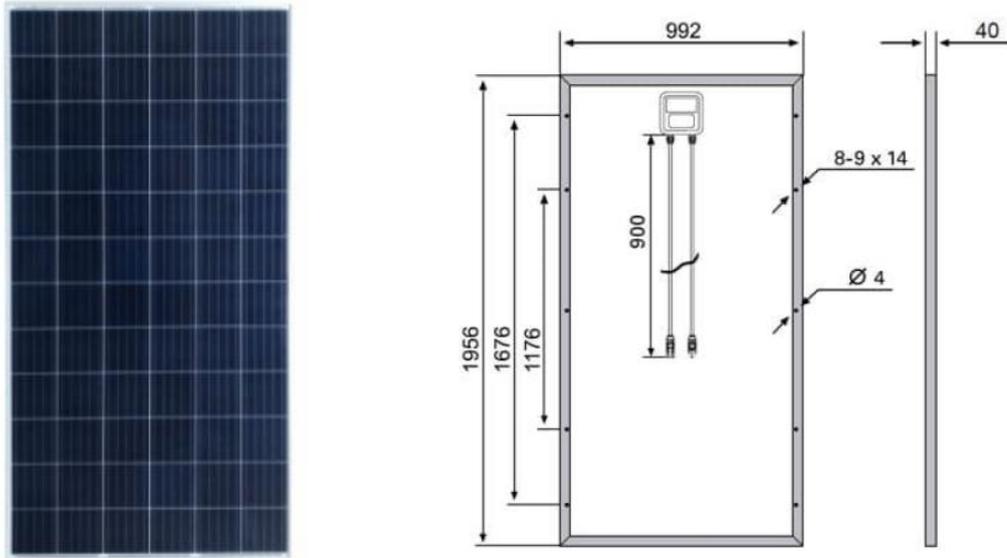
La construcción de las placas está hecha mediante distintas células solares que se conectan en serie y en paralelo y así obtener la tensión de salida requerida. Lo más normal es encontrar placas con tensiones de 12 y 24 Voltios nominales. Las condiciones ideales de trabajo de las placas son 1000W/m<sup>2</sup> y 25°C, pero como hemos comentado anteriormente, los módulos fotovoltaicos sufren unas pérdidas debidas a distintas características como son: la suciedad en las placas, distinta radiación solar, etc.

Para esta instalación se ha utilizado el módulo fotovoltaico de silicio cristalino compuesto por 72 células del fabricante ERA que tiene una potencia de 340W y una tensión de salida de 24V. A continuación, se muestra una comparativa de 3 paneles solares distintos y la justificación de la elección de éste.

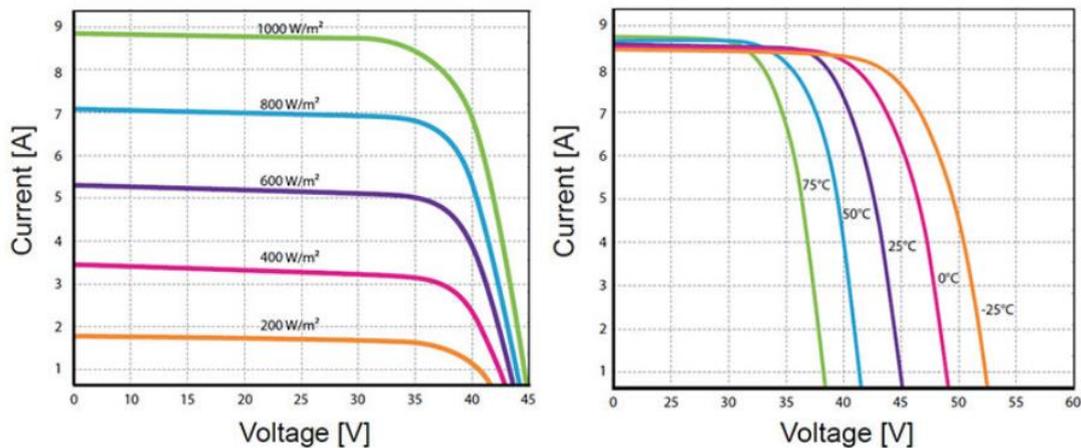
Modelo de panel	PANEL ERA	PANEL TALESUN	PANEL AMERISOLAR
Potencia del panel solar	340W	330W	330W
Tipo de célula del panel solar	Policristalino	Policristalino	Policristalino
Dimensiones del panel solar	1956*992*40 mm	1960*992*40 mm	1956*992*50 mm
Tensión de máxima potencia	38,5V	37,3V	37,3V
Corriente en cortocircuito ISC	9,45A	9,27A	9,26A
Eficiencia del módulo	17,50%	17%	17,01%
Amperios máximos de salida IMP	8,84A	8,85A	8,85A
Tensión en circuito abierto	46,4V	46,1V	45,9V
Voltaje de trabajo del panel solar	24V	24V	24V
Garantía de potencia del panel	25 años	25 años	25 años
Coste del panel solar en euros	103,35	107,99	106,45
Coste Wp/euro	0,304	0,327	0,323

Comparativa de distintos paneles solares.

Como podemos observar en la tabla se ha hecho una comparativa entre tres paneles solares distintos. Los paneles se han consultado a través del distribuidor Autosolar que nos ofrecía un 15% de descuento en las placas solares con un pedido mínimo de 50 placas. A pesar de que poseen características muy similares, finalmente, el elemento elegido ha sido el panel del fabricante ERA puesto que nos ofrece un menor coste por Watio pico y una eficiencia algo mayor.



Placa elegida con sus dimensiones en mm.



Curvas características de la placa elegida.

## 1.8. DISPOSICIÓN DE LOS PANELES SOLARES

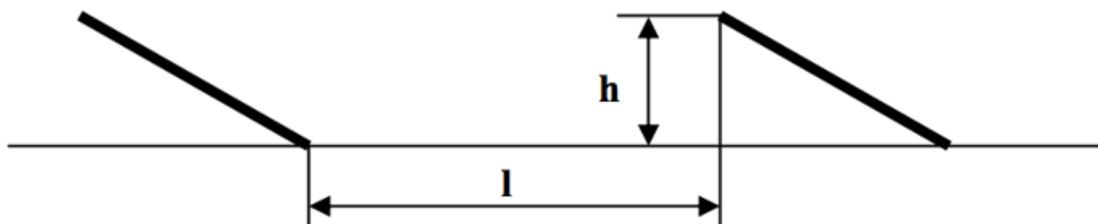
Como se ha comentado en la introducción, la disposición de los paneles se hará en la zona de los huertos del colegio debido a que en los tejados del colegio no existen buenas superficies y suficiente espacio para ello, de este modo se utilizará un huerto con buena extensión situado al lado de los campos de deporte del patio. Se limpiará primero todo el huerto eliminando los arbustos y hierbas que pueda haber en la zona.

Respecto a la inclinación de los paneles ya hemos comentado anteriormente que se va a utilizar la inclinación de 30° y un azimut de 0°. A continuación, usaremos los cálculos necesarios para obtener la separación entre filas mínima para no tener sombras y poder obtener el número de filas correspondientes. Por otro lado, la disposición de los paneles en el terreno no va a ser la normal o típica, se van a colocar por filas, pero con distinto

número de paneles por cada fila, dado que el terreno no tiene una orientación exacta de 90°, por supuesto, esto no va a afectar a la configuración de la instalación, es decir que la instalación eléctrica de los paneles e inversores no se va a ver afectada por la distribución que se haga de estos en el terreno.

<b>Latitud</b>	<b>29°</b>	<b>37°</b>	<b>39°</b>	<b>41°</b>	<b>43°</b>	<b>45°</b>
<b>k</b>	<b>1,6</b>	<b>2,246</b>	<b>2,475</b>	<b>2,747</b>	<b>3,078</b>	<b>3,487</b>

**Factor K según su latitud.**



<b>SUPERFICIE HUERTO</b>	<b>1000 m2</b>
<b>DIMENSIONES PLACAS</b>	<b>1956 x 992 mm = 2 x 1 m</b>
<b>LATITUD</b>	<b>39 grados</b>
<b>K</b>	<b>2,475</b>
<b>INCLINACIÓN</b>	<b>30 grados</b>

$$h = 2 \cdot \text{sen}(30^\circ) = 1 \rightarrow 1 \text{ metros.}$$

$$m = 2 \cdot \text{cos}(30^\circ) = 1.730 \rightarrow 1.73 \text{ metros.}$$

$$l = k \cdot h = 2.475 \cdot 1 = 2.475 \rightarrow 2.475 \text{ metros.}$$

Se distribuirán varias filas con distintas placas por fila. Para cada fila será necesario:

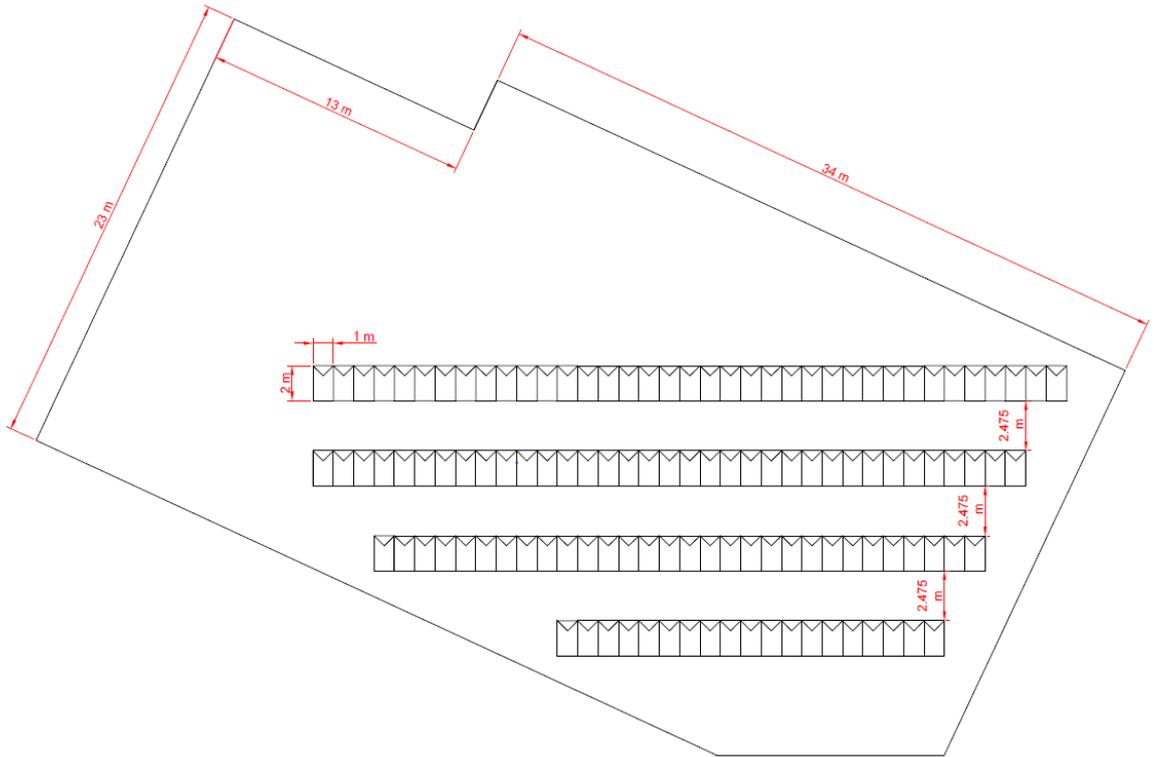
$$\text{Ancho} = l + m = 2.475 + 1.73 = 4.21 \text{ metros.}$$

$$\text{Largo fila 1} = 18 * 1 = 18 \text{ metros.}$$

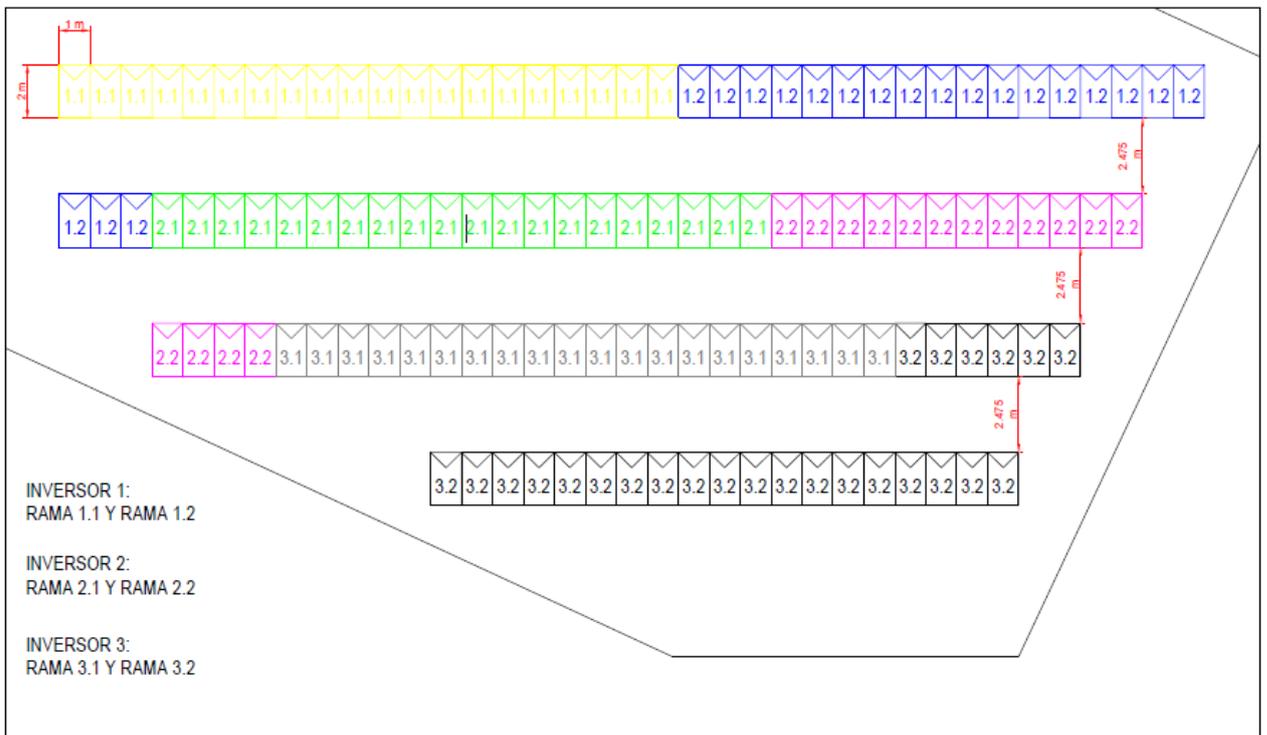
$$\text{Largo fila 2} = 30 * 1 = 30 \text{ metros.}$$

$$\text{Largo fila 3} = 35 * 1 = 35 \text{ metros.}$$

$$\text{Largo fila 4} = 37 * 1 = 37 \text{ metros.}$$



**Distribución de los paneles solares en el huerto.**



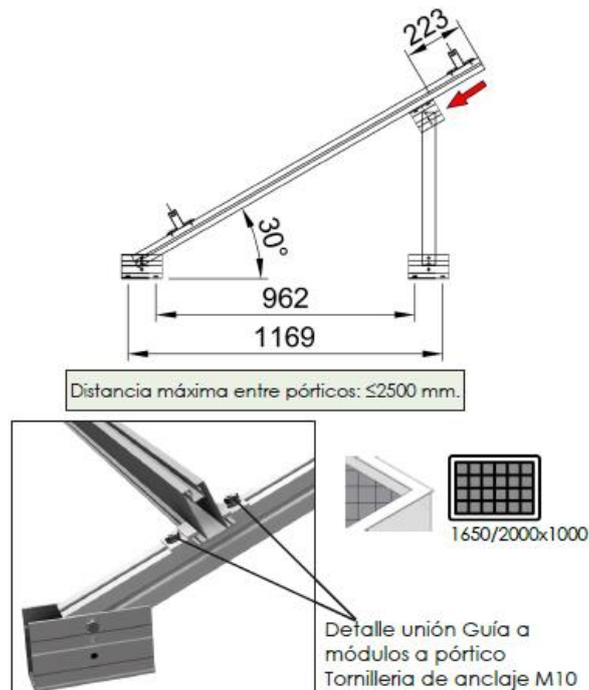
**Conexión de los paneles solares en serie y ramas en paralelo.**

Para la disposición de los paneles en el terreno se van a utilizar unas estructuras que cuentan con una inclinación de 30 grados y agrupan los paneles de tres en tres, de forma que será necesarias 40 estructuras de este tipo para la disposición de los 120 paneles. Las estructuras son FV915 de 30 grados para suelo del proveedor Autosolar que nos las ofertan con un gran descuento.

ESTRUCTURAS:



**Estructuras metálicas para agrupación de tres módulos.**



**Detalle del montaje mecánico para una posición óptima.**

## 1.9. ELECCIÓN DE LOS INVERSORES

Para la elección de los inversores es necesario conocer la potencia máxima instalada en el campo fotovoltaico. En nuestro caso tenemos placas de 340 Watios, pero realmente en ningún momento van a generarse esos 340 Watios en las placas debido a que éstas están diseñadas para trabajar con unas condiciones óptimas de 1000 W/m<sup>2</sup> y según los valores de irradiancia obtenidos, lo máximo que vamos a tener en nuestra zona son 933 W/m<sup>2</sup> y solamente en un mes determinado del año. De este modo, lo máximo que va a producir una placa son 317,22 Watios y en nuestro campo tenemos 120 placas. Aún así se tendrán en cuenta los 340 Watios ya que el inversor tiene mayor potencia de entrada de campo FV.

A continuación, se puede observar una tabla comparativa entre 3 inversores distintos del fabricante Fronius y proporcionados por el distribuidor Autosolar que nos ofreció un descuento del 10% en estos productos.

Modelo de inversor	FRONIUS 8.2.3-M	FRONIUS 12.5-3-M	FRONIUS 17.5-3-M
Potencia pr unidad en Watios	8200	12500	17500
Potencia total en Watios	32800	37500	35000
Número de unidades	4	3	2
Precio por unidad en euros	1752,89	2330,76	2254,64
Precio total en euros	7011,56	6992,28	4509,28
Coste total W/euro	0,213767073	0,1864608	0,128836571

Comparativa de distintos inversores.

Tras estudiar las distintas posibilidades que se nos ofrecían, la decisión tomada fue la de optar por instalar el inversor Fronius de 12500 Watios (12.5-3-M). Viendo la tabla comparativa, lo normal sería pensar que se ha elegido el inversor Fronius 17.5-3-M debido a su bajo coste, sin embargo, nos interesa tener la instalación lo más dividida posible debido a cualquier fallo que puede tener cualquier inversor y así disponer en funcionamiento los otros, por este mismo motivo, lo primero que hice fue descartar la instalación de un solo inversor y posteriormente de dos inversores. Por otro lado, la diferencia de precio con el inversor Fronius 8.2.3-M es mínima y todavía dividiríamos más la instalación, sin embargo, con la opción elegida tenemos más potencia disponible en caso de querer aumentar nuestra instalación en un futuro.

### Datos del inversor elegido:

- Potencia de salida del inversor: 12.5 KW
- Rango de potencias campo FV: 18.8 KW
- Rango de tensiones de entrada pico: 320-800 V
- Tensión máxima de entrada: 1000 V
- Corriente de entrada pico: 43.5 A

## 1.10. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para realizar el cálculo del número máximo de placas de la instalación, hemos observado el consumo medio de todos los meses. Obviamente es más desfavorable días laborables. Lo primero ha sido calcular la potencia necesaria del inversor a través de la potencia producida por el campo fotovoltaico y por eso se ha seleccionado el anteriormente mencionado.

Lo primero que hay que hacer es determinar el número de placas máximo que admite el inversor:

$$\text{N}^{\circ}\text{placas por inversor} = \frac{\text{Potencia entrada FV}}{\text{Potencia pico placa}}$$

$$\text{N}^{\circ}\text{placas admitidas max} = \frac{18800}{340} = 55.29 \rightarrow 55 \text{ placas}$$

Por lo tanto, nuestro inversor admite como máximo 55 placas.

A continuación, hay que averiguar cuántas placas podemos conectar en serie al inversor, esto se hará mediante el menor de los dos cocientes siguientes:

**Número de placas en serie:**

$$\text{N}^{\circ}\text{placas en serie 1} = \frac{\text{Tensión de trabajo inversor}}{\text{Tensión pico placa}}$$

$$\text{N}^{\circ}\text{placas en serie 1} = \frac{800}{38.5} = 20.78$$

$$\text{N}^{\circ}\text{placas en serie 2} = \frac{\text{Tensión máxima de entrada inversor}}{\text{Tensión en circuito abierto placa}}$$

$$\text{N}^{\circ}\text{placas en serie 2} = \frac{1000}{46.4} = 21.55$$

Por lo tanto, nos quedamos con 20 placas en serie ya que es el menor de las dos restricciones impuestas.

$$\text{Tensión pico trabajo} = \text{N}^{\circ}\text{placas en serie} * \text{Tensión pico placa}$$

$$\text{Tensión pico trabajo} = 20 * 38.5 = 770 \text{ V}$$

Una vez obtenido el número de placas a conectar en serie, podemos calcular el número de líneas en paralelo a conectar:

**Número de placas en paralelo:**

$$\text{N}^\circ \text{ líneas paralelo} = \frac{\text{N}^\circ \text{placas}}{\text{N}^\circ \text{placas en serie}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ líneas paralelo} = \frac{55}{20} = 2.75$$

Por lo tanto, obtenemos 2 líneas en paralelo. De este modo, cada inversor tiene 2 líneas conectadas en paralelo con 20 placas conectadas en serie cada una de ellas que hacen un total de 40 placas por inversor, valor inferior a las 55 placas que soporta como máximo dicho inversor.

**Número total de placas:**

$$\begin{aligned} \text{N}^\circ \text{ placas} &= \text{N}^\circ \text{ líneas paralelo} \cdot \text{N}^\circ \text{ placas serie} = 20 \cdot 2 = 40 \text{ placas} \\ &< 55 \text{ admitidas por el inversor.} \end{aligned}$$

$$\text{Potencia instalada por inversor} = \text{N}^\circ \text{ placas} \cdot \text{Potencia pico placa} = 40 \cdot 340 = 13600 \text{ Wp}$$

Por último, se debe comprobar que no superamos la corriente máxima admitida por el inversor:

$$I_{\text{max admisible}} = \text{N}^\circ \text{ líneas paralelo} * \text{Intensidad pico placa}$$

$$I_{\text{max}} = 2 * 8.85 = 17.7 \text{ A} < 18 \text{ A} \text{ que son los máximos admitidos por el inversor.}$$

Finalmente, la instalación se compone de tres inversores de 12,5 kW cada uno, que tienen conectadas 2 líneas en paralelo de 20 placas en serie cada una. Esto nos hace una instalación de 120 placas fotovoltaicas de 340 Wp como habíamos comentado anteriormente. De esta forma, repartimos la instalación en tres inversores y si falla alguno tenemos otros dos operativos además de la red eléctrica. Por otro lado, tenemos margen de sobra en cada inversor en caso de que queramos ampliar la instalación fotovoltaica.

## 1.11. ESTUDIO DE LA DEMANDA Y LA PRODUCCIÓN

En este apartado se va a realizar una comparación entre la energía que se nos demanda y la energía producida por las placas fotovoltaicas. Se va a realizar la comparación con unas tablas y gráficas tanto de los días lectivos como de los días no lectivos, pero ahora solo se va a mostrar un mes de ejemplo y el resto de los meses podrán contemplarse en los anexos para que no sea muy redundante.

En las tablas podemos observar la energía consumida, la energía generada por las placas fotovoltaicas, la energía ahorrada y los excedentes. Tal y como se ha comentado anteriormente, la energía consumida se ha calculado con el Excel según los días de cada mes, la época del año y las horas lectivas, la energía generada es la que producen las placas fotovoltaicas según la irradiancia de cada hora y cada mes y teniendo en cuenta las distintas pérdidas que se producen.

En las distintas gráficas podrán observarse ambas curvas donde también se apreciarán los excedentes producidos en cada mes que nos serán útiles más adelante en el estudio económico de amortización.

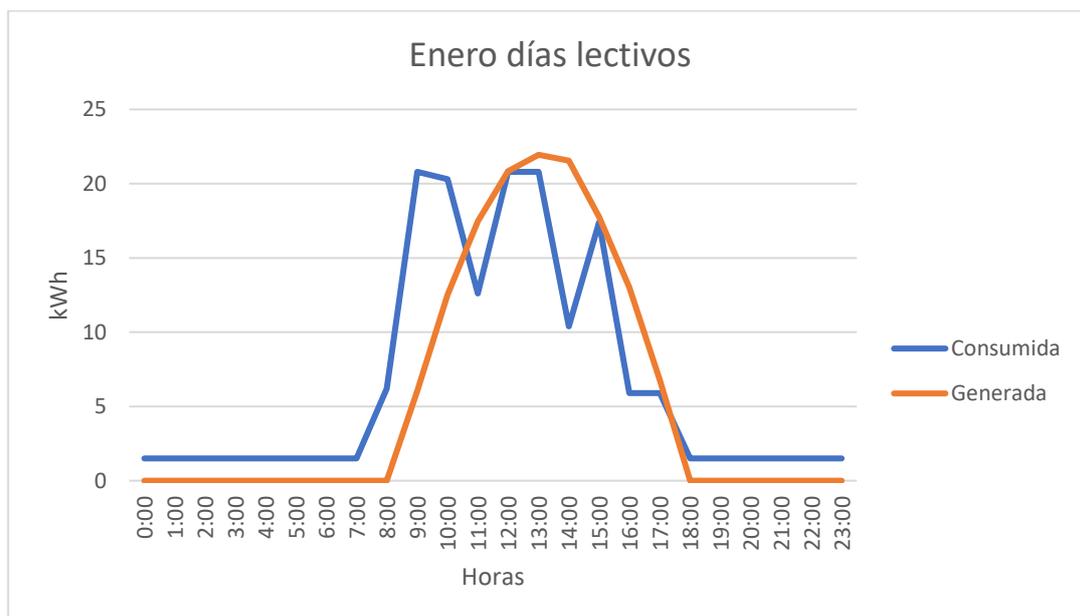
Respecto a los excedentes y a la energía ahorrada tenemos:

$$\text{Excedentes} = \text{Energía generada} - \text{Energía consumida}$$

$$\text{E. ahorrada} = \text{Generada} - \text{Excedentes}$$

ENERO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	6,2	0	0	0
9:00	20,8	6,055536	6,055536	0
10:00	20,3	12,512544	12,512544	0
11:00	12,6	17,464032	12,6	4,864032
12:00	20,8	20,843088	20,8	0,043088
13:00	20,8	21,947136	20,8	1,147136
14:00	10,4	21,545664	10,4	11,145664
15:00	17,4	17,765136	17,4	0,365136
16:00	5,9	13,014384	5,9	7,114384
17:00	5,9	6,758112	5,9	0,858112
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>162,1</b>	<b>137,905632</b>	<b>112,36808</b>	<b>25,537552</b>

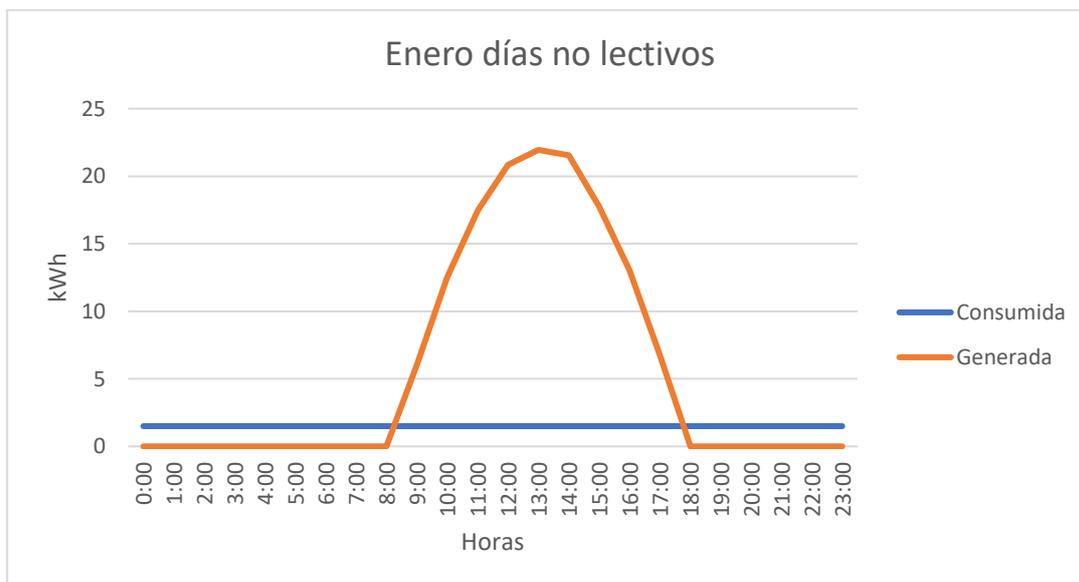
Balance de energía días lectivos de enero.



Consumo vs producción días lectivos de enero.

ENERO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	1,5	0	0	0
9:00	1,5	6,055536	1,5	4,555536
10:00	1,5	12,512544	1,5	11,012544
11:00	1,5	17,464032	1,5	15,964032
12:00	1,5	20,843088	1,5	19,343088
13:00	1,5	21,947136	1,5	20,447136
14:00	1,5	21,545664	1,5	20,045664
15:00	1,5	17,765136	1,5	16,265136
16:00	1,5	13,014384	1,5	11,514384
17:00	1,5	6,758112	1,5	5,258112
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>137,905632</b>	<b>13,5</b>	<b>124,405632</b>

Balance de energía días no lectivos de enero.



Consumo vs producción días no lectivos de enero.

## 1.12. ESTUDIO DE AUTOCONSUMO

En este apartado se va a analizar el ahorro energético que se produce mensual y anualmente según la discriminación horaria de la tarifa 3P en la que el precio del kWh es distinto según la hora del día, además del cálculo de excedentes producidos también mensual y anualmente.

Los 3 periodos de facturación que podemos encontrar son:

Entre semana:

- Periodo punta (P1): 10:00-14:00 horas y 18:00-22:00 horas.
- Periodo llano (P2): 8:00-10:00 horas, 14:00-18:00 y 22:00-24:00 horas.
- Periodo valle (P3): 00:00-08:00 horas.

Fin de semana:

- Periodo valle (P3): 00:00-24:00 horas.

Según el periodo de facturación en el que nos encontremos, tendremos un precio distinto del kWh, de esta forma los precios serán los siguientes:

- Periodo punta (P1): 0,23 euros/kWh
- Periodo llano (P2): 0,14 euros/kWh
- Periodo valle (P3): 0,12 euros/kWh

Mes	Energía ahorrada (kWh)			Ahorro económico (euros)
	Punta	Llano	Valle	
Enero	1158,113248	806,144112	135	395,4262227
Febrero	1392,35392	959,28	125,35296	469,5829568
Marzo	1465,189808	1091,4128	133,304784	505,7880219
Abril	1108,544416	872,100672	182,888256	399,0059005
Mayo	1656,9	1280,78496	237,908496	588,9459139
Junio	1491,624288	888,15552	119,408832	481,7444189
Julio	71,152224	66	83,016224	35,5669584
Agosto	66	66	69,5	32,76
Septiembre	1312,248288	765,880992	89,035296	419,7246806
Octubre	1449,191648	1123,85408	140,720976	507,5401674
Noviembre	1408,128288	974,687952	135	476,5258195
Diciembre	973,147936	663,396896	108	329,6595907
Total anual	13552,59406	9557,697984	1559,135824	4642,270651

Energía ahorrada según discriminación horaria.

En la tabla anterior podemos observar la energía ahorrada en cada periodo de facturación según el mes y el total anual de todos los meses en cada periodo. Como es normal, el mayor porcentaje de energía ahorrada lo obtenemos en el periodo punta, debido a que es cuando mayor consumo presenta el colegio. En la otra cara de la moneda tenemos la energía ahorrada en el periodo valle, debido a que los fines de semana prácticamente no presenta actividad el colegio. Tras obtener la energía de todos los periodos, podemos obtener el ahorro económico que obtenemos mensualmente en nuestra factura y el total anual, esto lo conseguimos multiplicando los kWh por el precio que presentan en cada periodo concreto y sumando los tres periodos posteriormente. El ahorro económico nos será muy útil en el apartado de estudio económico para obtener en cuántos años estaremos amortizando nuestra instalación.

Por otro lado, también tenemos los excedentes que se producen cuando la energía producida es superior a la consumida:

<b>Mes</b>	<b>Excedentes (kWh/mes)</b>	<b>Beneficio (euros)</b>
<b>Enero</b>	2175,817232	130,5490339
<b>Febrero</b>	1963,29344	117,7976064
<b>Marzo</b>	3113,905664	186,8343398
<b>Abril</b>	4135,562336	248,1337402
<b>Mayo</b>	3810,55464	228,6332784
<b>Junio</b>	4668,09024	280,0854144
<b>Julio</b>	7314,624592	438,8774755
<b>Agosto</b>	6926,735728	415,6041437
<b>Septiembre</b>	3872,981664	232,3788998
<b>Octubre</b>	2448,059168	146,8835501
<b>Noviembre</b>	1697,63976	101,8583856
<b>Diciembre</b>	2242,205952	134,5323571
<b>Total anual</b>	44369,47042	2662,168225

#### **Energía excedentaria mensual.**

En la tabla podemos observar los excedentes producidos mensualmente y su correspondiente beneficio económico que se obtiene multiplicando la energía excedentaria por el precio del kWh excedentario que actualmente viene siendo unos 0.06 euros/kWh. Estos valores también nos serán útiles posteriormente a la hora de realizar la amortización de la instalación para poder ver cuándo recuperamos el dinero invertido.

## 1.13. SECCIONES DE CABLEADO Y PROTECCIONES

Este es uno de los apartados más importantes de la instalación ya que, la integridad de objetos, personas y animales depende de lo segura que sea dicha instalación. Para realizar los cálculos de secciones y protecciones, se ha consultado tanto la ITC-BT-40 del reglamento electrotécnico de baja tensión como el pliego de condiciones técnicas del IDAE. El reglamento nos indica que la intensidad que circula por los cables se sobredimensionará un 125%, respecto a las caídas de tensión, se ha seguido las indicaciones del IDAE porque el reglamento no especifica nada respecto a la parte de corriente continua. En la parte de continua (conexión entre placas y desde las placas hasta el inversor) tendremos una caída máxima de tensión del 1.5% y la parte de alterna (desde el inversor hasta el cuadro) un 3%. El cable utilizado para la instalación será el RV-K que es especial para fotovoltaica y el conductor de cobre.

En primer lugar, se calculan las secciones de cada tramo:

Para corriente continua utilizamos:

$$S = \frac{2 * I * L}{Y * U}$$

Para corriente alterna utilizamos:

$$S = \frac{\sqrt{3} * I * L}{Y * U}$$

-S: Es la sección del conductor a calcular en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>).

-I: Es la intensidad que circula por el conductor en amperios (A).

-L: Es la longitud de tramo del conductor en metros (m)

-Y: Es la conductividad del conductor, siendo 56 por ser cobre.

-U: Es la caída de tensión producida en el cable en voltios (V).

Los cálculos se han realizado en Excel con las anteriores fórmulas. A continuación, se muestra una tabla con todos los datos y resultados obtenidos:

GRUPO	LONG (m)	I. TEÓR (A)	I. REAL (A)	C. TENSIÓN (%)	SECCIÓN (mm)
Rama 1.1-Caja string	28	8,84	11,05	11,55	0,956709957
Rama 1.2-Caja string	33	8,84	11,05	11,55	1,12755102
Rama 2.1-Caja string	33	8,84	11,05	11,55	1,12755102
Rama 2.2-Caja string	38	8,84	11,05	11,55	1,298392084
Rama 3.1-Caja string	38	8,84	11,05	11,55	1,298392084
Rama 3.2-Caja string	43	8,84	11,05	11,55	1,469233148
Caja string-Inversor 1	2	17,68	22,1	11,55	0,136672851
Caja string-Inversor 2	2	17,68	22,1	11,55	0,136672851
Caja string-Inversor 3	2	17,68	22,1	11,55	0,136672851
Inversores-CGMP	40	18	22,5	6	5,357142857

Secciones calculadas de los distintos tramos.

Como podemos observar en la tabla anterior, las secciones que obtenemos para la conexión entre placas a través de las cajas string son muy pequeñas, inferiores a 1,5 mm<sup>2</sup> incluso la más desfavorable por mayor distancia en metros, por lo que podríamos usar esta sección, pero en la práctica vamos a utilizar una sección de **4 mm<sup>2</sup>** ya que las placas ya vienen con un tramo de cable de esta sección. Respecto al tramo entre las cajas string y el inversor, observamos que la sección es muy pequeña debido a que la distancia es realmente cercana, pero en la práctica también vamos a utilizar una sección de **4 mm<sup>2</sup>** para este tramo. Finalmente, en el tramo desde el inversor hasta el cuadro de protecciones obtenemos una sección inferior a 6 mm<sup>2</sup>. Pero en la práctica vamos a utilizar una sección de **10 mm<sup>2</sup>** debido a que es lo mínimo permitido en la ITC-BT-14 del reglamento electrotécnico de baja tensión.

A continuación, se va a comprobar que la caída de tensión cumple con lo establecido en el IDAE y en el reglamento electrotécnico de baja tensión.

$$U = \frac{2 * I * L}{Y * E * S}$$

-S: Es la sección del conductor a calcular en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>).

-I: Es la intensidad que circula por el conductor en amperios (A).

-L: Es la longitud de tramo del conductor en metros (m)

-Y: Es la conductividad del conductor, siendo 56 por ser cobre.

-U: Es la caída de tensión producida en el cable en porcentaje (%).

-E: Es la tensión del tramo en voltios (V).

GRUPO	LONG (m)	I. TEÓR (A)	I. REAL (A)	TENSIÓN (V)	C. TENSIÓN (%)
Rama 1.1-Caja string	28	8,84	11,05	770	0,287012987
Rama 1.2-Caja string	33	8,84	11,05	770	0,338265306
Rama 2.1-Caja string	33	8,84	11,05	770	0,338265306
Rama 2.2-Caja string	38	8,84	11,05	770	0,389517625
Rama 3.1-Caja string	38	8,84	11,05	770	0,389517625
Rama 3.2-Caja string	43	8,84	11,05	770	0,440769944
Caja string-Inversor 1	2	17,68	22,1	770	0,041001855
Caja string-Inversor 2	2	17,68	22,1	770	0,041001855
Caja string-Inversor 3	2	17,68	22,1	770	0,041001855
Inversores-CGMP	40	18	22,5	400	0,046753247

#### Caídas de tensión de los distintos tramos.

Como podemos observar en la tabla anterior, las secciones utilizadas cumplen con el criterio de caída máxima de tensión anteriormente comentado ya que, en continua es siempre inferior al 1.5% y en alterna es inferior al 3%.

A continuación, se van a calcular las protecciones tanto en el tramo de continua como en el de alterna. En la parte de continua utilizaremos fusibles y para eso es necesario seguir la ITC-BT-19 y la ITC-BT-22 del reglamento:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1.45 * I_z$$

I<sub>b</sub>: Intensidad de diseño.

I<sub>n</sub>: Intensidad nominal.

I<sub>z</sub>: Intensidad admisible.

I<sub>2</sub>: Intensidad de actuación de protección.

En la parte de continua tenemos una sección de 4 mm<sup>2</sup> que según la tabla de intensidades máximas admisibles soportaría 38 A:

$$8.87 \leq I_n \leq 38$$

Por lo tanto, usaremos fusibles de corriente nominal de 10 A y ahora comprobamos la segunda condición.

$$I2 \leq 1.45 * Iz$$

$$I2 = 1.9 * In$$

$$I2 = 1.9 * 10 = 19 \text{ A}$$

$$19 \leq 1.45 * 38 \leq 55.1 \text{ A}$$

Como podemos observar, los fusibles elegidos cumplen con las dos condiciones de restricción impuestas en el reglamento, por lo que necesitaremos un total de **6 fusibles de 10 A de intensidad nominal y tipo gPV**.

En la parte de alterna que va desde el inversor hasta el cuadro, tenemos una sección de 10 mm<sup>2</sup> ya que es lo mínimo exigido por el reglamento y soporta una intensidad máxima de 57 A. Por lo tanto, necesitaremos un interruptor magnetotérmico de 32A para proteger la línea de 10 mm<sup>2</sup> y un interruptor diferencial de 40A ya que, el reglamento nos indica que debe ser de igual o superior intensidad que el magnetotérmico.

Por lo tanto, necesitaremos **3 interruptores magnetotérmicos tetrapolares de 32A y tres interruptores diferenciales tetrapolares de 40A con una sensibilidad de 300mA**.



## 1.14. PUESTA A TIERRA

Este apartado también es muy importante porque está relacionado con el punto anterior de protecciones y determina la seguridad física de personas, objetos y animales. Según nos dice la instrucción técnica ITC-BT-18: *“La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna, de la parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.”*

Según el reglamento, como nos encontramos ante un terreno cultivable poco fértil, el valor de la resistividad del terreno es de 500 Ohm\*m, es necesario clavar 2 picas de 2 metros de longitud cada una y utilizar 6 metros de conductor enterrado. Con estos valores obtenemos una k= 0.577 y a continuación, realizamos el cálculo:

$$R \text{ pica vertical} = \frac{\text{resistividad} * k}{N^{\circ} \text{ picas} * L \text{ picas}}$$

$$R \text{ pica vertical} = \frac{(500 \text{ Ohm} * m) * 0.577}{2 * 2} = 72.125 \text{ Ohm}$$

$$R \text{ conductor enterrado} = \frac{\text{resistividad} * 2}{L \text{ picas}}$$

$$R \text{ conductor enterrado} = \frac{500 * 2}{6} = 166.67 \text{ ohm}$$

$$R \text{ puesta tierra} = \frac{R \text{ pica vertical} * R \text{ conductor enterrado}}{R \text{ pica vertical} + R \text{ conductor enterrado}}$$

$$R \text{ puesta tierra} = \frac{72.125 \text{ ohm} * 166.67 \text{ ohm}}{72.125 \text{ ohm} + 166.67 \text{ ohm}} = 50.34 \text{ ohm}$$

Una vez obtenemos la resistencia de puesta a tierra y sabiendo que la corriente de defecto es de 300 mA, podemos obtener la tensión de defecto que según el reglamento no debe ser superior a 24 V.

$$\text{Tensión de defecto} = \text{Corriente de defecto} * \text{Resistencia puesta tierra}$$

$$\text{Tensión de defecto} = 300 \text{ mA} * 50.34 \text{ V} = 15.102 \text{ V}$$

Podemos ver como la tensión es inferior a los 24 voltios que nos indica el reglamento.

## 1.15. AHORRO DE EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Este es uno de los apartados más interesantes del trabajo, debido a la necesidad de cuidar el medioambiente y combatir con el fenómeno del cambio climático que tantos problemas nos está produciendo a nivel mundial cada día. Cada kWh que se genera con paneles solares fotovoltaicos nos permite ahorrarnos la emisión de 1000 gramos de CO<sub>2</sub> mediante las centrales de carbón, en el caso de centrales de gas estaríamos hablando de 500 gramos de CO<sub>2</sub> cada kWh generado. Necesitamos calcular la energía total producida por las placas en un año.

Mes	Producción mensual (kWh/mes)
Enero	4275,074592
Febrero	4440,28032
Marzo	5803,813056
Abril	6299,09568
Mayo	6986,148096
Junio	7167,27888
Julio	7534,79304
Agosto	7128,235728
Septiembre	6040,14624
Octubre	5161,825872
Noviembre	4215,456
Diciembre	3986,750784
Total anual	69038,89829

Producción de energía mensual.

### Central de carbón:

$$\text{Ahorro anual de CO}_2 = 69038.9 \text{ kWh} * \frac{1\text{Kg}}{\text{kWh}} = 69038.9 \text{ Kg/año}$$

### Central de gas:

$$\text{Ahorro anual de CO}_2 = 69038.9 \text{ kWh} * \frac{0.5\text{Kg}}{\text{kWh}} = 34519.45 \text{ Kg/año}$$

## 1.16. ESTUDIO ECONÓMICO

Para la realización del estudio económico hay que tener en cuenta el estudio de autoconsumo que hemos comentado en uno de los apartados anteriores, es decir es necesario conocer la energía ahorrada en la factura y la energía excedentaria que obtenemos mensual y anualmente. Además, es necesario conocer los precios de facturación y venta de excedentes.

Entre semana:

- Periodo punta (P1): 10:00-14:00 horas y 18:00-22:00 horas.
- Periodo llano (P2): 8:00-10:00 horas, 14:00-18:00 y 22:00-24:00 horas.
- Periodo valle (P3): 00:00-08:00 horas.

Fin de semana:

- Periodo valle (P3): 00:00-24:00 horas.

Según el periodo de facturación en el que nos encontremos, tendremos un precio distinto del kWh, de esta forma los precios serán los siguientes:

- Periodo punta (P1): 0,23 euros/kWh
- Periodo llano (P2): 0,14 euros/kWh
- Periodo valle (P3): 0,12 euros/kWh

Según el periodo en que nos encontremos, multiplicamos la cantidad de energía obtenida por el precio correspondiente de dicho periodo.

Mes	Energía ahorrada (kWh)			Ahorro económico (euros)
	Punta	Llano	Valle	
Enero	1158,113248	806,144112	135	395,4262227
Febrero	1392,35392	959,28	125,35296	469,5829568
Marzo	1465,189808	1091,4128	133,304784	505,7880219
Abril	1108,544416	872,100672	182,888256	399,0059005
Mayo	1656,9	1280,78496	237,908496	588,9459139
Junio	1491,624288	888,15552	119,408832	481,7444189
Julio	71,152224	66	83,016224	35,5669584
Agosto	66	66	69,5	32,76
Septiembre	1312,248288	765,880992	89,035296	419,7246806
Octubre	1449,191648	1123,85408	140,720976	507,5401674
Noviembre	1408,128288	974,687952	135	476,5258195
Diciembre	973,147936	663,396896	108	329,6595907
<b>Total anual</b>	<b>13552,59406</b>	<b>9557,697984</b>	<b>1559,135824</b>	<b>4642,270651</b>

**Energía ahorrada según discriminación horaria.**

Mes	Excedentes (kWh/mes)	Beneficio (euros)
Enero	2175,817232	130,5490339
Febrero	1963,29344	117,7976064
Marzo	3113,905664	186,8343398
Abril	4135,562336	248,1337402
Mayo	3810,55464	228,6332784
Junio	4668,09024	280,0854144
Julio	7314,624592	438,8774755
Agosto	6926,735728	415,6041437
Septiembre	3872,981664	232,3788998
Octubre	2448,059168	146,8835501
Noviembre	1697,63976	101,8583856
Diciembre	2242,205952	134,5323571
<b>Total anual</b>	<b>44369,47042</b>	<b>2662,168225</b>

#### Energía excedentaria mensual.

A continuación, vamos a calcular la rentabilidad de la instalación teniendo en cuenta el dinero invertido y la amortización anual de dicha instalación.

Año	Coficiente	Beneficio obtenido	Beneficio acumulado
1	1	7304,438876	7304,438876
2	0,992	7246,003365	14550,44224
3	0,984	7187,567854	21738,0101
4	0,976	7129,132343	28867,14244
5	0,968	7070,696832	35937,83927
6	0,96	7012,261321	42950,10059
7	0,952	6953,82581	49903,9264
8	0,944	6895,390299	56799,3167
9	0,936	6836,954788	63636,27149
10	0,928	6778,519277	70414,79077

#### Amortización de la instalación.

Como podemos observar en la tabla anterior, se ha calculado el beneficio obtenido en un año a través del ahorro económico de la factura y de la venta de excedentes para poder calcular el número de años en los que se habrá amortizado la instalación. Es importante tener en cuenta que el beneficio obtenido no será lineal con el paso de los años, sino que irá disminuyendo cada año debido a que el rendimiento de las placas también irá disminuyendo, en concreto y según el fabricante, disminuirá un 25% tras 20 años, esto equivale a un 0,8 anual. Tras esto, se obtiene que habremos recuperado el dinero invertido entre el quinto y sexto año, aproximadamente en 5 años y medio.

## 1.17. BIBLIOGRAFÍA

Localización del colegio:

<https://www.google.es/maps/place/Col%C2%B7legi+P%C3%BAblic+Baladre/@39.6710889,-0.2407395,321m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0xd6015eaa7c3f0ff:0xd98a6b81a60115a5!8m2!3d39.6718747!4d-0.2416864>

Climatología de Sagunto:

<https://es.weatherspark.com/y/42639/Clima-promedio-en-Sagunto-Espa%C3%B1a-durante-todo-el-a%C3%B1o>

PVGIS:

[https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg\\_tools/es/#MR](https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR)

Elementos de la instalación:

<https://autosolar.es/pdf/ERA-340w.pdf>

<https://autosolar.es/pdf/Ficha-Tecnica-Fronius-Symo.pdf>

<https://www.cablesrct.com/productos/cables-por-material/cables-pvc/170-0-6-1kv/1058-rv-k-0-6-1kv#documentos>

<https://www.poweralia.com/cdnassets/pdf/fusibles-cilindricos-fotovoltaicos.pdf>

[file:///C:/Users/usuario/Downloads/CPH440M\\_Caracter%C3%ADsticas\\_t%C3%A9cnicas.pdf](file:///C:/Users/usuario/Downloads/CPH440M_Caracter%C3%ADsticas_t%C3%A9cnicas.pdf)

General:

*Apuntes de la asignatura de Instalaciones Eléctricas de Energías Renovables.*

*Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE*

# PRESUPUESTO

En el presupuesto se han calculado todos los importes sin el IVA que se añade en el final de dicho presupuesto. Para obtener los precios más económicos posibles, me he puesto en contacto con distintos proveedores y he optado por lo más asequible para la instalación, consiguiendo buenos descuentos especialmente del proveedor Autosolar en material fotovoltaico.

**MATERIAL FOTOVOLTAICO:**

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNIDAD (euros)	PRECIO TOT (euros)
Panel solar 340W 24V policristalino ERA	120	103,35	12402
Inversor Fronius 12.5-3-M 12500W	3	2330,76	6992,28
Estructura de suelo 3 paneles FV-14V	40	173,09	6923,6
<b>TOTAL MATERIAL FOTOVOLTAICO</b>	-	-	26317,88

**MATERIAL ELÉCTRICO:**

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNIDAD (euros)	PRECIO TOT (euros)
Línea de cable RV-K 0,6/1kV 4mm2	438	1,25	547,5
Línea de cable RV-K 0,6/1kV 10mm2	120	4,2	504
Fusible 10A Gpv	6	9,8	58,8
Portafusible para fusible Gpv	6	6,81	40,86
Interruptor magnetotérmico 4P 32A	3	23,14	69,42
Interruptor diferencial 4P 40A 300mA	3	31,26	93,78
<b>TOTAL MATERIAL ELÉCTRICO</b>	-	-	1314,36

**MANO DE OBRA Y BENEFICIO:**

ELEMENTO	UNIDADES	PRECIO UNIDAD (euros)	PRECIO TOT (euros)
Mano de obra de la instalación	2	750	1500
Beneficio propio industrial	1	2914	2914
<b>TOTAL MANO DE OBRA Y BENEFICIO</b>	-	-	4414

**RESUMEN DEL PRESUPUESTO:**

CAPÍTULO	IMPORTE
<b>MATERIAL FOTOVOLTAICO</b>	26317,88
<b>MATERIAL ELÉCTRICO</b>	1314,36
<b>MANO DE OBRA</b>	1500
<b>BENEFICIO INDUSTRIAL</b>	2914
<b>TOTAL SIN IVA</b>	32046,24
<b>TOTAL CON IVA</b>	38775,95

Coste del Wpico:

$$\text{Coste Wpico} = \frac{\text{Coste total de la instalación (euros)}}{\text{Potencia pico de las placas (Wattios)}}$$

$$\text{Coste Wpico} = \frac{38775.95 \text{ euros}}{40800 \text{ Wattios}} = 0.95 \text{ euros/Watiopico}$$

Como podemos observar, ha salido un precio bastante razonable ya que está cercano al euro por Wpico que es lo que suelen costar este tipo de instalaciones.

# PLIEGO DE CONDICIONES

## **1. OBJETO**

Son objeto de este Pliego de Condiciones todos los trabajos de los diferentes oficios, necesarios para la total realización del proyecto, incluidos todos los materiales y medios auxiliares, así como la definición de la Normativa Legal a la que están sujetos todos los procesos y las personas que intervienen en la obra, y el establecimiento previo de unos criterios y medios con los que se puede estimar y valorar las obras realizadas.

En determinados supuestos, para los proyectos se podrán adoptar, por la propia naturaleza de lo mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo. Se debe valorar la calidad final de la instalación en cuanto a su rendimiento, producción e integración.

## **2. GENERALIDADES**

Los documentos contractuales que definen las obras y que la propiedad entregará al Contratista, son la memoria, los planos, Pliego de Condiciones y presupuesto, que se incluyen en el presente trabajo, así como las condiciones que se establezcan en el contrato que se deberá suscribir.

Serán de aplicación todas las normativas que afecten a instalaciones solares fotovoltaicas, y en particular las siguientes:

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.

## **3. DEFINICIONES**

### **3.1 Radiación solar**

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

### 3.1.2 Irradiancia

Densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie. Se mide en kW/m<sup>2</sup>.

### 3.1.3 Irradiación

Energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en kWh/m<sup>2</sup>, o bien en MJ/m<sup>2</sup>.

## 3.2 Instalación

### 3.2.1 Instalaciones fotovoltaicas

Aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica sin ningún paso intermedio.

### 3.2.2 Instalaciones fotovoltaicas interconectadas

Aquellas que disponen de conexión física con las redes de transporte o distribución de energía eléctrica del sistema, ya sea directamente o a través de la red de un consumidor.

### 3.2.3 Línea y punto de conexión y medida

La línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan las instalaciones fotovoltaicas con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

### 3.2.4 Interruptor automático de la interconexión

Dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

### 3.2.5 Interruptor general

Dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

### 3.2.6 Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

### 3.2.7 Rama fotovoltaica

Subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

### 3.2.8 Inversor

Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna. También se denomina ondulator.

### 3.2.9 Potencia nominal del generador

Suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

### 3.2.10 Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal

Suma de la potencia nominal de los inversores (la especificada por el fabricante) que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

## 3.3 Módulos

### 3.3.1 Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

### 3.3.2 Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman la instalación.

### 3.3.3 Módulo o panel fotovoltaico

Conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

### 3.3.4 Condiciones Estándar de Medida (CEM)

Condiciones de irradiancia y temperatura en la célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares y definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar: 1000 W/m<sup>2</sup>
- Distribución espectral: AM 1,5 G
- Temperatura de célula: 25 °C

### 3.3.5 Potencia pico

Potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

### 3.3.6 TONC

Temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m<sup>2</sup> con distribución espectral AM 1,5 G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento, de 1 m/s.

## 3.4 Integración arquitectónica

- Elementos de sombreado Cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o en la fachada.

## 4. DISEÑO

### 4.1 Diseño del generador fotovoltaico

#### 4.1.1 Generalidades

4.1.1.1 El módulo fotovoltaico seleccionado cumple las especificaciones del apartado 5.2.

4.1.1.2 Todos los módulos que integren la instalación son del mismo modelo, o en el caso de modelos distintos, el diseño garantiza totalmente la compatibilidad entre ellos y la ausencia de efectos negativos en la instalación por dicha causa.

4.1.2 Orientación e inclinación y sombras

4.1.2.1 La orientación e inclinación del generador fotovoltaico y las posibles sombras sobre el mismo son tales que las pérdidas son inferiores a los límites de la tabla I.

## **5. GENERALIDADES**

5.1.1 Como principio general se asegura, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico clase I en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores y cajas), exceptuando el cableado de continua, que es de doble aislamiento de clase 2 y un grado de protección mínimo de IP65.

5.1.2 La instalación incorpora todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad del suministro eléctrico.

5.1.3 El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no provoca en la red averías, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa que resulte aplicable.

5.1.4 Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no dará origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

5.1.5 Los materiales situados en intemperie se protegen contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

5.1.6 Se incluyen todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resultan de la aplicación de la legislación vigente.

5.1.7 En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluyen las fotocopias de las especificaciones técnicas proporcionadas por el fabricante de todos los componentes.

5.1.8 Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. De los mismos están en castellano y además, si procede, en alguna de las lenguas españolas oficiales del lugar de la instalación.

5.2 Sistemas generadores fotovoltaicos

5.2.1 Los módulos fotovoltaicos incorporan el marcado CE, según la Directiva 2006/95/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros sobre el material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión.

Además, cumplen la norma UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE,

sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos, y la norma UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.

5.2.2 El módulo fotovoltaico lleva de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

5.2.3 Se utilizan módulos que se ajustan a las características técnicas descritas a continuación.

5.2.3.1 Los módulos llevan los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

5.2.3.2 Los marcos laterales, si existen, son de aluminio o acero inoxidable.

5.2.3.3 Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidas a condiciones estándar están comprendidas en el margen del  $\pm 3 \%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

5.2.3.4 Es rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos.

### 5.3 Estructura soporte

5.3.1 Las estructuras soporte cumplen las especificaciones de este apartado. En todos los casos se da cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.

5.3.2 La estructura soporte de módulos resiste, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación.

5.3.3 El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permite las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

5.3.4 Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico son suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se producen flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

5.3.5 El diseño de la estructura se realiza para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.

5.3.6 La estructura se protege superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se lleva a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

5.3.7 La tornillería es realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admiten tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que son de acero inoxidable.

5.3.8 Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojan sombra sobre los módulos.

5.3.9 Se disponen las estructuras soporte necesarias para montar los módulos, tanto sobre superficie plana (terraza) como integrados sobre tejado, cumpliendo lo especificado en el punto 4.1.2 sobre sombras. Se incluyen todos los accesorios y bancadas y/o anclajes.

5.3.10 La estructura soporte es calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

#### 5.4 Inversores

5.4.1 Son del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

5.4.2 Las características básicas de los inversores son las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutados.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionan en isla o modo aislado.

La caracterización de los inversores se hace según las normas siguientes:

- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia.

Procedimiento para la medida del rendimiento.

- IEC 62116. Testing procedure of islanding prevention measures for utility interactive photovoltaic inverters.

5.4.3 Los inversores cumplen con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas son certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como micro cortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Adicionalmente, cumplen con la Directiva 2004/108/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de diciembre de 2004, relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

5.4.4 Cada inversor dispone de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorpora los controles automáticos imprescindibles que aseguran su adecuada supervisión y manejo.

## 5.6 Conexión a red

5.6.1 Todas las instalaciones de hasta 100 kW cumplen con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículos 8 y 9) sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

## 5.7 Medidas

5.7.1 Todas las instalaciones cumplen con el Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

## 5.8 Protecciones

5.8.1 Todas las instalaciones cumplen con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 11) sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.8.2 En conexiones a la red trifásicas las protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 Hz y 49 Hz respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente) son para cada fase.

## 5.9 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

5.9.1 Todas las instalaciones cumplen con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

5.9.2 Cuando el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico no se realiza mediante un transformador de aislamiento, se explica en la Memoria de Diseño o Proyecto los elementos utilizados para garantizar esta condición.

5.9.3 Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

## 5.10 Medidas de seguridad

5.10.1 Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que están conectadas a la red, están equipadas con un sistema de protecciones que garantiza su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturban el correcto funcionamiento de las redes a las que están conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

5.10.2 Las centrales fotovoltaicas están dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producen sobretensiones que pueden causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados cumplen los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

## **6. RECEPCIÓN Y PRUEBAS**

6.1 El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.

6.2 Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos han superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levanta oportuna acta que se adjunta con los certificados de calidad.

6.3 Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

6.3.1 Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.

6.3.2 Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.

6.3.3 Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.

6.4 Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:

6.4.1 Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.

6.4.2 Retirada de obra de todo el material sobrante.

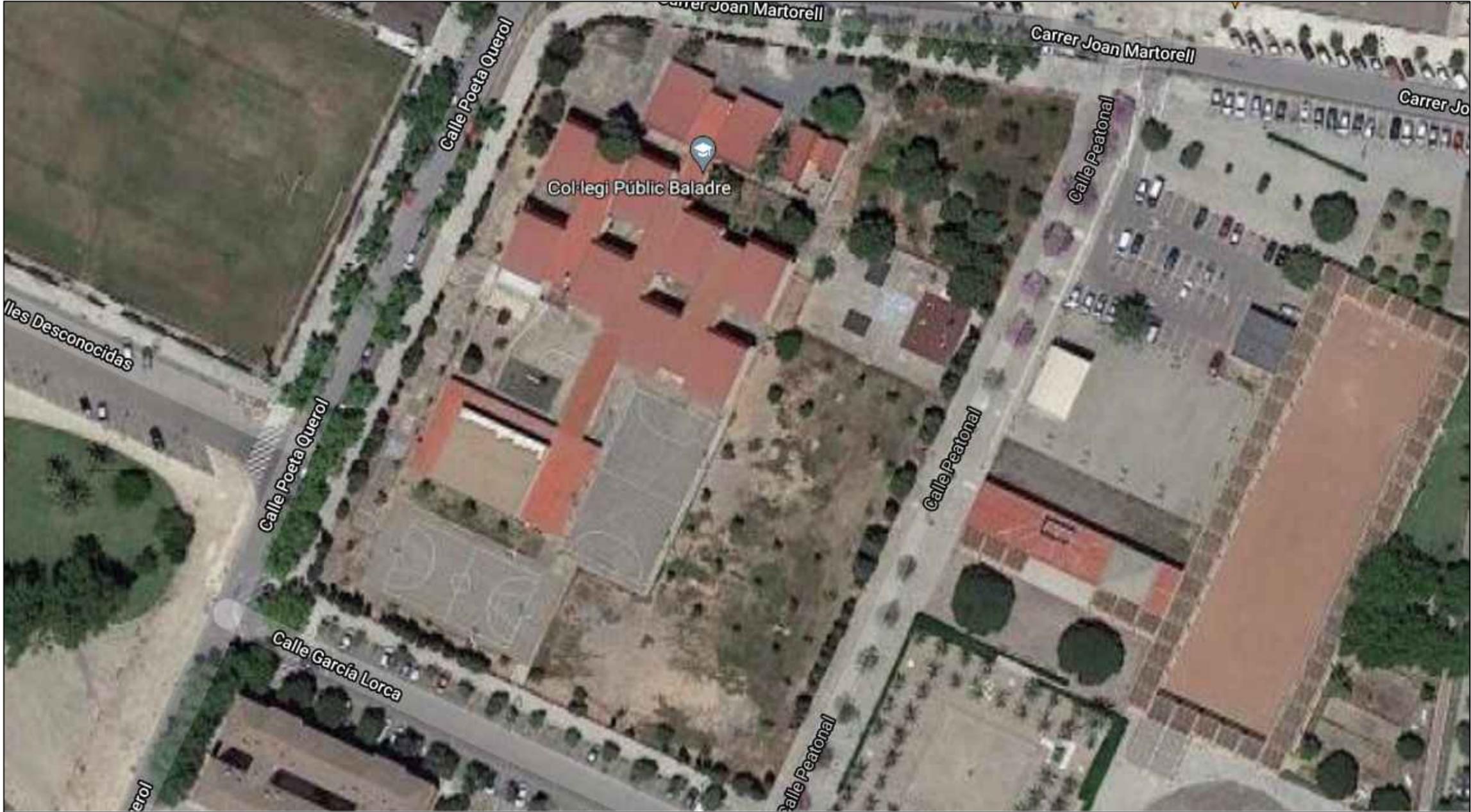
6.4.3 Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

6.5 Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

6.6 Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, están protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía mínima será de 10 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

6.7 No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se aprecia que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

# PLANOS



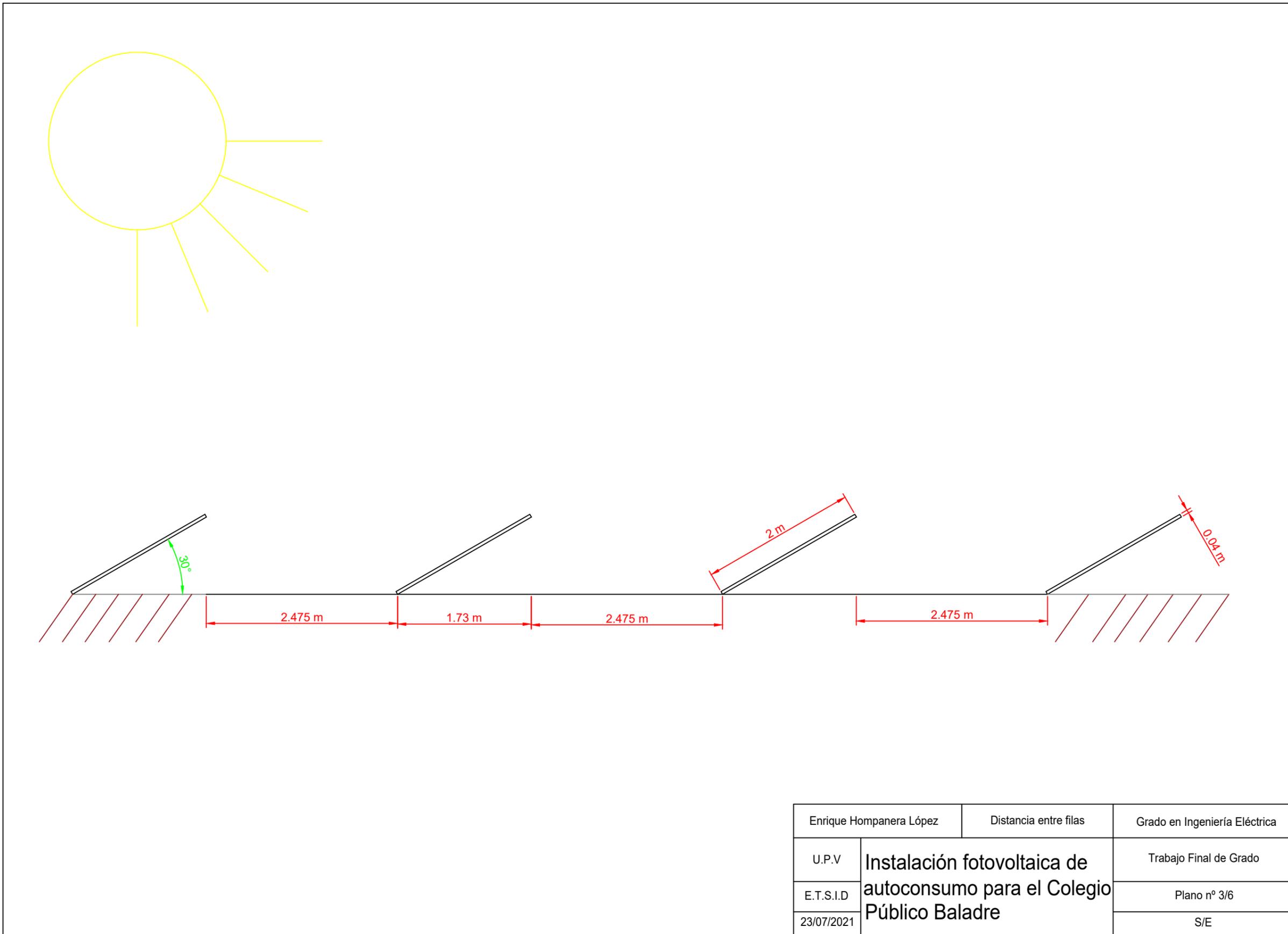
Enrique Hompanera López		Emplazamiento	Grado en Ingeniería Eléctrica
U.P.V	Instalación fotovoltaica de autoconsumo para el Colegio Público Baladre		Trabajo Final de Grado
E.T.S.I.D			Plano nº 1/6
23/07/2021			S/E

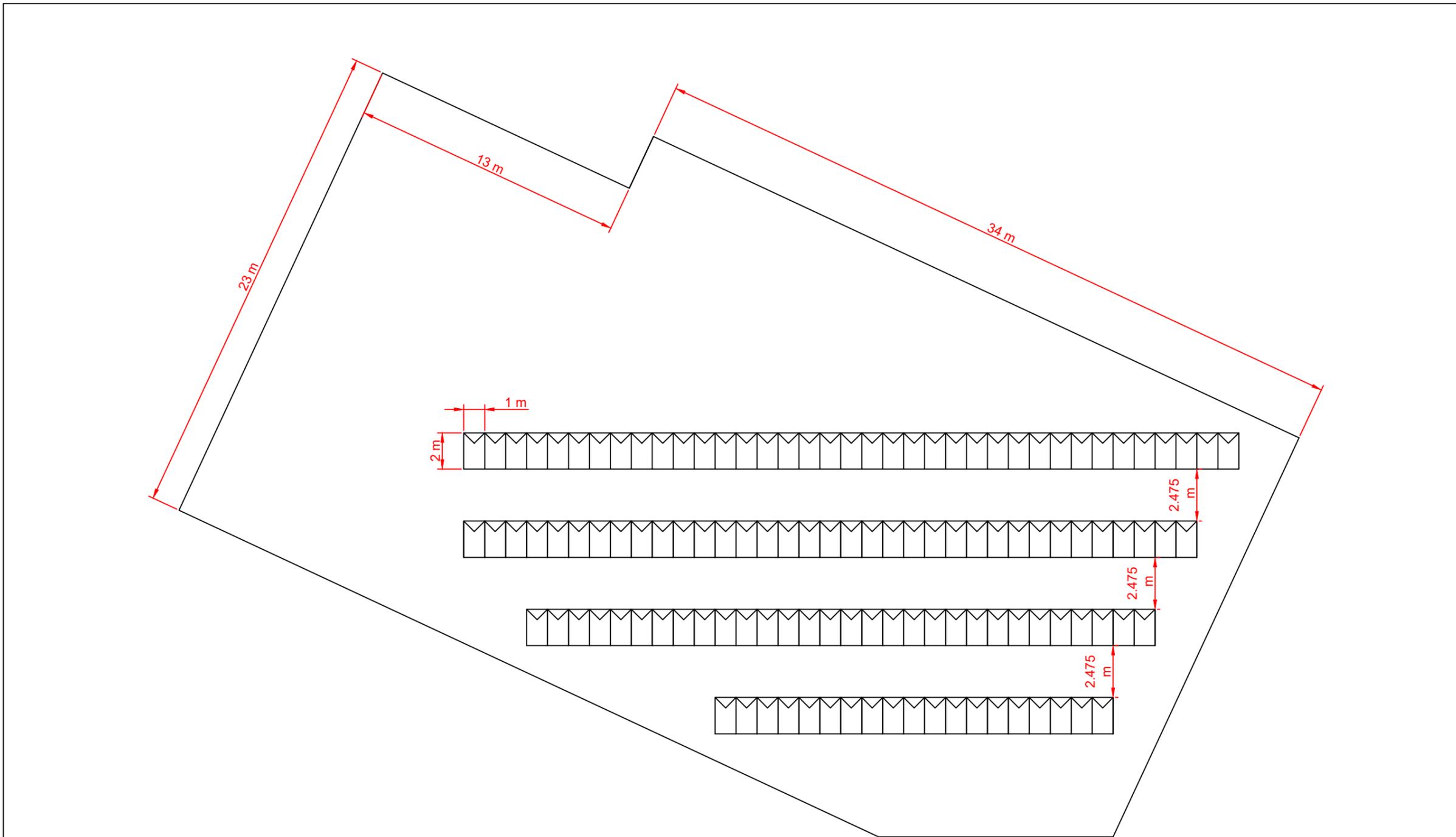
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

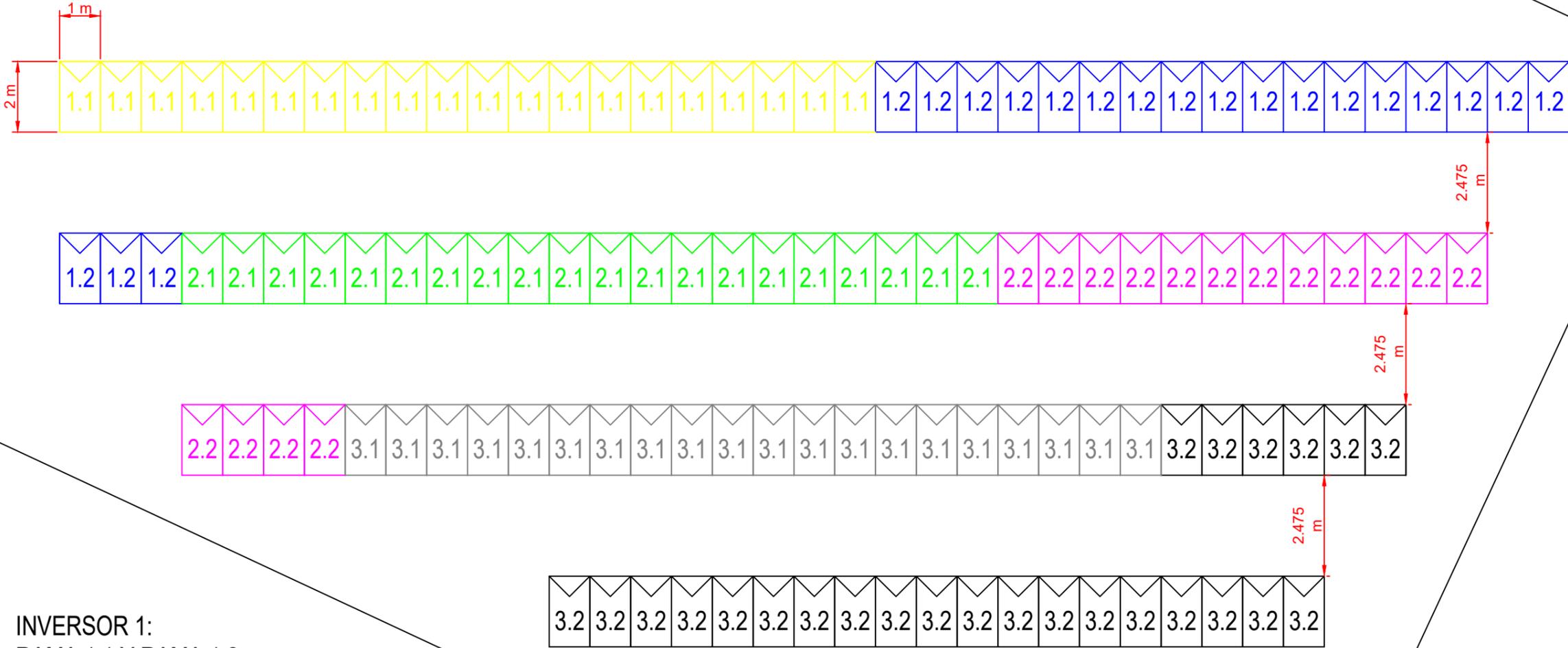


Enrique Hompanera López	Situación	Grado en Ingeniería Eléctrica
U.P.V	Instalación fotovoltaica de autoconsumo para el Colegio Público Baladre	Trabajo Final de Grado
E.T.S.I.D		Plano nº 2/6
23/07/2021		S/E





Enrique Hompanera López		Distribución paneles	Grado en Ingeniería Eléctrica
U.P.V	Instalación fotovoltaica de autoconsumo para el Colegio Público Baladre		Trabajo Final de Grado
E.T.S.I.D			Plano nº 4/6
23/07/2021			S/E



INVERSOR 1:  
RAMA 1.1 Y RAMA 1.2

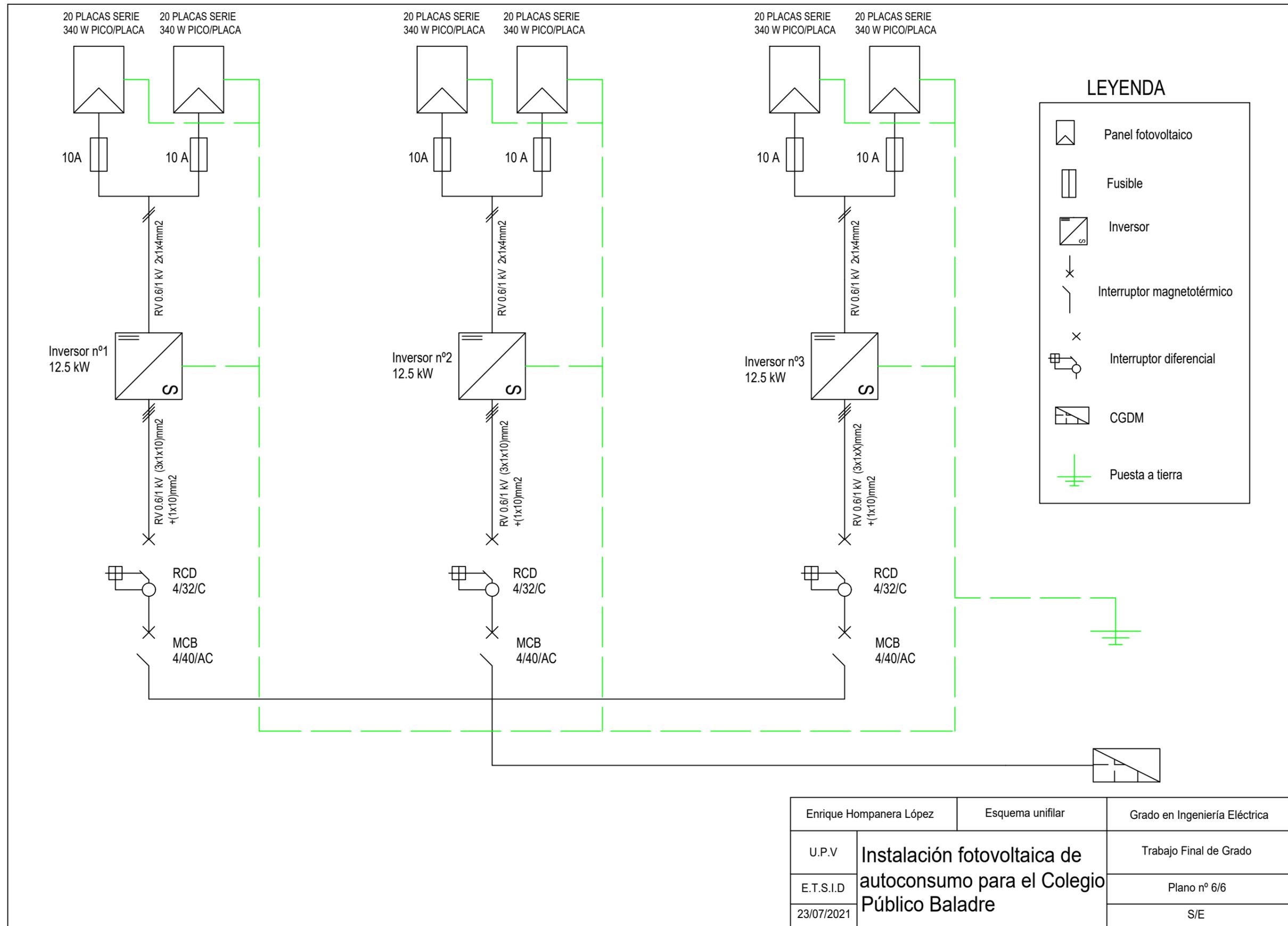
INVERSOR 2:  
RAMA 2.1 Y RAMA 2.2

INVERSOR 3:  
RAMA 3.1 Y RAMA 3.2

Enrique Hompanera López		Conexión paneles	Grado en Ingeniería Eléctrica
U.P.V	Instalación fotovoltaica de autoconsumo para el Colegio Público Baladre		Trabajo Final de Grado
E.T.S.I.D			Plano nº 5/6
23/07/2021			S/E

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



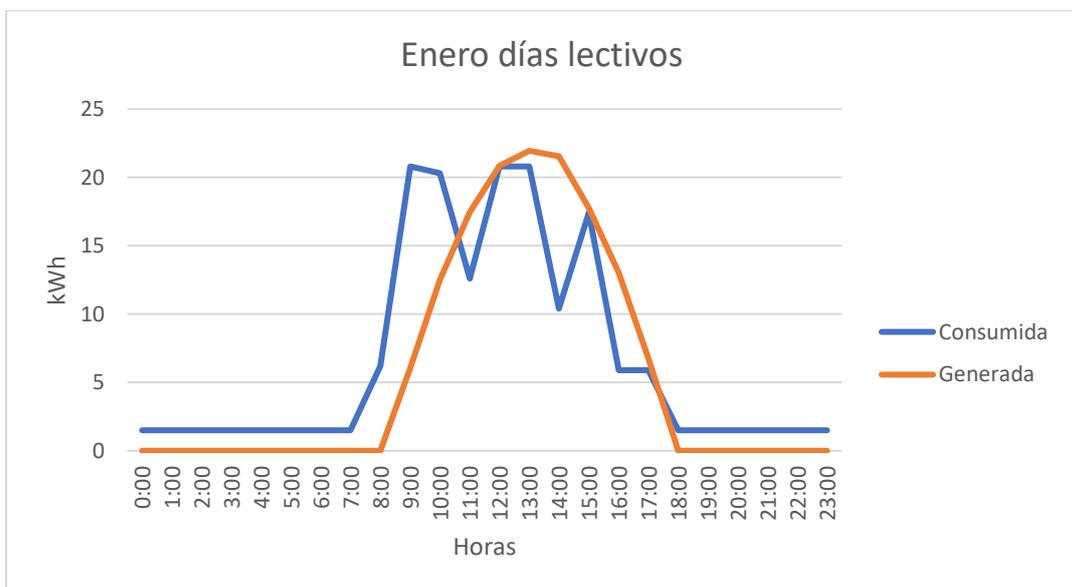
Enrique Hompanera López		Esquema unifilar	Grado en Ingeniería Eléctrica
U.P.V	Instalación fotovoltaica de autoconsumo para el Colegio Público Baladre		Trabajo Final de Grado
E.T.S.I.D			Plano nº 6/6
23/07/2021			S/E

# ANEXOS

# ANEXO TABLAS Y GRÁFICAS

ENERO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	6,2	0	0	0
9:00	20,8	6,055536	6,055536	0
10:00	20,3	12,512544	12,512544	0
11:00	12,6	17,464032	12,6	4,864032
12:00	20,8	20,843088	20,8	0,043088
13:00	20,8	21,947136	20,8	1,147136
14:00	10,4	21,545664	10,4	11,145664
15:00	17,4	17,765136	17,4	0,365136
16:00	5,9	13,014384	5,9	7,114384
17:00	5,9	6,758112	5,9	0,858112
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>162,1</b>	<b>137,905632</b>	<b>112,36808</b>	<b>25,537552</b>

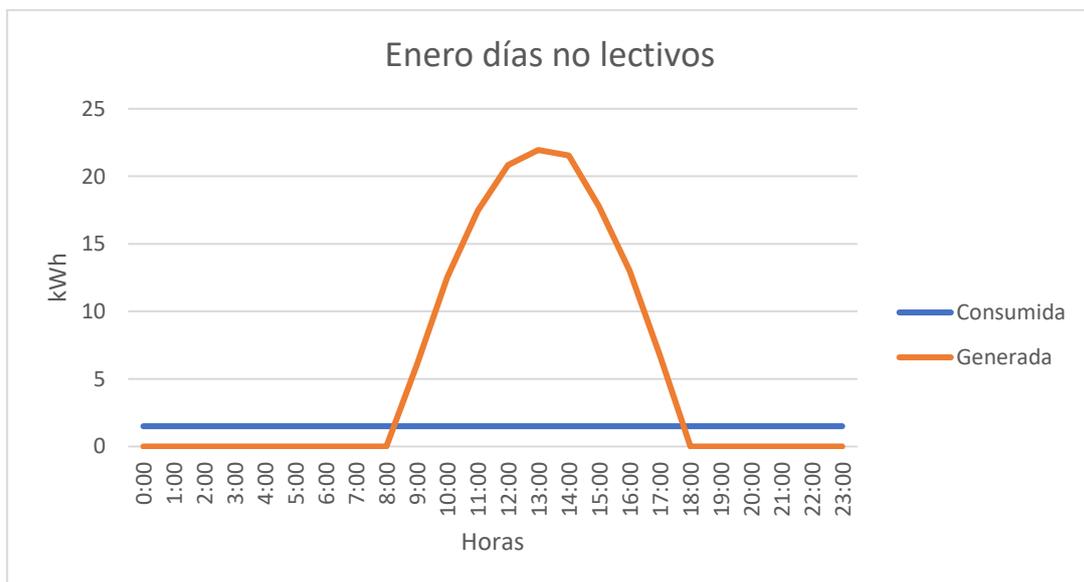
Balance de energía días lectivos de enero.



Consumo vs producción días lectivos de enero.

ENERO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	1,5	0	0	0
9:00	1,5	6,055536	1,5	4,555536
10:00	1,5	12,512544	1,5	11,012544
11:00	1,5	17,464032	1,5	15,964032
12:00	1,5	20,843088	1,5	19,343088
13:00	1,5	21,947136	1,5	20,447136
14:00	1,5	21,545664	1,5	20,045664
15:00	1,5	17,765136	1,5	16,265136
16:00	1,5	13,014384	1,5	11,514384
17:00	1,5	6,758112	1,5	5,258112
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>137,905632</b>	<b>13,5</b>	<b>124,405632</b>

Balace de energía días no lectivos de enero.



Consumo vs producción días no lectivos de enero.

FEBRERO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	6,2	0,66912	0,66912	0
9:00	20,8	7,69488	7,69488	0
10:00	20,3	13,917696	13,917696	0
11:00	12,6	18,668448	12,6	6,068448
12:00	20,8	22,24824	20,8	1,44824
13:00	20,8	24,222144	20,8	3,422144
14:00	10,4	23,519568	10,4	13,119568
15:00	17,4	20,006688	17,4	2,606688
16:00	5,9	15,824688	5,9	9,924688
17:00	5,9	9,802608	5,9	3,902608
18:00	1,5	2,00736	1,5	0,50736
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>162,1</b>	<b>158,58144</b>	<b>117,581696</b>	<b>40,999744</b>

Balance de energía días lectivos de febrero.



Consumo vs producción días lectivos de febrero.

FEBRERO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	1,5	0,66912	0,66912	0
9:00	1,5	7,69488	1,5	6,19488
10:00	1,5	13,917696	1,5	12,417696
11:00	1,5	18,668448	1,5	17,168448
12:00	1,5	22,24824	1,5	20,74824
13:00	1,5	24,222144	1,5	22,722144
14:00	1,5	23,519568	1,5	22,019568
15:00	1,5	20,006688	1,5	18,506688
16:00	1,5	15,824688	1,5	14,324688
17:00	1,5	9,802608	1,5	8,302608
18:00	1,5	2,00736	1,5	0,50736
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>158,58144</b>	<b>15,66912</b>	<b>142,91232</b>

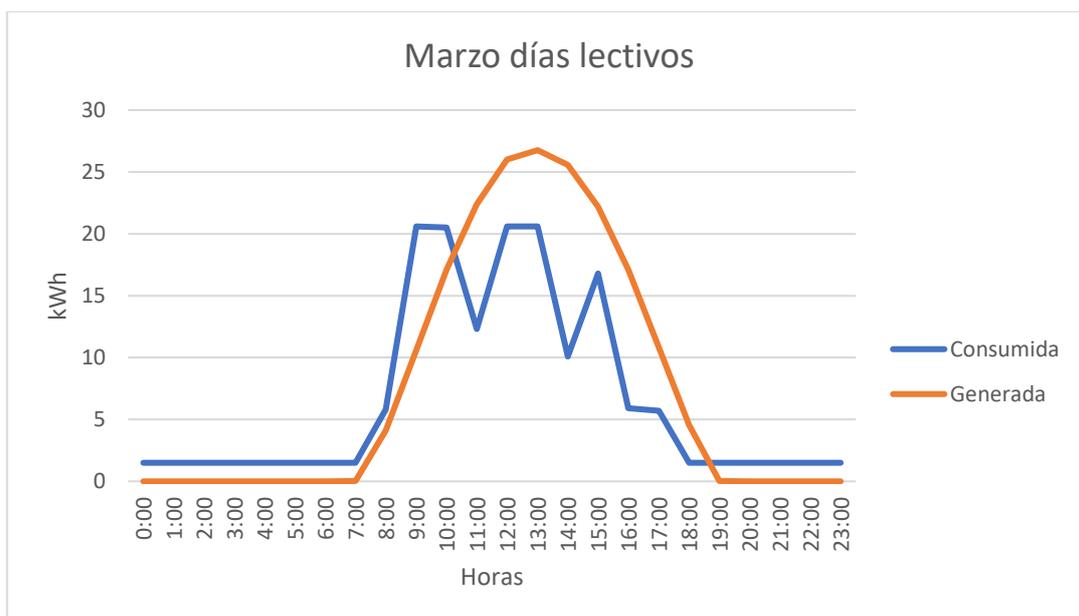
**Balance de energía días no lectivos de febrero.**



**Consumo vs producción días no lectivos de febrero.**

MARZO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0,033456	0,033456	0
8:00	5,8	4,115088	4,115088	0
9:00	20,6	10,605552	10,605552	0
10:00	20,5	17,096016	17,096016	0
11:00	12,3	22,382064	12,3	10,082064
12:00	20,6	25,995312	20,6	5,395312
13:00	20,6	26,7648	20,6	6,1648
14:00	10,1	25,560384	10,1	15,460384
15:00	16,8	22,181328	16,8	5,381328
16:00	5,9	17,096016	5,9	11,196016
17:00	5,7	10,806288	5,7	5,106288
18:00	1,5	4,550016	1,5	3,050016
19:00	1,5	0,033456	0,033456	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>159,9</b>	<b>187,219776</b>	<b>125,383568</b>	<b>61,836208</b>

Balance de energía días lectivos de marzo.



Consumo vs producción días lectivos de marzo.

MARZO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0,033456	0,033456	0
8:00	1,5	4,115088	1,5	2,615088
9:00	1,5	10,605552	1,5	9,105552
10:00	1,5	17,096016	1,5	15,596016
11:00	1,5	22,382064	1,5	20,882064
12:00	1,5	25,995312	1,5	24,495312
13:00	1,5	26,7648	1,5	25,2648
14:00	1,5	25,560384	1,5	24,060384
15:00	1,5	22,181328	1,5	20,681328
16:00	1,5	17,096016	1,5	15,596016
17:00	1,5	10,806288	1,5	9,306288
18:00	1,5	4,550016	1,5	3,050016
19:00	1,5	0,033456	0,033456	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>187,219776</b>	<b>16,566912</b>	<b>170,652864</b>

Balance de energía días no lectivos de marzo.



Consumo vs producción días no lectivos de marzo.

ABRIL DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	1,6728	1,5	0,1728
8:00	5,4	7,159584	5,4	1,759584
9:00	20,1	13,650048	13,650048	0
10:00	20,1	19,839408	19,839408	0
11:00	12,2	24,690528	12,2	12,490528
12:00	20,1	28,337232	20,1	8,237232
13:00	20,1	28,036128	20,1	7,936128
14:00	9,7	26,697888	9,7	16,997888
15:00	17,2	23,686848	17,2	6,486848
16:00	5,7	17,999328	5,7	12,299328
17:00	5,5	11,809968	5,5	6,309968
18:00	1,5	5,654064	1,5	4,154064
19:00	1,5	0,736032	0,736032	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>157,1</b>	<b>209,969856</b>	<b>133,125488</b>	<b>76,844368</b>

Balance de energía días lectivos de abril.



Consumo vs producción días lectivos de abril.

ABRIL DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	1,6728	1,5	0,1728
8:00	1,5	7,159584	1,5	5,659584
9:00	1,5	13,650048	1,5	12,150048
10:00	1,5	19,839408	1,5	18,339408
11:00	1,5	24,690528	1,5	23,190528
12:00	1,5	28,337232	1,5	26,837232
13:00	1,5	28,036128	1,5	26,536128
14:00	1,5	26,697888	1,5	25,197888
15:00	1,5	23,686848	1,5	22,186848
16:00	1,5	17,999328	1,5	16,499328
17:00	1,5	11,809968	1,5	10,309968
18:00	1,5	5,654064	1,5	4,154064
19:00	1,5	0,736032	0,736032	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>209,969856</b>	<b>18,736032</b>	<b>191,233824</b>

Balance de energía días no lectivos de abril.



Consumo vs producción días no lectivos de abril.

MAYO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0,368016	0,368016	0
7:00	1,5	3,312144	1,5	1,812144
8:00	6,5	8,966208	6,5	2,466208
9:00	21,2	15,38976	15,38976	0
10:00	21,2	21,211104	21,2	0,011104
11:00	12,3	25,894944	12,3	13,594944
12:00	21,2	29,642016	21,2	8,442016
13:00	21,2	29,60856	21,2	8,40856
14:00	10,7	27,567744	10,7	16,867744
15:00	16,9	23,720304	16,9	6,820304
16:00	5,9	18,802272	5,9	12,902272
17:00	5,6	12,746736	5,6	7,146736
18:00	1,5	6,557376	1,5	5,057376
19:00	1,5	1,572432	1,5	0,072432
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>163,7</b>	<b>225,359616</b>	<b>141,757776</b>	<b>83,60184</b>

Balance de energía días lectivos de mayo.



Consumo vs producción días lectivos de mayo.

MAYO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0,368016	0,368016	0
7:00	1,5	3,312144	1,5	1,812144
8:00	1,5	8,966208	1,5	7,466208
9:00	1,5	15,38976	1,5	13,88976
10:00	1,5	21,211104	1,5	19,711104
11:00	1,5	25,894944	1,5	24,394944
12:00	1,5	29,642016	1,5	28,142016
13:00	1,5	29,60856	1,5	28,10856
14:00	1,5	27,567744	1,5	26,067744
15:00	1,5	23,720304	1,5	22,220304
16:00	1,5	18,802272	1,5	17,302272
17:00	1,5	12,746736	1,5	11,246736
18:00	1,5	6,557376	1,5	5,057376
19:00	1,5	1,572432	1,5	0,072432
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>225,359616</b>	<b>19,868016</b>	<b>205,4916</b>

Balance de energía días no lectivos de mayo.



Consumo vs producción días no lectivos de mayo.

JUNIO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,75	0	0	0
1:00	0,75	0	0	0
2:00	0,75	0	0	0
3:00	0,75	0	0	0
4:00	0,75	0	0	0
5:00	0,75	0	0	0
6:00	0,75	0,802944	0,75	0,052944
7:00	0,75	3,613248	0,75	2,863248
8:00	4,3	9,401136	4,3	5,101136
9:00	20,4	15,757776	15,757776	0
10:00	20,4	21,813312	20,4	1,413312
11:00	11,1	26,463696	11,1	15,363696
12:00	20,4	30,043488	20,4	9,643488
13:00	20,4	30,846432	20,4	10,446432
14:00	7,3	29,173632	7,3	21,873632
15:00	5,1	25,493472	5,1	20,393472
16:00	5,9	20,74272	5,9	14,84272
17:00	5,6	14,2188	5,6	8,6188
18:00	0,75	7,929072	0,75	7,179072
19:00	0,75	2,308464	0,75	1,558464
20:00	0,75	0,301104	0,301104	0
21:00	0,75	0	0	0
22:00	0,75	0	0	0
23:00	0,75	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>131,4</b>	<b>238,909296</b>	<b>119,55888</b>	<b>119,350416</b>

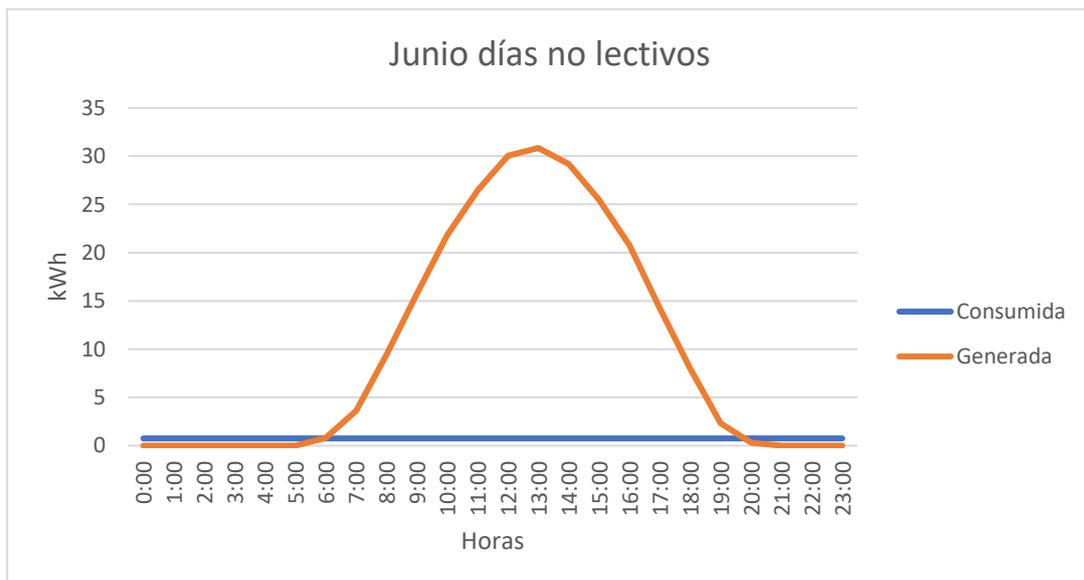
Balance de energía días lectivos de junio.



Consumo vs producción días lectivos de junio.

JUNIO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,75	0	0	0
1:00	0,75	0	0	0
2:00	0,75	0	0	0
3:00	0,75	0	0	0
4:00	0,75	0	0	0
5:00	0,75	0	0	0
6:00	0,75	0,802944	0,75	0,052944
7:00	0,75	3,613248	0,75	2,863248
8:00	0,75	9,401136	0,75	8,651136
9:00	0,75	15,757776	0,75	15,007776
10:00	0,75	21,813312	0,75	21,063312
11:00	0,75	26,463696	0,75	25,713696
12:00	0,75	30,043488	0,75	29,293488
13:00	0,75	30,846432	0,75	30,096432
14:00	0,75	29,173632	0,75	28,423632
15:00	0,75	25,493472	0,75	24,743472
16:00	0,75	20,74272	0,75	19,99272
17:00	0,75	14,2188	0,75	13,4688
18:00	0,75	7,929072	0,75	7,179072
19:00	0,75	2,308464	0,75	1,558464
20:00	0,75	0,301104	0,301104	0
21:00	0,75	0	0	0
22:00	0,75	0	0	0
23:00	0,75	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>238,909296</b>	<b>10,801104</b>	<b>228,108192</b>

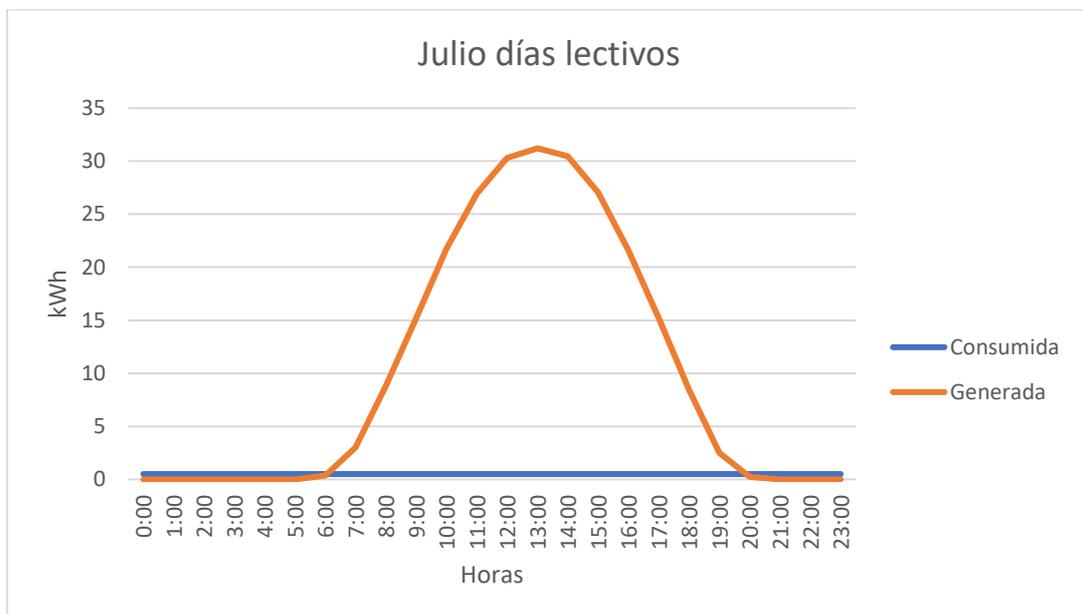
Balance de energía días no lectivos de junio.



Consumo vs producción días no lectivos de junio.

JULIO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,5	0	0	0
1:00	0,5	0	0	0
2:00	0,5	0	0	0
3:00	0,5	0	0	0
4:00	0,5	0	0	0
5:00	0,5	0	0	0
6:00	0,5	0,368016	0,368016	0
7:00	0,5	3,01104	0,5	2,51104
8:00	0,5	8,798928	0,5	8,298928
9:00	0,5	15,22248	0,5	14,72248
10:00	0,5	21,7464	0,5	21,2464
11:00	0,5	26,93208	0,5	26,43208
12:00	0,5	30,311136	0,5	29,811136
13:00	0,5	31,214448	0,5	30,714448
14:00	0,5	30,44496	0,5	29,94496
15:00	0,5	27,065904	0,5	26,565904
16:00	0,5	21,612576	0,5	21,112576
17:00	0,5	15,155568	0,5	14,655568
18:00	0,5	8,430912	0,5	7,930912
19:00	0,5	2,5092	0,5	2,0092
20:00	0,5	0,234192	0,234192	0
21:00	0,5	0	0	0
22:00	0,5	0	0	0
23:00	0,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>243,05784</b>	<b>7,102208</b>	<b>235,955632</b>

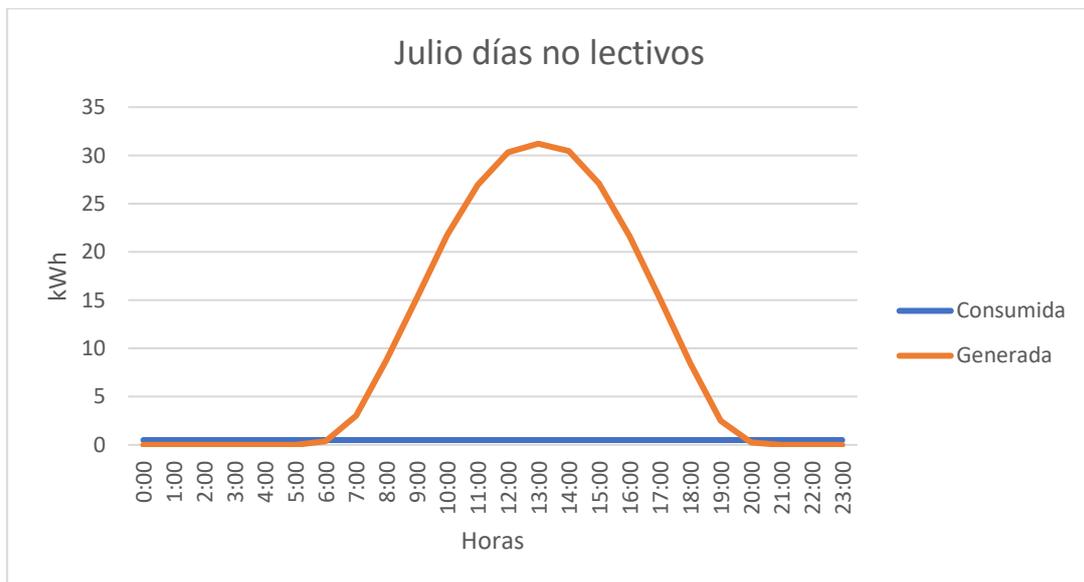
Balance de energía días lectivos de julio.



Consumo vs producción días lectivos de julio.

JULIO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,5	0	0	0
1:00	0,5	0	0	0
2:00	0,5	0	0	0
3:00	0,5	0	0	0
4:00	0,5	0	0	0
5:00	0,5	0	0	0
6:00	0,5	0,368016	0,368016	0
7:00	0,5	3,01104	0,5	2,51104
8:00	0,5	8,798928	0,5	8,298928
9:00	0,5	15,22248	0,5	14,72248
10:00	0,5	21,7464	0,5	21,2464
11:00	0,5	26,93208	0,5	26,43208
12:00	0,5	30,311136	0,5	29,811136
13:00	0,5	31,214448	0,5	30,714448
14:00	0,5	30,44496	0,5	29,94496
15:00	0,5	27,065904	0,5	26,565904
16:00	0,5	21,612576	0,5	21,112576
17:00	0,5	15,155568	0,5	14,655568
18:00	0,5	8,430912	0,5	7,930912
19:00	0,5	2,5092	0,5	2,0092
20:00	0,5	0,234192	0,234192	0
21:00	0,5	0	0	0
22:00	0,5	0	0	0
23:00	0,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>243,05784</b>	<b>7,102208</b>	<b>235,955632</b>

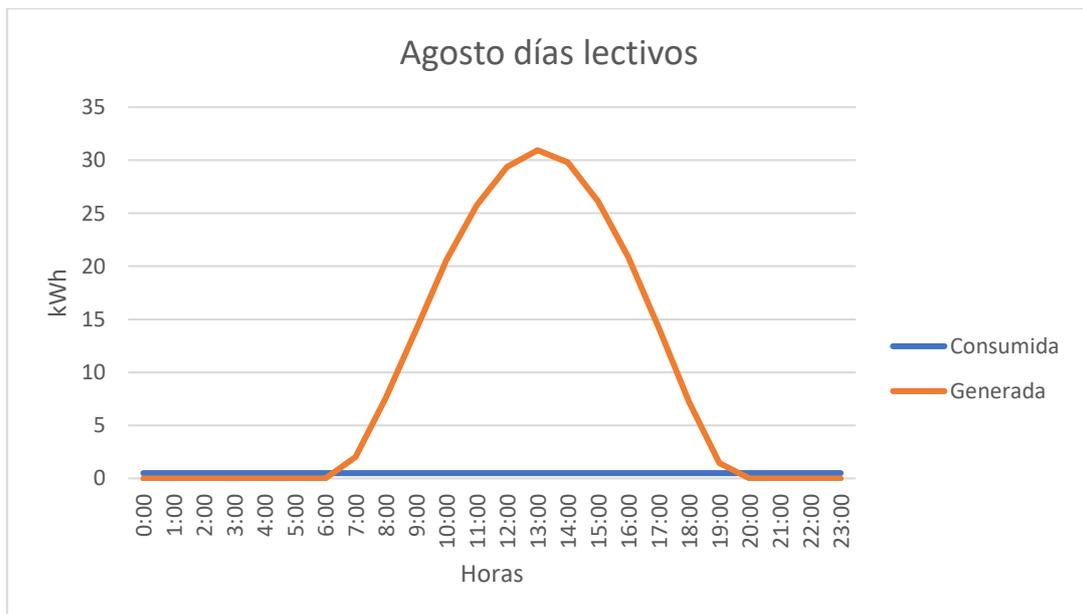
Balace de energía días no lectivos de julio.



Consumo vs producción días no lectivos de julio

AGOSTO DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,5	0	0	0
1:00	0,5	0	0	0
2:00	0,5	0	0	0
3:00	0,5	0	0	0
4:00	0,5	0	0	0
5:00	0,5	0	0	0
6:00	0,5	0	0	0
7:00	0,5	2,00736	0,5	1,50736
8:00	0,5	7,594512	0,5	7,094512
9:00	0,5	14,05152	0,5	13,55152
10:00	0,5	20,608896	0,5	20,108896
11:00	0,5	25,76112	0,5	25,26112
12:00	0,5	29,374368	0,5	28,874368
13:00	0,5	30,9468	0,5	30,4468
14:00	0,5	29,809296	0,5	29,309296
15:00	0,5	26,129136	0,5	25,629136
16:00	0,5	20,843088	0,5	20,343088
17:00	0,5	14,185344	0,5	13,685344
18:00	0,5	7,19304	0,5	6,69304
19:00	0,5	1,438608	0,5	0,938608
20:00	0,5	0	0	0
21:00	0,5	0	0	0
22:00	0,5	0	0	0
23:00	0,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>229,943088</b>	<b>6,5</b>	<b>223,443088</b>

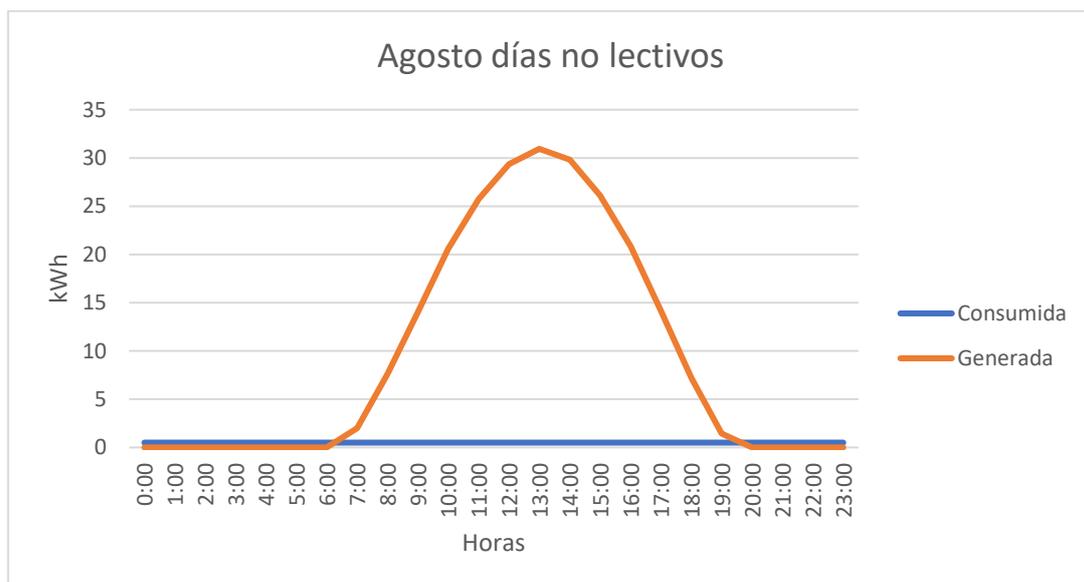
Balance de energía días lectivos de agosto.



Consumo vs producción días lectivos de agosto.

AGOSTO DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,5	0	0	0
1:00	0,5	0	0	0
2:00	0,5	0	0	0
3:00	0,5	0	0	0
4:00	0,5	0	0	0
5:00	0,5	0	0	0
6:00	0,5	0	0	0
7:00	0,5	2,00736	0,5	1,50736
8:00	0,5	7,594512	0,5	7,094512
9:00	0,5	14,05152	0,5	13,55152
10:00	0,5	20,608896	0,5	20,108896
11:00	0,5	25,76112	0,5	25,26112
12:00	0,5	29,374368	0,5	28,874368
13:00	0,5	30,9468	0,5	30,4468
14:00	0,5	29,809296	0,5	29,309296
15:00	0,5	26,129136	0,5	25,629136
16:00	0,5	20,843088	0,5	20,343088
17:00	0,5	14,185344	0,5	13,685344
18:00	0,5	7,19304	0,5	6,69304
19:00	0,5	1,438608	0,5	0,938608
20:00	0,5	0	0	0
21:00	0,5	0	0	0
22:00	0,5	0	0	0
23:00	0,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>229,943088</b>	<b>6,5</b>	<b>223,443088</b>

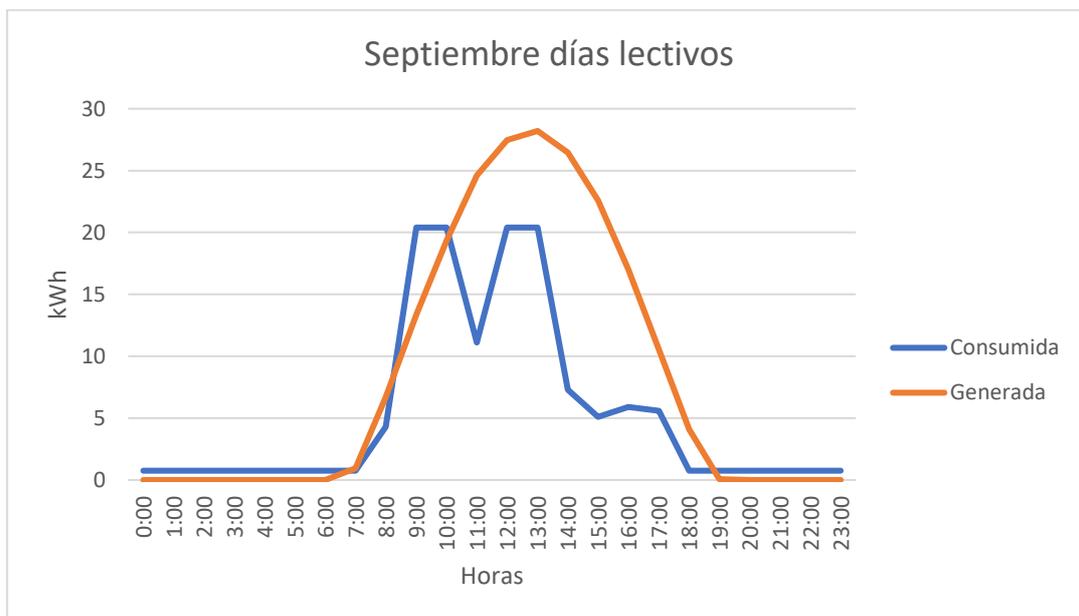
**Balance de energía días no lectivos de agosto.**



**Consumo vs producción días no lectivos de agosto.**

SEPTIEMBRE DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,75	0	0	0
1:00	0,75	0	0	0
2:00	0,75	0	0	0
3:00	0,75	0	0	0
4:00	0,75	0	0	0
5:00	0,75	0	0	0
6:00	0,75	0	0	0
7:00	0,75	0,936768	0,75	0,186768
8:00	4,3	6,6912	4,3	2,3912
9:00	20,4	13,348944	13,348944	0
10:00	20,4	19,337568	19,337568	0
11:00	11,1	24,59016	11,1	13,49016
12:00	20,4	27,467376	20,4	7,067376
13:00	20,4	28,203408	20,4	7,803408
14:00	7,3	26,463696	7,3	19,163696
15:00	5,1	22,5828	5,1	17,4828
16:00	5,9	17,029104	5,9	11,129104
17:00	5,6	10,53864	5,6	4,93864
18:00	0,75	4,081632	0,75	3,331632
19:00	0,75	0,066912	0,066912	0
20:00	0,75	0	0	0
21:00	0,75	0	0	0
22:00	0,75	0	0	0
23:00	0,75	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>131,4</b>	<b>201,338208</b>	<b>114,353424</b>	<b>86,984784</b>

Balance de energía días lectivos de septiembre.



Consumo vs producción días lectivos de septiembre.

SEPTIEMBRE DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	0,75	0	0	0
1:00	0,75	0	0	0
2:00	0,75	0	0	0
3:00	0,75	0	0	0
4:00	0,75	0	0	0
5:00	0,75	0	0	0
6:00	0,75	0	0	0
7:00	0,75	0,936768	0,75	0,186768
8:00	0,75	6,6912	0,75	5,9412
9:00	0,75	13,348944	0,75	12,598944
10:00	0,75	19,337568	0,75	18,587568
11:00	0,75	24,59016	0,75	23,84016
12:00	0,75	27,467376	0,75	26,717376
13:00	0,75	28,203408	0,75	27,453408
14:00	0,75	26,463696	0,75	25,713696
15:00	0,75	22,5828	0,75	21,8328
16:00	0,75	17,029104	0,75	16,279104
17:00	0,75	10,53864	0,75	9,78864
18:00	0,75	4,081632	0,75	3,331632
19:00	0,75	0,066912	0,066912	0
20:00	0,75	0	0	0
21:00	0,75	0	0	0
22:00	0,75	0	0	0
23:00	0,75	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>201,338208</b>	<b>9,066912</b>	<b>192,271296</b>

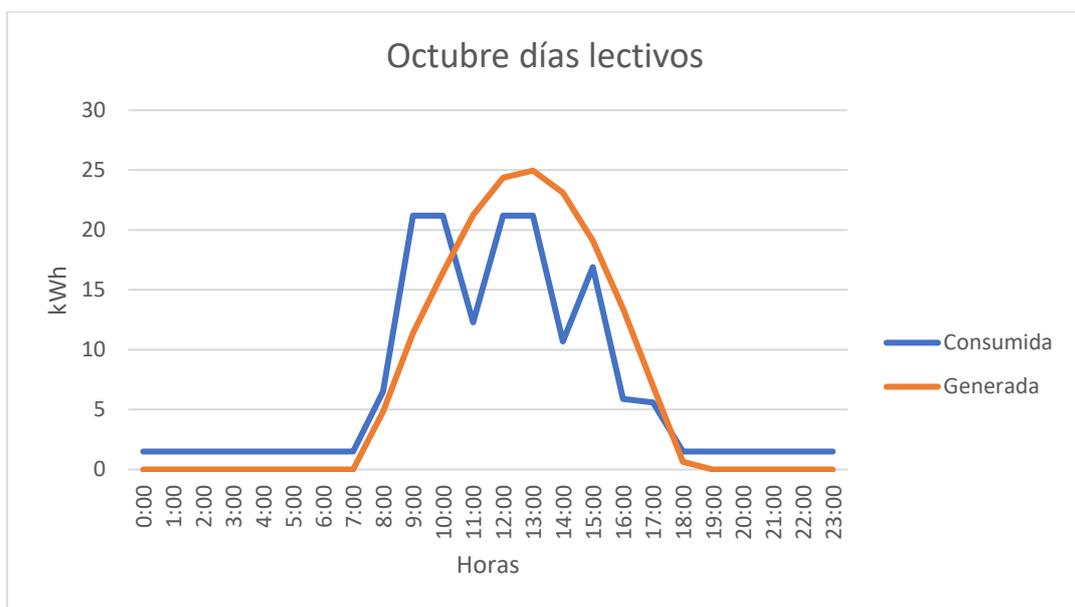
Balance de energía días no lectivos de septiembre.



Consumo vs producción días no lectivos de septiembre.

OCTUBRE DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	6,5	4,817664	4,817664	0
9:00	21,2	11,37504	11,37504	0
10:00	21,2	16,460352	16,460352	0
11:00	12,3	21,24456	12,3	8,94456
12:00	21,2	24,355968	21,2	3,155968
13:00	21,2	24,958176	21,2	3,758176
14:00	10,7	23,118096	10,7	12,418096
15:00	16,9	19,103376	16,9	2,203376
16:00	5,9	13,449312	5,9	7,549312
17:00	5,6	6,992304	5,6	1,392304
18:00	1,5	0,635664	0,635664	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>163,7</b>	<b>166,510512</b>	<b>127,08872</b>	<b>39,421792</b>

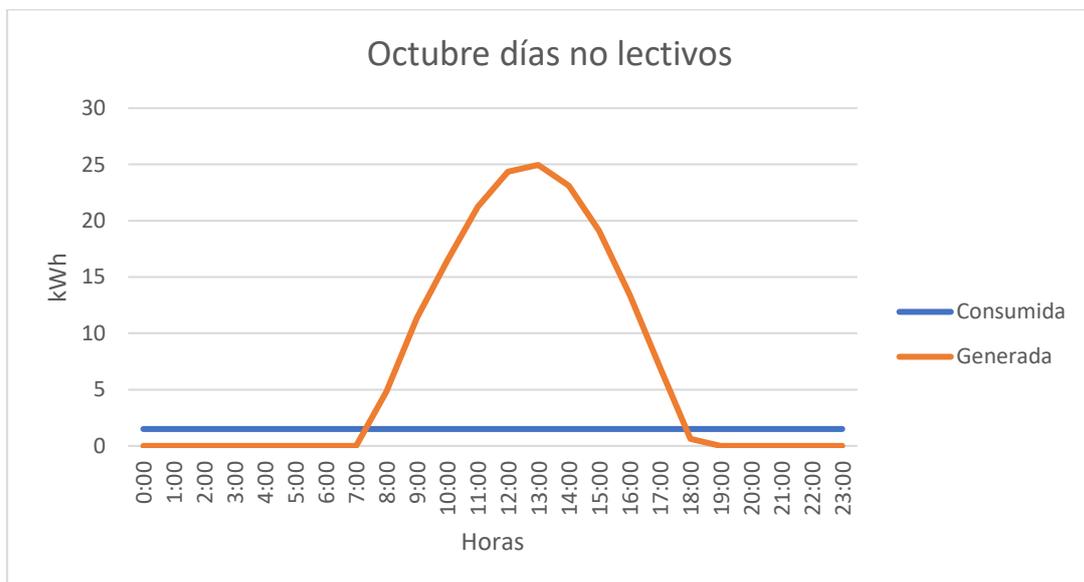
Balance de energía días lectivos de octubre.



Consumo vs producción días lectivos de octubre.

OCTUBRE DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	1,5	4,817664	1,5	3,317664
9:00	1,5	11,37504	1,5	9,87504
10:00	1,5	16,460352	1,5	14,960352
11:00	1,5	21,24456	1,5	19,74456
12:00	1,5	24,355968	1,5	22,855968
13:00	1,5	24,958176	1,5	23,458176
14:00	1,5	23,118096	1,5	21,618096
15:00	1,5	19,103376	1,5	17,603376
16:00	1,5	13,449312	1,5	11,949312
17:00	1,5	6,992304	1,5	5,492304
18:00	1,5	0,635664	0,635664	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>166,510512</b>	<b>15,635664</b>	<b>150,874848</b>

Balance de energía días no lectivos de octubre.



Consumo vs producción días no lectivos de octubre.

NOVIEMBRE DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	5,4	1,639344	1,639344	0
9:00	20,1	8,832384	8,832384	0
10:00	20,1	14,653728	14,653728	0
11:00	12,2	18,802272	12,2	6,602272
12:00	20,1	21,846768	20,1	1,746768
13:00	20,1	22,281696	20,1	2,181696
14:00	9,7	20,675808	9,7	10,975808
15:00	17,2	16,259616	16,259616	0
16:00	5,7	11,241216	5,7	5,541216
17:00	5,5	4,282368	4,282368	0
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>157,1</b>	<b>140,5152</b>	<b>113,46744</b>	<b>27,04776</b>

Balance de energía días lectivos de noviembre.



Consumo vs producción días lectivos de noviembre.

NOVIEMBRE DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	1,5	1,639344	1,5	0,139344
9:00	1,5	8,832384	1,5	7,332384
10:00	1,5	14,653728	1,5	13,153728
11:00	1,5	18,802272	1,5	17,302272
12:00	1,5	21,846768	1,5	20,346768
13:00	1,5	22,281696	1,5	20,781696
14:00	1,5	20,675808	1,5	19,175808
15:00	1,5	16,259616	1,5	14,759616
16:00	1,5	11,241216	1,5	9,741216
17:00	1,5	4,282368	1,5	2,782368
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>140,5152</b>	<b>15</b>	<b>125,5152</b>

Balance de energía días no lectivos de noviembre.



Consumo vs producción días no lectivos de noviembre.

DICIEMBRE DÍAS LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	5,8	0	0	0
9:00	20,6	6,52392	6,52392	0
10:00	20,5	12,546	12,546	0
11:00	12,3	17,330208	12,3	5,030208
12:00	20,6	20,207424	20,207424	0
13:00	20,6	21,144192	20,6	0,544192
14:00	10,1	19,73904	10,1	9,63904
15:00	16,8	15,991968	15,991968	0
16:00	5,9	11,073936	5,9	5,173936
17:00	5,7	4,048176	4,048176	0
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>159,9</b>	<b>128,604864</b>	<b>108,217488</b>	<b>20,387376</b>

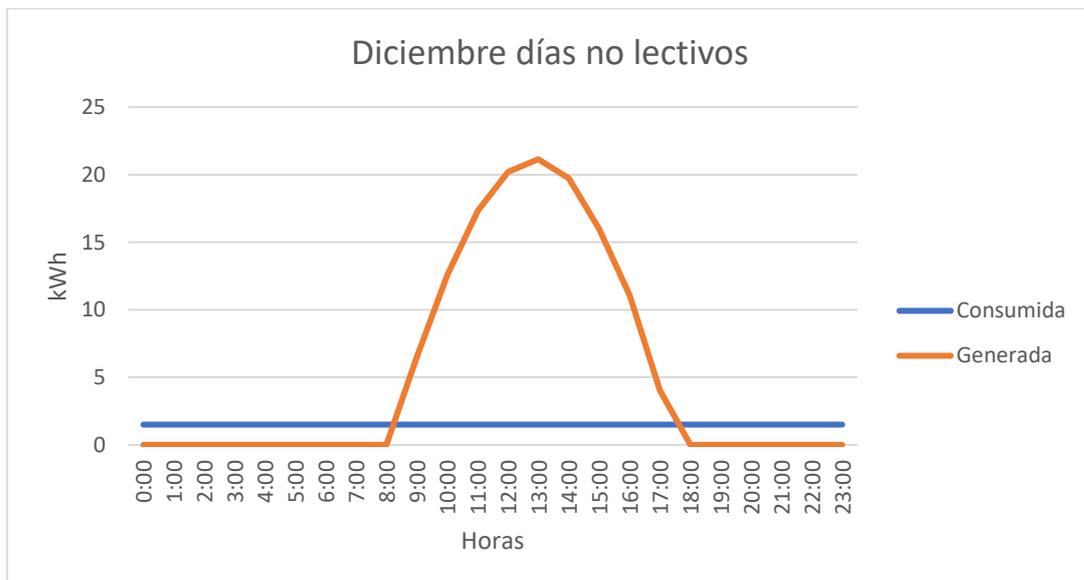
Balace de energía días lectivos de diciembre.



Consumo vs producción días lectivos de diciembre.

DICIEMBRE DÍAS NO LECTIVOS				
HORA	CONSUMIDA (kWh)	GENERADA (kWh)	AHORRADA (kWh)	EXCEDENTES (kWh)
0:00	1,5	0	0	0
1:00	1,5	0	0	0
2:00	1,5	0	0	0
3:00	1,5	0	0	0
4:00	1,5	0	0	0
5:00	1,5	0	0	0
6:00	1,5	0	0	0
7:00	1,5	0	0	0
8:00	1,5	0	0	0
9:00	1,5	6,52392	1,5	5,02392
10:00	1,5	12,546	1,5	11,046
11:00	1,5	17,330208	1,5	15,830208
12:00	1,5	20,207424	1,5	18,707424
13:00	1,5	21,144192	1,5	19,644192
14:00	1,5	19,73904	1,5	18,23904
15:00	1,5	15,991968	1,5	14,491968
16:00	1,5	11,073936	1,5	9,573936
17:00	1,5	4,048176	1,5	2,548176
18:00	1,5	0	0	0
19:00	1,5	0	0	0
20:00	1,5	0	0	0
21:00	1,5	0	0	0
22:00	1,5	0	0	0
23:00	1,5	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>36</b>	<b>128,604864</b>	<b>13,5</b>	<b>115,104864</b>

Balace de energía días no lectivos de diciembre.



Consumo vs producción días no lectivos de diciembre.

# ANEXO ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

# ESPMC

Polycrystalline Solar Module

## KEY FEATURES

- 5 Busbar Solar Cell:**  
 5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- High Power Output:**  
 Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.
- Low-light Performance:**  
 Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.
- Reliable Warranty:**  
 10 years' product warranty.  
 Power warranty of 90% up to 10 years and 80% up to 25 years.



WATTS POSITIVE TOLERANCE



12 YEARS PRODUCT WARRANTY



10 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 90%



25 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 80%

## POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

### ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	38.5V
Maximum Power Current(Im)	8.84A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/M <sup>2</sup> ,25°C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/°C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29506%/°C
Temperature-Coefficient Pmpp	-0.38001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+85°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE, ROHS,PID Resistant,INMETRO
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001

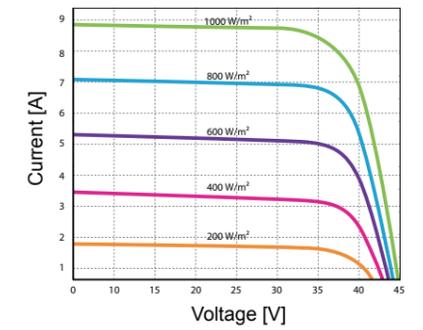
### MECHANICAL CHARACTERISTICS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Backsheet (color)	TPT in white
Cell (quantity / material / dimensions)	72 / Polycrystalline silicon / 156.75x156.75mm
Frame (material / color)	aluminum hollow-chamber frame on each side anodized aluminum alloy / silver
Junction box (protection degree)	> IP68
Cables & Plug connectors	2x900mm / 4mm <sup>2</sup> & MC4 compatible
Module Dimensions (L / W / H)	1956x992x40mm
Module Weight	20.9kg
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C

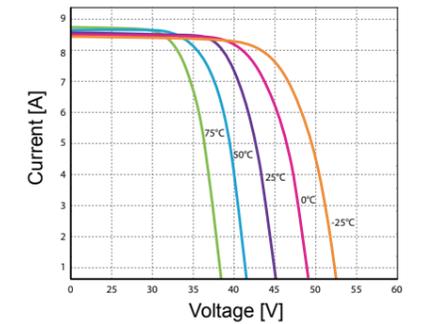
### PACKING

Container Size	Units/Pallet (PCS)	Weight/Pallet (KG)	Pallet Measurement (mm)	Units/Container (PCS)
20GP	26	570	2000x1130x1120	260
40HQ	26	570	2000x1130x1120	627
	31	676	2000x1130x1340	

### CURRENT-VOLTAGE CURVES:

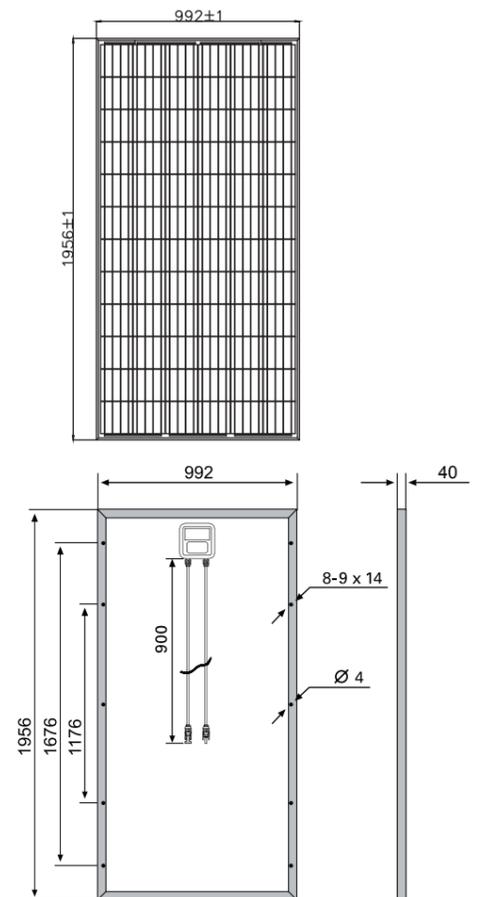


Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m<sup>2</sup>).

### MODULE DIMENSIONS:



# FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro

/ Tecnología  
SnapINverter/ Comunicación  
de datos integrada/ Diseño  
SuperFlex/ Seguimiento  
inteligente GMP/ Smart Grid  
Ready

/ Inyección cero



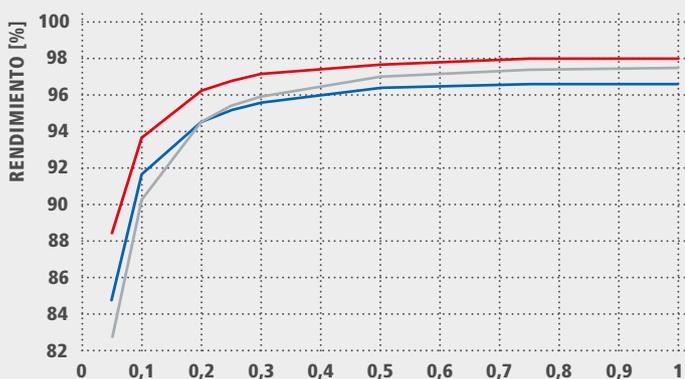
/ Con un rango de potencia nominal entre 3,0 y 20,0 kW, el Fronius Symo es el inversor trifásico sin transformador para todo tipo de instalaciones. Gracias a su flexible diseño, el Fronius Symo es perfecto para instalaciones en superficies irregulares o para tejados con varias orientaciones. La conexión a Internet a través de WLAN o Ethernet y la facilidad de integración de componentes de otros fabricantes hacen del Fronius Symo uno de los inversores con mayor flexibilidad en comunicaciones en el mercado. El inversor Fronius Symo puede completarse de manera opcional con un Fronius Smart Meter, que es un equipo que envía la información más completa al sistema de monitorización, consiguiendo además, que el inversor no incluya energía a la red eléctrica.

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}^{1)}$ )				16 A / 16 A		
Máx. corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> /MPP <sub>2</sub> <sup>1)</sup> )				24 A / 24 A		
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc\ mín.}$ )				150 V		
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )				200 V		
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )				595 V		
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc\ máx.}$ )				1.000 V		
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$ )	200 - 800 V	250 - 800 V	300 - 800 V		150 - 800 V	
Número de seguidores MPP		1			2	
Número de entradas CC		3			2+2	
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc\ máx.}$ )	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico	6,0kW pico	7,4kW pico	9,0kW pico
DATOS DE SALIDA	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	3.000 W	3.700 W	4.500 W	3.000 W	3.700 W	4.500 W
Máxima potencia de salida	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA	3.000 VA	3.700 VA	4.500 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )	4,3 A	5,3 A	6,5 A	4,3 A	5,3 A	6,5 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)					
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)					
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %					
Factor de potencia ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0,70 - 1 ind. / cap.			0,85 - 1 ind. / cap.		
DATOS GENERALES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm					
Peso	16,0 kg			19,9 kg		
Tipo de protección	IP 65					
Clase de protección	1					
Categoría de sobretensión (CC/ CA) <sup>2)</sup>	2 / 3					
Consumo nocturno	< 1 W					
Concepto de inversor	Sin Transformador					
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada					
Instalación	Instalación interior y exterior					
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C					
Humedad de aire admisible	0 - 100 %					
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)					
Tecnología de conexión CC	3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>			4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>3)</sup>		
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>			5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2</sup> <sup>3)</sup>		
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 <sup>1)</sup> , CEI 0-21 <sup>1)</sup> , NRS 097					

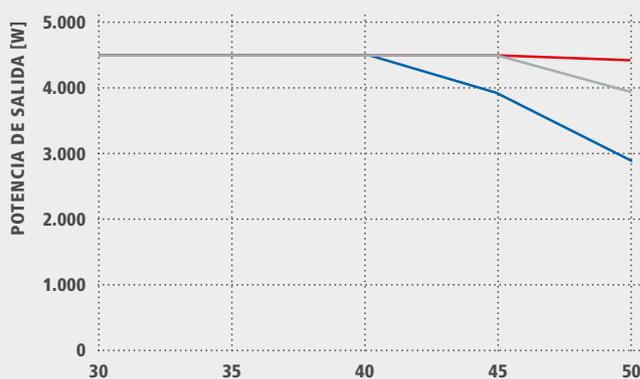
<sup>1)</sup> Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.<sup>2)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.<sup>3)</sup> 16 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 4.5-3-S



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA  $P_{Ac}/P_{Ac,R}$  ■ 300 V<sub>DC</sub> ■ 595 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 4.5-3-S



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 300 V<sub>DC</sub> ■ 630 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (3.0-3-S, 3.7-3-S, 4.5-3-S, 3.0-3-M, 3.7-3-M, 4.5-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %					
Rendimiento europeo ( $\eta_{EU}$ )	96,2 %	96,7 %	97,0 %	96,5 %	96,9 %	97,2 %
$\eta$ con 5 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	80,3 / 83,6 / 79,1 %	83,4 / 86,4 / 80,6 %	84,8 / 88,5 / 82,8 %	79,8 / 85,1 / 80,8 %	81,6 / 87,8 / 82,8 %	83,4 / 90,3 / 85,0 %
$\eta$ con 10 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	87,8 / 91,0 / 86,2 %	90,1 / 92,5 / 88,7 %	91,7 / 93,7 / 90,3 %	86,5 / 91,6 / 87,7 %	87,9 / 93,6 / 90,5 %	89,2 / 94,1 / 91,2 %
$\eta$ con 20 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	92,6 / 95,0 / 92,6 %	93,7 / 95,7 / 93,6 %	94,6 / 96,3 / 94,5 %	90,8 / 95,3 / 93,0 %	91,9 / 96,0 / 94,1 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %
$\eta$ con 25 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	93,4 / 95,6 / 93,8 %	94,5 / 96,4 / 94,7 %	95,2 / 96,8 / 95,4 %	91,9 / 96,0 / 94,2 %	92,9 / 96,6 / 95,2 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %
$\eta$ con 30 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	94,0 / 96,3 / 94,5 %	95,0 / 96,7 / 95,4 %	95,6 / 97,2 / 95,9 %	92,8 / 96,5 / 95,1 %	93,5 / 97,0 / 95,8 %	94,2 / 97,3 / 96,3 %
$\eta$ con 50 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	95,2 / 97,3 / 96,3 %	96,9 / 97,6 / 96,7 %	96,4 / 97,7 / 97,0 %	94,3 / 97,5 / 96,5 %	94,6 / 97,7 / 96,8 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %
$\eta$ con 75 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	95,6 / 97,7 / 97,0 %	96,2 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 98,0 / 97,4 %	94,9 / 97,8 / 97,2 %	95,0 / 97,9 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %
$\eta$ con 100 % $P_{Ac,r}$ <sup>1)</sup>	95,6 / 97,9 / 97,3 %	96,2 / 98,0 / 97,5 %	96,6 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,4 %	95,1 / 98,0 / 97,5 %	95,0 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %					

<sup>1)</sup> Y con  $U_{mpp\ min.} / U_{dcr} / U_{mpp\ max.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí					
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia					
Seccionador CC	Sí					
Protección contra polaridad inversa	Sí					

INTERFACES	SYMO 3.0-3-S	SYMO 3.7-3-S	SYMO 4.5-3-S	SYMO 3.0-3-M	SYMO 3.7-3-M	SYMO 4.5-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)					
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda					
USB (Conector A) <sup>2)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB					
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net					
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)					
Datalogger y Servidor web	Incluido					
Input externo <sup>2)</sup>	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión					
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador					

<sup>2)</sup> También disponible en la versión light.

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc \text{ máx. 1}} / I_{dc \text{ máx. 2}}$ )	16 A / 16 A			
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> /MPP <sub>2</sub> )	24 A / 24 A			
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc \text{ mín.}}$ )	150 V			
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc \text{ arranque}}$ )	200 V			
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )	595 V			
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc \text{ máx.}}$ )	1.000 V			
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp \text{ mín.}} - U_{mpp \text{ máx.}}$ )	163 - 800 V	195 - 800 V	228 - 800 V	267 - 800 V
Número de seguidores MPP	2			
Número de entradas CC	2 + 2			
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc \text{ máx.}}$ )	10,0kW pico	12,0kW pico	14,0kW pico	16,4kW pico

DATOS DE SALIDA	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	5.000 W	6.000 W	7.000 W	8.200 W
Máxima potencia de salida	5.000 VA	6.000 VA	7.000 VA	8.200 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac \text{ máx.}}$ )	7,2 A	8,7 A	10,1 A	11,8 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)			
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)			
Coefficiente de distorsión no lineal	< 3 %			
Factor de potencia ( $\cos \varphi_{ac,r}$ )	0,85 - 1 ind. / cap.			

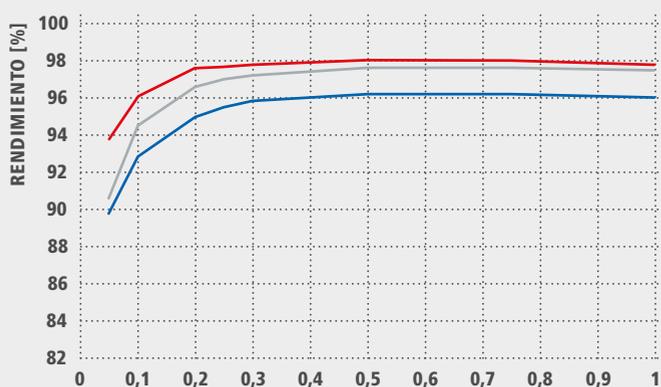
DATOS GENERALES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	645 x 431 x 204 mm			
Peso	19,9 kg			21,9 kg
Tipo de protección	IP 65			
Clase de protección	1			
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>1)</sup>	2 / 3			
Consumo nocturno	< 1 W			
Concepto de inversor	Sin Transformador			
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada			
Instalación	Instalación interior y exterior			
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C			
Humedad de aire admisible	0 - 100 %			
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)			
Tecnología de conexión CC	4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2 2)</sup>			
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm <sup>2 2)</sup>			
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-21, NRS 097			

<sup>1)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1.

<sup>2)</sup> 16 mm<sup>2</sup> sin necesidad de terminales de conexión.

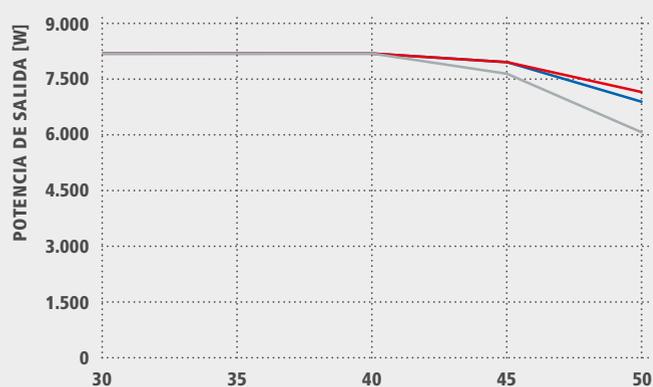
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 8.2-3-M



POTENCIA DE SALIDA NORMALIZADA  $P_{AC}/P_{AC,R}$  ■ 258 V<sub>DC</sub> ■ 595 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 8.2-3-M



TEMPERATURA AMBIENTE [°C] ■ 258 V<sub>DC</sub> ■ 595 V<sub>DC</sub> ■ 800 V<sub>DC</sub>

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (5.0-3-M, 6.0-3-M, 7.0-3-M, 8.2-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %			
Rendimiento europeo ( $\eta_{EU}$ )	97,3 %	97,5 %	97,6 %	97,7 %
$\eta$ con 5 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	84,9 / 91,2 / 85,9 %	87,8 / 92,6 / 87,8 %	88,7 / 93,1 / 89,0 %	89,8 / 93,8 / 90,6 %
$\eta$ con 10 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	89,9 / 94,6 / 91,7 %	91,3 / 95,6 / 93,0 %	92,0 / 95,9 / 94,7 %	92,8 / 96,1 / 94,5 %
$\eta$ con 20 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	93,2 / 96,7 / 95,4 %	94,1 / 97,1 / 95,9 %	94,5 / 97,3 / 96,3 %	95,0 / 97,6 / 96,6 %
$\eta$ con 25 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	93,9 / 97,2 / 96,0 %	94,7 / 97,5 / 96,5 %	95,1 / 97,6 / 96,7 %	95,5 / 97,7 / 97,0 %
$\eta$ con 30 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	94,5 / 97,4 / 96,5 %	95,1 / 97,7 / 96,8 %	95,4 / 97,7 / 97,0 %	95,8 / 97,8 / 97,2 %
$\eta$ con 50 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	95,2 / 97,9 / 97,3 %	95,7 / 98,0 / 97,5 %	95,9 / 98,0 / 97,5 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
$\eta$ con 75 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	95,3 / 98,0 / 97,5 %	95,7 / 98,0 / 97,6 %	95,9 / 98,0 / 97,6 %	96,2 / 98,0 / 97,6 %
$\eta$ con 100 % $P_{AC,r}$ <sup>1)</sup>	95,2 / 98,0 / 97,6 %	95,7 / 97,9 / 97,6 %	95,8 / 97,9 / 97,5 %	96,0 / 97,8 / 97,5 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %			

<sup>1)</sup> Y con  $U_{mpp\ min.} / U_{dcr} / U_{mpp\ máx.}$

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí			
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia			
Seccionador CC	Sí			
Protección contra polaridad inversa	Sí			

INTERFACES	SYMO 5.0-3-M	SYMO 6.0-3-M	SYMO 7.0-3-M	SYMO 8.2-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)			
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda			
USB (Conector A) <sup>2)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB			
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net			
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)			
Datalogger y Servidor web	Incluido			
Input externo <sup>2)</sup>	Interface S0-Meter / Input para la protección contra sobretensión			
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador			

<sup>2)</sup> También disponible en la versión light.

## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

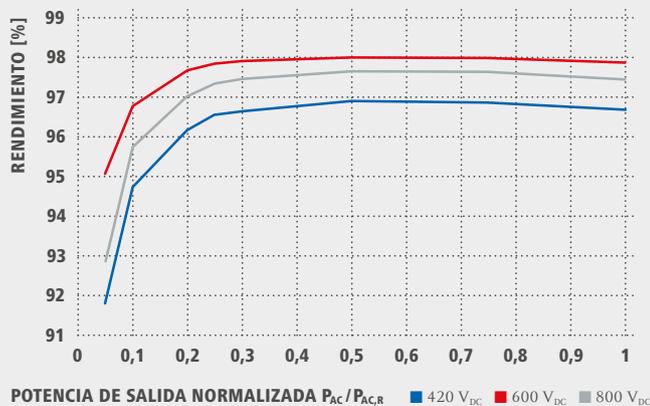
DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ( $I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$ )	27 A / 16,5 A <sup>1)</sup>		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ( $I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$ )	43,5 A		51,0 A		
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP <sub>1</sub> / MPP <sub>2</sub> )	40,5 A / 24,8 A		49,5 A / 40,5 A		
Mínima tensión de entrada ( $U_{dc\ mín.}$ )	200 V				
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )	200 V				
Tensión de entrada nominal ( $U_{dc,r}$ )	600 V				
Máxima tensión de entrada ( $U_{dc\ máx.}$ )	1.000 V				
Rango de tensión MPP ( $U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$ )	270 - 800 V	320 - 800 V		370 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP	2				
Número de entradas CC	3+3				
Máxima salida del generador FV ( $P_{dc\ máx.}$ )	15,0 kW <sub> peak</sub>	18,8 kW <sub> peak</sub>	22,5 kW <sub> peak</sub>	26,3 kW <sub> peak</sub>	30,0 kW <sub> peak</sub>
DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ( $P_{ac,r}$ )	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ( $\cos \phi_{ac,r}$ )	0 - 1 ind. / cap.				
DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	1				
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>2)</sup>	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

<sup>1)</sup> 14,0 A para tensiones < 420 V

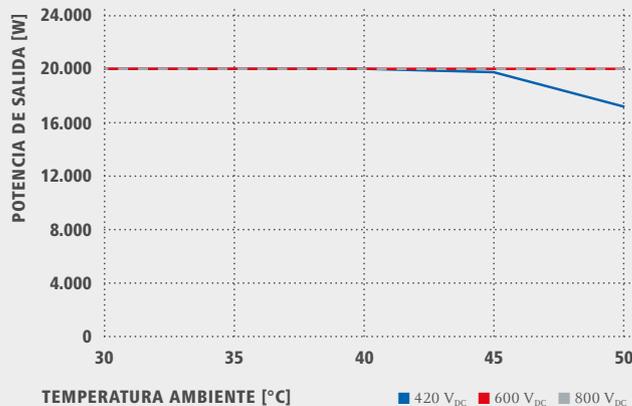
<sup>2)</sup> De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

## CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 20.0-3-M



## REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 20.0-3-M



## DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

RENDIMIENTO	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máximo rendimiento	98,0 %				
Rendimiento europeo ( $\eta_{EU}$ )	97,4%	97,6 %	97,8 %	97,8 %	97,9 %
$\eta$ con 5 % $P_{ac,r}^{1)}$	87,9 / 92,5 / 89,2 %	88,7 / 93,1 / 90,1 %	91,2 / 94,8 / 92,3 %	91,6 / 95,0 / 92,7 %	91,9 / 95,2 / 93,0 %
$\eta$ con 10 % $P_{ac,r}^{1)}$	91,2 / 94,9 / 92,8 %	92,9 / 96,1 / 94,6 %	93,4 / 96,0 / 94,4 %	94,0 / 96,4 / 95,0 %	94,8 / 96,9 / 95,8 %
$\eta$ con 20 % $P_{ac,r}^{1)}$	94,6 / 97,1 / 96,1 %	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,9 / 97,4 / 96,7 %	96,1 / 97,6 / 96,9 %	96,3 / 97,8 / 97,1 %
$\eta$ con 25 % $P_{ac,r}^{1)}$	95,4 / 97,3 / 96,6 %	95,6 / 97,6 / 97,0 %	96,2 / 97,6 / 97,0 %	96,4 / 97,8 / 97,2 %	96,7 / 97,9 / 97,4 %
$\eta$ con 30 % $P_{ac,r}^{1)}$	95,6 / 97,5 / 96,9 %	95,9 / 97,7 / 97,2 %	96,5 / 97,8 / 97,3 %	96,6 / 97,9 / 97,4 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
$\eta$ con 50 % $P_{ac,r}^{1)}$	96,3 / 97,9 / 97,4 %	96,4 / 98,0 / 97,5 %	96,9 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %
$\eta$ con 75 % $P_{ac,r}^{1)}$	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 98,0 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,8 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %
$\eta$ con 100 % $P_{ac,r}^{1)}$	96,5 / 98,0 / 97,6 %	96,5 / 97,8 / 97,6 %	97,0 / 98,1 / 97,7 %	96,9 / 98,1 / 97,6 %	96,8 / 98,0 / 97,6 %
Rendimiento de adaptación MPP	> 99,9 %				
EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Medición del aislamiento CC	Sí				
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia				
Seccionador CC	Sí				
Protección contra polaridad inversa	Sí				
INTERFACES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solar.web, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)				
6 inputs digitales y 4 inputs/outputs digitales	Interface receptor del control de onda				
USB (Conector A) <sup>2)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB				
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net				
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)				
Datalogger y Servidor web	Incluido				
Input externo <sup>2)</sup>	Interface SO-Meter / Input para la protección contra sobretensión				
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador				

<sup>1)</sup>  $\eta$  con  $U_{mpp\ min.} / U_{dc,r} / U_{mpp\ max.}$  <sup>2)</sup> También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

### SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite [www.fronius.com](http://www.fronius.com)

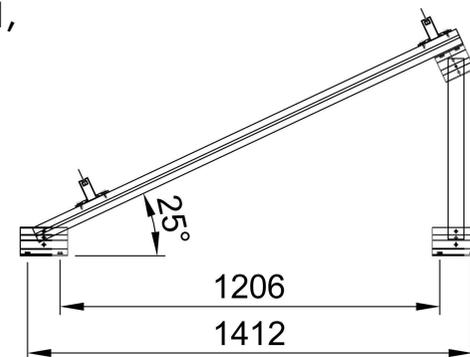
v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.  
Parque Empresarial LA CARPETANIA  
Miguel Faraday 2  
28906 Getafe (Madrid)  
España  
Teléfono +34 91 649 60 40  
Fax +34 91 649 60 44  
pv-sales-spain@fronius.com  
www.fronius.es

Fronius International GmbH  
Froniusplatz 1  
4600 Wels  
Austria  
Teléfono +43 7242 241-0  
Fax +43 7242 241-953940  
pv-sales@fronius.com  
www.fronius.com

# 14V

## Soporte inclinado abierto para cubierta plana, vertical

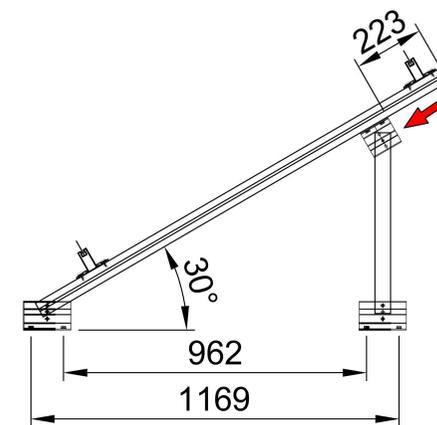


### Válido para:

- Cubierta plana de hormigón, subestructura.
- Soporte premontado.
- Anclaje a hormigón.
- Soporte más robusto lo que permite ir a luces entre pórticos más largas.

- Tornillería de anclaje NO incluida

Disponibilidad de tuercas antirrobo.  
Material 100% reciclable.  
Cómoda instalación.



Distancia máxima entre pórticos: ≤2500 mm.

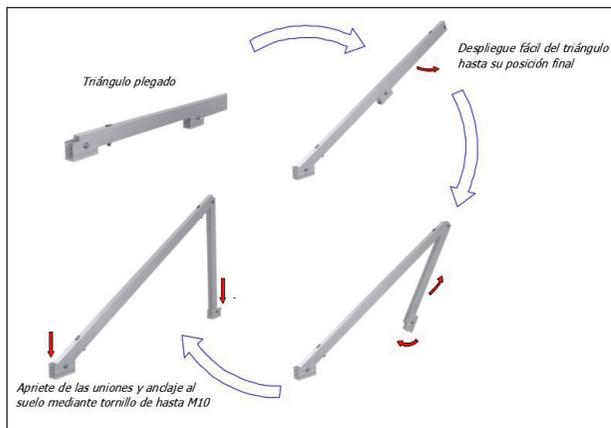
### El kit incluye:

Triángulos 14V  
Perfiles G2  
Uniones UG2  
Presores laterales  
Presores centrales  
Arriostramientos

Número de paneles

Vertical:  
de 1 a 6 módulos  
Inclinaciones:  
25° - 30°

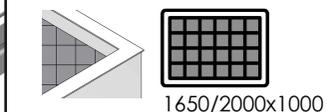
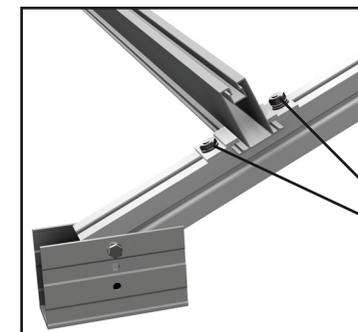
Para módulos de 60 y 72 células (1650/2000x1000) de 33 a 50 mm de espesor.



- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada
- Distribuir los módulos para que su colocación sea simétrica a lo largo del soporte y dejando los sobrantes en los extremos.
- Los presores no se deben apretar con máquinas de impacto.
- Para el montaje de los arriostramientos consultar detalle de montaje en menú "Detalles y Accesorios"

### Par de apriete:

Tornillo Presor	7 Nm
Tornillo M8 Hexagonal	20 Nm
Tornillo M10 Hexagonal	40 Nm
Tornillo M6,3 Hexagonal	10 Nm



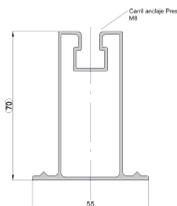
Detalle unión Guía a módulos a pórtico  
Tornillería de anclaje M10

Viento 150 Km/h

MATERIALES Perfilería de aluminio EN AW 6005A T6  
TORNILLERÍA Tornillería acero inoxidable A2-70

- Comprobar el buen estado de la cubierta y la capacidad portante de la misma.
- Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada

Para más información consultar



Perfil compatible: G2

Herramientas necesarias:



Seguridad:



## Cables 0,6/1 kV RV-K 0,6/1 kV



### Descripción

Los cables RV-K 0,6/1kV son los indicados para el transporte y distribución de energía eléctrica en baja tensión. Recomendado para conexiones industriales, acometidas, distribución interna y otras instalaciones fijas. Adecuados para instalaciones en interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

Dada su gran flexibilidad son muy apropiados para instalaciones complejas y de gran dificultad.

Normas de Referencia: UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502

### Aplicaciones

Según el REBT 2002, para las siguientes instalaciones:

- ITC-BT 07 Redes subterráneas para distribución en baja tensión
- ITC-BT 09 Redes de alimentación subterránea para instalaciones de alumbrado exterior
- ITC-BT 11 Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas subterráneas
- ITC-BT 20 Instalaciones interiores o receptoras
- ITC-BT 30 Instalaciones en locales de características especiales

Adecuados para instalaciones interiores y exteriores, sobre soportes al aire, en tubos o enterrados.

### Características Técnicas

1. Conductor	Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
2. Aislamiento	Polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502-1
3. Cubierta	PVC tipo DMV-18 según UNE 21123, HD 603 S1 e IEC 60502
Tensión nominal	0,6/1 kV
Tensión de ensayo	3.500 V C.A.
Temperatura máxima	90 °C

#### Otras características

Resistencia UV: ensayo climático según UNE 211605

Color según UNE 21089 y HD 308 S2 (marcados con colores para menos de cinco conductores), UNE-EN 50334 y EN 50334 (marcados por inscripción para más de cinco conductores)

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1-2, EN 60332-1-2 e IEC 60332-1-2

El uso de polietileno reticulado (XLPE) admite una mayor densidad de corriente, a igualdad de sección, respecto al aislamiento con PVC

Clasificación CPR según EN 50575

**Dimensiones**

Sección (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Clase
1x1,5	13,3	5,65	35	Eca
1x2,5	7,98	6,05	45	Eca
1x4	4,95	5,90	61	Eca
1x6	3,3	6,55	82	Eca
1x10	1,91	7,30	120	Eca
1x16	1,21	8,50	178	Eca
1x25	0,78	10,25	255	Eca
1x35	0,554	11,55	351	Eca
1x50	0,386	13,10	487	Eca
1x70	0,272	15,05	674	Eca
1x95	0,206	17,60	901	Eca
1x120	0,161	19,40	1.127	Eca
1x150	0,129	21,80	1.410	Eca
1x185	0,106	23,60	1.728	Eca
1x240	0,0801	26,80	2.239	Eca
1x300	0,0641	29,90	2.790	Eca
1x400	0,0486	33,20	3.632	Eca
1x500	0,0384	40,00	4.882	Eca
1x630	0,0287	48,00	6.504	Eca
2x1,5	13,3	8,25	92	Eca
2x2,5	7,98	9,10	120	Eca
2x4	4,95	10,05	158	Eca
2x6	3,3	11,20	209	Eca
2x10	1,91	12,80	306	Eca
2x16	1,21	16,50	532	Eca
2x25	0,78	20,80	786	Eca
2x35	0,554	22,60	1.014	Eca
2x50	0,386	25,70	1.409	Eca
3G1,5	13,3	8,85	109	Eca
3G2,5	7,98	9,70	145	Eca
3G4	4,95	10,90	198	Eca
3G6	3,3	11,95	260	Eca

Sección (mm <sup>2</sup> )	Resistencia a 20 °C (Ohm/km)	Diámetro Exterior (mm)	Peso (kg/km)	Clase
3G10	1,91	13,70	390	Eca
3x16	1,21	17,55	663	Eca
3x25	0,78	22,05	978	Eca
3x35	0,554	24,30	1.296	Eca
3x50	0,386	27,60	1.799	Eca
3x70	0,272	31,80	2.400	Eca
3x95	0,206	35,90	3.178	Eca
3x120	0,161	41,80	4.067	Eca
4G1,5	13,3	9,60	132	Eca
4G2,5	7,98	10,60	175	Eca
4G4	4,95	11,80	239	Eca
4G6	3,3	13,20	323	Eca
4G10	1,91	15,20	488	Eca
4x16	1,21	19,10	813	Eca
4x25	0,78	24,00	1.193	Eca
4x35	0,5554	27,15	1.609	Eca
4x50	0,386	30,75	2.244	Eca
4x70	0,272	35,30	3.124	Eca
4x95	0,206	42,50	4.303	Eca
4x120	0,161	46,60	5.237	Eca
5G1,5	13,3	10,40	152	Eca
5G2,5	7,98	11,40	206	Eca
5G4	4,95	12,90	284	Eca
5G6	3,3	14,50	388	Eca
5G10	1,91	16,80	597	Eca
5G16	1,21	20,85	965	Eca
5G25	0,78	26,60	1.478	Eca
5G35	0,5554	29,60	1.936	Eca
5G50	0,386	34,00	2.751	Eca
5G70	0,272	40,00	3.852	Eca
5G95	0,206	45,00	4.879	Eca

Los datos contenidos en esta página, son meramente informativos, no constituyendo compromiso contractual de ningún tipo por parte de Cables RCT. 24 junio 2021  
 Así mismo Cables RCT, dentro de su proceso de mejora continua, se reserva el derecho de modificar sus especificaciones técnicas sin previo aviso.

## gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

La principal novedad que ofrecen estos productos es la tensión asignada de 1000 V DC y 600 V DC. Están destinados principalmente a ofrecer una solución de protección compacta, segura y económica en instalaciones fotovoltaicas, donde, debido al constante incremento de potencia y la evolución tecnológica, es común que se precise proteger grupos de paneles solares que pueden alcanzar tensiones superiores a 800 V DC. También pueden utilizarse como protección en instrumentación y como protección de circuitos auxiliares en ferrocarriles. Proporcionan protección contra sobrecargas y cortocircuitos (clase gPV de acuerdo a la nueva Norma IEC60269-6). Están contruidos con tubo cerámico de alta resistencia a la presión interna y a los choques térmicos lo que permite un alto poder de corte en un reducido espacio. Los contactos están realizados en cobre plateado y los elementos de fusión son de plata, lo que evita el envejecimiento y mantiene inalterables las características. Para la instalación de estos fusibles se recomienda la utilización de las bases modulares PMF 1000 V en versión unipolar o bipolar (con o sin indicador de fusión).

[www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/cilindricos/](http://www.df-sa.es/es/fotovoltaicos/fusibles/cilindricos/)

10x38

1000V  
DC

$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1	491601	30	10/100
2	491602	30	10/100
3	491604	30	10/100
4	491605	30	10/100
5	491606	30	10/100
6	491610	30	10/100
8	491615	30	10/100
10	491620	30	10/100
12	491625	30	10/100
15	491629	30	10/100
16	491630	30	10/100
20	491635	30	10/100



600V  
DC

1	491901	30	10/100
2	491902	30	10/100
3	491904	30	10/100
4	491905	30	10/100
5	491906	30	10/100
6	491910	30	10/100
8	491915	30	10/100
10	491920	30	10/100
12	491925	30	10/100
15	491929	30	10/100
16	491930	30	10/100
20	491935	30	10/100
25	491940	30	10/100
30	491944	30	10/100
32	491945	30	10/100



14x51

1000V  
DC

25	491650	30	10/50
32	491655	30	10/50



NORMAS  
IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 2579

HOMOLOGACIONES  
Cd-Pb FREE  
RoHS compliant

TECNICO  
CARACTERISTICAS t-I  
PAGINA 11

TECNICO  
COEFICIENTE REDUCCION  
POR TEMPERATURA  
AMBIENTE  
PAGINA 14

COMPATIBLE  
PV BASES PARA  
APLICACIONES  
FOTOVOLTAICAS  
PAGINA 07

COMPATIBLE  
CONTACTO PINZA PARA  
FUSIBLES Ø10  
PAGINA 09

## gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS

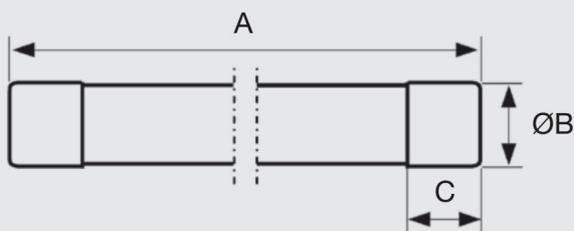
10x85	$I_n$ (A)	REFERENCIA	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE Unid./CAJA
1500V DC	2	492202	10	4/24
	4	492205	10	4/24
	6	492210	10	4/24
	8	492215	10	4/24
	10	492220	10	4/24
	12	492225	10	4/24
1200V DC	16	492230	10	4/24
	20	492235	10	4/24
	25	492240	10	4/24



492225

## TECNICO gPV FUSIBLES CILINDRICOS PARA APLICACIONES FOTOVOLTAICAS DIMENSIONES

10x38  
14x51  
10x85



TAMAÑO	A	B	C
10x38	38	10,3	10
14x51	51	14,3	10
10x85	85	10,3	10

NORMAS  
IEC 60269-1  
IEC 60269-6  
UL 2579

HOMOLOGACIONES  
Cd-Pb FREE  
RoHS compliant

TECNICO  
CARACTERISTICAS t-I  
PAGINA 12

TECNICO  
COEFICIENTE REDUCCION  
POR TEMPERATURA  
AMBIENTE  
PAGINA 14

COMPATIBLE  
CONTACTO PINZA PARA  
FUSIBLES Ø10  
PAGINA 09



MUN416A

### Interruptor automático magnetotérmico serie MU, 4P, 32A, curva C, 6KA

Interruptor automático magnetotérmico hager serie MU, 4P, 32A, curva C, poder de corte 6000A según UNE EN 60898-1. Certificado AENOR.

#### Características técnicas

#### Arquitectura

Número de polos protegidos	4
Número de polos	4 P
Tipo de polos	4 P
Curva	C

#### Funciones

Con corte del neutro	no
----------------------	----

#### Conectividad

Alineamiento de los bornes superiores para aparatos modulares	Bornes alineados
Alineamiento de los bornes inferiores para aparatos modulares	Bores alineados

#### Principales características eléctricas

Poder de corte asignado	6 kA
Tensión asignada de empleo en alterna	230 / 400 V
Tipo de tensión de alimentación	AC
Frecuencia asignada	50/60 Hz

#### Tensión

Tensión asignada de aislamiento	500 V
Tensión soportada al impulso asignada	4000 V

#### Corriente eléctrica

Corriente asignada nominal	32 A
Poder de corte de servicio según EN60898	6 kA
Valor mín/máx de funcionamiento del relé térmico en c.a.	1,13 / 1,45 In
Valor umbral mín/máx relé magnético en c.a.	5 / 10 In
Valor umbral mín/máx funcionamiento del relé térmico en c.c	7 / 15 In
Valor del nivel mín/máx de funcionamiento del relé térmico en c.c	1,13 / 1,45 In
Poder corte 1 polo 400V (EN60947-2)	3 kA
Poder de corte asignado	6 kA
Poder corte último en c.a. 400V (EN 60947-2)	10 kA
Poder corte último en c.a. 415V (EN 60947-2)	10 kA

**Corriente/temperatura**

Corriente asignada a -25°C	39,9 A
Corriente asignada a -20°C	39,3 A
Corriente asignada a -15°C	38,6 A
Corriente asignada a -10°C	37,9 A
Corriente asignada a -5°C	37,2 A
Corriente asignada a 0°C	36,5 A
Corriente asignada a 5°C	35,8 A
Corriente asignada a 10°C	35,1 A
Corriente asignada a 15°C	34,4 A
Corriente asignada a 20° C	33,6 A
Corriente asignada a 25°C	32,8 A
Corriente asignada a 30° C	32 A
Corriente asignada a 35° C	31,1 A
Corriente asignada a 40° C	30,3 A
Corriente asignada a 45° C	29,3 A
Corriente asignada a 50° C	28,4 A
Corriente asignada a 55° C	27,4 A
Corriente asignada a 60° C	26,4 A
Corriente asignada a 65°C	25,3 A
Corriente asignada a 70° C	24,2 A

**Coefficiente de corrección de la corriente**

Coefficiente de corrección de la corriente nominal para 2 aparatos yuxtapuestos:	1
Coefficiente de corrección de la corriente nominal para 3 aparatos yuxtapuestos:	0,95
Coefficiente de corrección de la corriente para 4 y 5 aparatos yuxtapuestos:	0,9
Coefficiente de corrección de la corriente nominal para 6 aparatos yuxtapuestos:	0,85
Coefficiente de corrección disparo magnético a 100Hz	1,1
Coefficiente de corrección disparo magnético a 200Hz	1,2
Coefficiente de corrección disparo magnético a 400Hz	1,5
Coefficiente de corrección disparo magnético a 60Hz	1

**Frecuencia**

Frecuencia	50 a 60 Hz
------------	------------

**Potencia**

Potencia total disipada en condiciones de Intensidad nominal	17,6 W
Potencia disipada por polo	3,9 W

**Endurancia**

Endurancia eléctrica en número de ciclos	4000
Endurancia mecánica en número de maniobras	20000

### Dimensiones

Profundidad del producto instalado	70 mm
Altura del producto instalado	83 mm
Anchura del producto instalado	70 mm

### Instalación, montaje

Tipo de conexión superior para aparatos modulares	Borne con tornillos
Par de apriete	2, 8 Nm
Tipo de conexión inferior para aparatos modulares	Borne doble conexión

### Conexión

Sección de conexión en cable flexible	1 / 25 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión en cable rígido	1 / 35 mm <sup>2</sup>
Sec. conex. born. sup. e inf. cable ríg.	1 / 35 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión de bornes de montante con tornillo	1 / 25 mm <sup>2</sup>
Tipo de conexión	Borne de jaula con tornillo

### Normas

Norma	EN 60898-1
-------	------------

### Seguridad

Índice de protección IP	IP20
-------------------------	------

### Condiciones de uso

Temperatura de funcionamiento	-25...70 °C
Grado de polución / IEC60664/IEC60947-2	2
Clase de limitación de energía I <sup>2</sup> t	3
Altitud	2000 m
Tropicalización/humedad/protección	Todos los climas
Temperatura de almacenamiento/transporte	-25...80 °C



CPH440M

### Interruptor diferencial tipo A superinmunizado, selectivo, 4P, 40A, 300mA

Interruptor diferencial hager tipo A superinmunizado, selectivo, 4 polos, intensidad nominal 40A, 300mA de sensibilidad. Conforme a la norma UNE EN 61008. Certificación AENOR

#### Características técnicas

##### Arquitectura

Posición del neutro	Derecha
Número de polos	4 P
Montaje	rail DIN

##### Compatibilidad

Compatible con montaje sobre perfil DIN	si
---	----

##### Principales características eléctricas

Tensión asignada de empleo en alterna	230 / 400 V
Frecuencia asignada	50 Hz

##### Tensión

Tensión asignada de aislamiento	500 V
Tensión soportada al impulso asignada	4000 V

##### Corriente eléctrica

Corriente diferencial asignada	300 mA
Corriente asignada nominal	40 A
Resistencia a la onda de corriente 8/20 $\mu$ s	5 kA
Poder de cierre y de corte	1,5 kA
Corriente condicional de cortocircuito asignada Inc según EN 61008-1	6 kA

**Corriente/temperatura**

Corriente asignada a -25°C	40 A
Corriente asignada a -20°C	40 A
Corriente asignada a -15°C	40 A
Corriente asignada a -10°C	40 A
Corriente asignada a -5°C	40 A
Corriente asignada a 0°C	40 A
Corriente asignada a 5°C	40 A
Corriente asignada a 10°C	40 A
Corriente asignada a 15°C	40 A
Corriente asignada a 20° C	40 A
Corriente asignada a 25°C	40 A
Corriente asignada a 30° C	40 A
Corriente asignada a 35° C	40 A
Corriente asignada a 40° C	40 A
Corriente asignada a 45° C	40 A
Corriente asignada a 50° C	40 A
Corriente asignada a 55° C	40 A
Corriente asignada a 60° C	40 A
Corriente asignada a 65°C	40 A
Corriente asignada a 70° C	40 A

**Frecuencia**

Frecuencia	50 Hz
------------	-------

**Potencia**

Potencia total disipada en condiciones de Intensidad nominal	7,2 W
Potencia disipada por polo	2,1 W

**Disparo**

Protegido contra disparos intempestivos	si
Disparo rápido (Short time)	si

**Endurancia**

Endurancia eléctrica en número de ciclos	2000
Endurancia mecánica en número de maniobras	4000

**Dimensiones**

Profundidad del producto instalado	70 mm
Altura del producto instalado	83 mm
Anchura del producto instalado	70 mm
Dimensiones de construcción (DIN 43880)	1

### Instalación, montaje

Tipo de conexión superior para aparatos modulares	Borne con tornillos
Par de apriete	2,8 Nm
Tipo de clip superior para aparatos modulares	No aplica
Tipo de clip de fijación a perfil DIN para aparatos modulares	Metálico
Tipo de conexión inferior para aparatos modulares	Borne doble conexión
Desmontabilidad superior para aparatos modulares	no
Desmontabilidad inferior para aparatos modulares	no

### Conexión

Sección de conexión de cable rígido en bornes de tornillo en la parte superior	1 / 25 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión en cable flexible	16 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión en cable rígido	25 mm <sup>2</sup>
Sec. conex. bornes sup. en cable rígido	1 / 25 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión de bornes de tornillo en montante con cable flexible	1 / 16 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión de bornes de montante con tornillo	1 / 16 mm <sup>2</sup>
Tipo de conexión	Borne de jaula con tornillo

### Normas

Norma	EN 61008-1
-------	------------

### Seguridad

Índice de protección IP	IP20
Tipo de protección diferencial	A HI

### Condiciones de uso

Temperatura de funcionamiento	-25...40 °C
Grado de polución / IEC60664/IEC60947-2	2
Altitud	2000 m
Temperatura de almacenamiento/transporte	-55...70 °C