



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

# INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 24,60KW PARA AUTOCONSUMO EN UN BAR

**Autor:**

**Enrique Herrero Sanfélix**

[Enhersa1@etsid.upv.es](mailto:Enhersa1@etsid.upv.es)

Trabajo final del Grado en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA - ETSID

**Tutor:**

**Juan Ángel Saiz Jimenez**

[jasaz@die.upv.es](mailto:jasaz@die.upv.es)

**Situación de la instalación:**

**Camino la carretera 5BJ**

**Raiguero de Poniente, La aparecida**

**03311 ORIHUELA (ALICANTE)**

# ÍNDICE DE CONTENIDO:

DOCUMENTO 01: MEMÓRIA DESCRIPTIVA.....	6
1. PREÁMBULO .....	6
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN .....	6
3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO .....	7
4. DESCRIPCIÓN DEL LOCAL.....	7
5. DESCRIPCIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA .....	8
6. POTENCIA INSTALADA .....	9
7. CONSUMOS .....	10
7.1 CONSUMOS MES A MES .....	12
8. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	36
8.1 ESPACIO DISPONIBLE .....	36
8.2 DISPOSICIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS .....	37
9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS .....	39
9.1 PANEL.....	39
9.2 INVERSOR.....	40
10. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN.....	40
10.1 CALCULOS DE CONEXIÓN.....	40
10.2 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR .....	43
10.3 CABLEADO DE TIERRA.....	49
10.4 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES .....	49
10.5 CÁLCULO DE TOMA A TIERRA .....	49
10.6 TOMA A TIERRA DEL INVERSOR.....	50
10.7 TOMA A TIERRA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	51
10.8 ENERGÍA GENERADA.....	52
10.9 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS.....	52
10.10 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA .....	52
10.11 RESULTADOS OBTENIDOS.....	53
11. ESTUDIO DE AUTOCONSUMO .....	66
12. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA ESTRUCTURA ESPECIAL.....	68
13. CÁLCULO DE CARGAS .....	69
14. AHORRO EN EMISIONES DE <b>CO2</b> .....	74
15. ESTUDIO ECONÓMICO.....	75
16. COSTE DE LA INSTALACIÓN Y BALANCE ECONÓMICO.....	82

16.1 COSTE DE LA INSTALACIÓN.....	82
16.2 BALANCE ECONÓMICO .....	82
16.3 BONIFICACIONES .....	82
17. MONITORIZACIÓN .....	83
18. FORMALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN .....	88
18.1 LICENCIA DE OBRA.....	88
18.2 ACCESO Y COEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA.....	89
18.3 REGISTRO DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN .....	90
DOCUMENTO 02: PLIEGO DE CONDICIONES.....	91
1. OBJETO .....	91
2. COMPROBACIONES INICIALES .....	91
3. MEDICIÓN DE UNIDADES .....	91
4. SEÑALIZACIÓN .....	92
5. COMPONENTES Y MATERIALES .....	92
6. CABLEADO .....	92
7. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA.....	93
8. INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....	93
9. INSTALACIÓN DEL INVERSOR.....	94
10. INSTALACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA.....	95
DOCUMENTO 03: PRESUPUESTO .....	96
DOCUMENTO 04: PLANOS .....	97
ANEXO 1 .....	106
ANEXO 2 .....	109
ANEXO 3 .....	120

## **ÍNDICE DE ILUSTRACIONES:**

Ilustración 1. Distribución de los periodos de Iberdrola .....	9
Ilustración 2. Acceso a consumos I-DE paso 1. ....	11
Ilustración 3. Acceso a consumos I-DE paso 2. ....	11
Ilustración 4. Acceso a consumos I-DE paso 3. ....	12
Ilustración 5. Espacio disponible para la instalación.....	36
Ilustración 6. Inclinación de los paneles.....	37
Ilustración 7. Azimut de los paneles.....	37
Ilustración 8. Diseño en 3D parte 1. ....	38
Ilustración 9. Diseño en 3D parte 2. ....	38
Ilustración 10. Diseño en 3D parte 3. ....	39
Ilustración 11. Mapa de vientos. ....	70
Ilustración 12. Información general de la monitorización. ....	83
Ilustración 13. Flujo de energía de la instalación.....	84
Ilustración 14. Gestión de energía de la instalación. ....	84
Ilustración 15. Rendimiento energético de la instalación.....	85
Ilustración 16. Alarmas en tiempo real. ....	85
Ilustración 17. Beneficios medioambientales. ....	85
Ilustración 18. Predicción meteorológica.....	86
Ilustración 19. Datos del dispositivo en tiempo real.....	86
Ilustración 20. Información básica y detalles de la cadena.....	86
Ilustración 21. Alarmas en tiempo real. ....	87
Ilustración 22. Alarmas históricas. ....	87
Ilustración 23. Información histórica. ....	87
Ilustración 24. Estado de todas las instalaciones.....	88

## **ÍNDICE DE TABLAS:**

Tabla 1. Cambios en la tarifa eléctrica de Iberdrola. ....	9
Tabla 2. Receptores eléctricos tipo máquina. ....	10
Tabla 3. Receptores eléctricos tipo alumbrado. ....	10
Tabla 4. Días tipo de consumo enero. ....	13
Tabla 5. Días tipo de consumo febrero. ....	15
Tabla 6. Días tipo de consumo marzo. ....	17
Tabla 7. Días tipo de consumo abril. ....	19
Tabla 8. Días tipo de consumo mayo. ....	21
Tabla 9. Días tipo de consumo mayo. ....	23
Tabla 10. Días tipo de consumo julio. ....	25
Tabla 11. Días tipo de consumo agosto. ....	27
Tabla 12. Días tipo de consumo agosto. ....	27
Tabla 13. Días tipo de consumo septiembre. ....	29
Tabla 14. Días tipo de consumo octubre. ....	31
Tabla 15. Días tipo de consumo noviembre. ....	33
Tabla 16. Días tipo de consumo noviembre. ....	35
Tabla 17. Resumen de características del panel. ....	39
Tabla 18. Resumen de características del inversor. ....	40
Tabla 19. Selección conductores de protección según ITC-BT-18. ....	49
Tabla 20. Estimación de pérdidas energéticas. ....	52
Tabla 21. Energía producida enero. ....	54
Tabla 22. Energía producida febrero. ....	55
Tabla 23. Energía producida marzo. ....	56
Tabla 24. Energía producida abril. ....	57
Tabla 25. Energía producida mayo. ....	58
Tabla 26. Energía producida junio. ....	59
Tabla 27. Energía producida julio. ....	60
Tabla 28. Comparativa consumo/producción julio. ....	60
Tabla 29. Energía producida agosto. ....	61
Tabla 30. Energía producida septiembre. ....	62
Tabla 31. Energía producida octubre. ....	63
Tabla 32. Energía producida noviembre. ....	64
Tabla 33. Energía producida diciembre. ....	65
Tabla 34. Comparativa consumo/producción diciembre. ....	65
Tabla 35. Estudio de autoconsumo parte 1. ....	67
Tabla 36. Estudio de autoconsumo parte 2. ....	67
Tabla 37. Resultado del estudio de autoconsumo. ....	68
Tabla 38. Grado de aspereza del entorno. ....	71
Tabla 39. Valor del coeficiente eólico. ....	72
Tabla 40. Valor de la carga máxima uniforme. ....	74
Tabla 41. Precio de la energía y periodo correspondiente. ....	76
Tabla 42. Ahorro mensual por energía consumida parte 1. ....	77
Tabla 43. Ahorro mensual por energía consumida parte 2. ....	78
Tabla 44. Ahorro mensual por energía consumida parte 3. ....	79
Tabla 45. Ahorro anual por energía consumida. ....	80

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS:**

Gráfica 2. Consumo mensual enero de Iberdrola.....	13
Gráfica 3. Días tipo de consumo enero.....	14
Gráfica 4. Consumo mensual febrero de Iberdrola.....	14
Gráfica 5. Días tipo de consumo enero.....	15
Gráfica 6. Consumo mensual marzo de Iberdrola.....	16
Gráfica 7. Días tipo de consumo marzo.....	17
Gráfica 8. Consumo mensual abril de Iberdrola.....	18
Gráfica 9. Días tipo de consumo abril.....	19
Gráfica 10. Consumo mensual mayo de Iberdrola.....	20
Gráfica 11. Días tipo de consumo mayo.....	21
Gráfica 12. Consumo mensual junio de Iberdrola.....	22
Gráfica 13. Días tipo de consumo mayo.....	23
Gráfica 14. Consumo mensual julio de Iberdrola.....	24
Gráfica 15. Días tipo de consumo julio.....	25
Gráfica 16. Consumo mensual agosto de Iberdrola.....	26
Gráfica 17. Consumo mensual septiembre de Iberdrola.....	28
Gráfica 18. Días tipo de consumo septiembre.....	29
Gráfica 19. Consumo mensual octubre de Iberdrola.....	30
Gráfica 20. Días tipo de consumo octubre.....	31
Gráfica 21. Consumo mensual noviembre de Iberdrola.....	32
Gráfica 22. Días tipo de consumo noviembre.....	33
Gráfica 23. Consumo mensual diciembre de Iberdrola.....	34
Gráfica 24. Días tipo de consumo noviembre.....	35
Gráfica 25. Comparativa consumo/producción enero.....	54
Gráfica 26. Comparativa consumo/producción febrero.....	55
Gráfica 27. Comparativa consumo/producción marzo.....	56
Gráfica 28. Comparativa consumo/producción abril.....	57
Gráfica 29. Comparativa consumo/producción mayo.....	58
Gráfica 30. Comparativa consumo/producción junio.....	59
Gráfica 31. Comparativa consumo/producción julio.....	61
Gráfica 32. Comparativa consumo/producción septiembre.....	62
Gráfica 33. Comparativa consumo/producción septiembre.....	63
Gráfica 34. Comparativa consumo/producción noviembre.....	64
Gráfica 35. Precio de la energía.....	75
Gráfica 36. Precio de la energía excedentaria.....	80
Gráfica 37. Ahorro anual por energía excedentaria.....	81
Gráfica 38. Beneficio total anual.....	81

# DOCUMENTO 01: MEMÓRIA DESCRIPTIVA

## 1. PREÁMBULO

El presente proyecto tiene la finalidad de realizar un estudio detallado del conjunto del equipamiento de un bar ubicado en La Aparecida para poder implementar, de la manera más eficiente posible, una instalación fotovoltaica de autoconsumo conectada a red.

En concreto, el proyecto incluirá un estudio de la radiación mensual esperada en el lugar donde se llevará a cabo junto con una comparativa de las curvas de potencia consumidas por la instalación, la producción llevada a cabo, diferenciando entre la potencia autoconsumida y los excedentes que se inyectarán a la red teniendo en cuenta la legislación vigente, un estudio de la instalación de baja tensión incluyendo las protecciones necesarias y, por último, un estudio sobre el coste de la instalación, el tiempo de amortización de la misma y el ahorro en emisiones de  $CO_2$ . Se incluirá un análisis de los pasos a seguir para la realización de los trámites legales que permiten la realización de una instalación fotovoltaica en la Comunidad Valenciana y la compensación de la energía excedentaria proveniente de la misma: el proceso de obtención de la licencia de obra, el registro de la instalación de baja tensión y la obtención del permiso de acceso y conexión de Iberdrola.

Este proceso de obtención de energía eléctrica resulta increíblemente interesante, puesto que permite un notable ahorro económico, reduciendo la facturación eléctrica anual, además de una considerable reducción de agentes contaminantes, en particular de dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno y otros.

Así pues, es de interés general llevar a cabo este tipo de proyectos para todo tipo de industrias y locales con el fin de reafirmar y concienciar de la importancia de las instalaciones solares fotovoltaicas como fuentes de energía renovable.

## 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN

Con carácter previo a la exposición del proyecto instalación solar fotovoltaica en el bar resulta necesario enmarcar la legislación aplicable:

Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. De aplicación a: Instalaciones de potencia inferior a 100 kW (Art. 2)

Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia. De aplicación a: Instalaciones de potencia inferior a 100 kW (Art. 2)

Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación y sus modificaciones.

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.

Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Ley 39/2015, de 1 de octubre, reguladora del Procedimiento Administrativo Común de las Administraciones Públicas, por el que se regula el permiso de obras (Art. 69).

DECRETO LEY 14/2020, de 7 de agosto, del Consell, de medidas para acelerar la implantación de instalaciones para el aprovechamiento de las energías renovables por la emergencia climática y la necesidad de la urgente reactivación económica.

### 3. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

El presente proyecto tiene lugar en un bar llamado “Bar la Cabra”. Ubicado en el Camino La Carretera 5bj, en el término municipal de Raiguero de Poniente, Alicante.

La altura útil aproximada del edificio es de 6 m y la superficie total útil consta de 120 m<sup>2</sup>. La cubierta sobre la que se realizará la instalación es un tejado a tres aguas con una inclinación en cada una de las aguas de 10º.

Se muestra la ubicación del emplazamiento en el apartado de planos.

### 4. DESCRIPCIÓN DEL LOCAL

El bar presenta dos zonas marcadas: Por un lado, la zona donde se encuentra la cocina, en la que se encuentra la mayor parte de la potencia instalada.

Por otro lado, está la zona habilitada a los comensales que consta de un amplio espacio para poder situar las mesas de los clientes donde se pueden localizar algunos aparatos habituales en este tipo de locales.

Finalmente, se identifica la parte superior del local como una vivienda donde podemos encontrar una terraza exterior junto con una caseta a la que no tienen acceso los clientes, en este lugar se ubican múltiples electrodomésticos y la caja de protecciones del local y la vivienda. Esta terraza será el acceso de los operarios al tejado siempre que sea necesario.

## 5. DESCRIPCIÓN DE LA FACTURACIÓN ELÉCTRICA

En las facturas eléctricas aparece información necesaria para la realización de trámites administrativos. Entre esta información se encuentra el DNI, el nombre y apellidos del cliente, el tipo de factura, la potencia contratada, los consumos históricos y el CUPS.

CUPS son siglas de Código Universal de Punto de Suministro. Es un código permanente e invariable que está formado por 20 o 22 dígitos con el fin de identificar el lugar en el que se recibe energía.

El local sobre el que vamos a realizar el estudio tiene una factura con tarifa 3.0A, con discriminación horaria tipo 3P y una potencia contratada fraccionada en tres periodos siendo PP la punta, PLL el llano y PV el valle. En este tipo de facturas, los costes de la energía varían en función de la hora en la se demanda.

En nuestro caso, la potencia contratada corresponde a 10kW para el periodo de punta y llano y 15,1 kW para el valle.

En el presente proyecto ocultaremos información sensible sobre cliente que aparezca en la facturación o en los trámites administrativos por la ley de protección de datos.

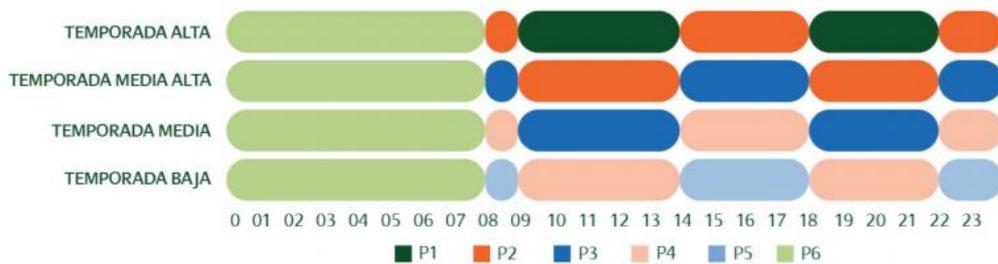
Se muestra la factura eléctrica en el Anexo 1.

Desde el 1 de junio de 2021, se han modificado las tarifas eléctricas y los precios y condiciones de estas. Por este motivo y salvo que se hayan producido cambios no notificados de la tarifa por parte del cliente, actualmente se considerará 3.0TD, fraccionada en 6 periodos donde P1 se mantendrá como el valor de potencia contratado anteriormente para potencia en punta, de los periodos P2 a P5 tendrán el mismo valor que la potencia llano anterior y el periodo P6 mantendrá el valor de la potencia valle. Los periodos varían por temporadas, considerándose temporada alta los meses de enero, febrero, julio y diciembre, temporada media-alta los meses de marzo y noviembre, temporada media los meses de junio, agosto y septiembre y, por último, temporada baja los meses de abril, mayo y octubre. Se adjunta la tabla resumen y grafica de distribución de los periodos presentada por Iberdrola con los nuevos cambios.

PEAJES CIRCULAR 3/2020					
Medida	Límites		Grupo Tarifario	Periodos	
	Tensión	Potencia		Potencia	Energía
BT	≤ 1kV	≤ 15kW	2.0TD	2	3
		> 15kW	3.0TD	6	6
AT	1-30kV	n/a	6.1TD	6	6
	30-72,5kV		6.2TD		
	72,5-145kV		6.3TD		
	> 145kV		6.4TD		

Tabla 1. Cambios en la tarifa eléctrica de Iberdrola.

Para suministros **3.0TD** y **Alta Tensión** se divide por temporadas pero es el mismo para energía y potencia:  
*Alta* (Enero, Febrero, Julio, Diciembre); *Media Alta* (Marzo, Noviembre); *Media* (Junio, Agosto, Septiembre); *Baja* (Abril, Mayo, Octubre)



Los fines de semana y festivos de cualquier día/mes se consideran **periodos Valle** o **P6**, según tarifa.

Ilustración 1. Distribución de los periodos de Iberdrola.

## 6. POTENCIA INSTALADA

Para la obtención de la potencia instalada deben tenerse en cuenta todos los receptores conectados a red dentro del local.

Hemos realizado una comprobación de estos elementos mediante trabajo de campo. Puesto que se tiende a sobredimensionar en estas situaciones, es posible que no sea la potencia instalada exacta del local, sin embargo, consideraremos como válida la estimación a la hora de tener en cuenta las dimensiones de nuestra instalación.

Los datos recopilados nos señalan que el total de la potencia eléctrica instalada es de 39.228 W y que, aplicando un coeficiente de simultaneidad de 0,7, la potencia demandada sería de 27.460 W.

Así pues, en cuanto a receptores de tipo maquina tendremos:

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA UNIDAD(W)	POTENCIA TOTAL(W)
Máquina de tabaco	1	40	40
Aire acondicionado	2	5130	10260
Campana de extracción	1	3350	3350
Freidora	2	4000	8000
Frigorífico barra	1	450	450
Congeladores	5	200	1000
Frigorífico bebidas	1	140	140
Neveras	2	100	200
Cafetera grande	1	2600	2600
Cafetera pequeña	2	480	960
Cortadora de embutidos	1	150	150
Hornillo	1	1500	1500
Horno	1	2600	2600
Lavaplatos	1	2000	2000
Microondas	3	1500	4500
Ventilación interior	5	60	300
Seguridad	1	400	400
<b>TOTAL:</b>			<b>38450</b>

Tabla 2. Receptores eléctricos tipo máquina.

Por otro lado, esta es la potencia instalada en cuanto a tipo alumbrado:

RECEPTOR	UNIDADES	POTENCIA UNIDAD(W)	POTENCIA TOTAL(W)
Luminaria LED blanca	15	18	270
Luminaria LED cálida	22	18	396
Aplique pared	8	5	40
Luz emergencias	12	6	72
<b>TOTAL:</b>			<b>778</b>

Tabla 3. Receptores eléctricos tipo alumbrado.

## 7. CONSUMOS

Analizaremos el consumo de nuestro local accediendo a los datos ofrecidos en i-de.es junto al cliente puesto que la cuenta está vinculada al titular del punto de suministro. Este es el método más eficaz para la obtención de datos ya que la fuente es más fiable y exacta.

En primer lugar, accederemos al área de clientes.

## Acceso clientes

EMAIL

CONTRASEÑA  

Recordarme

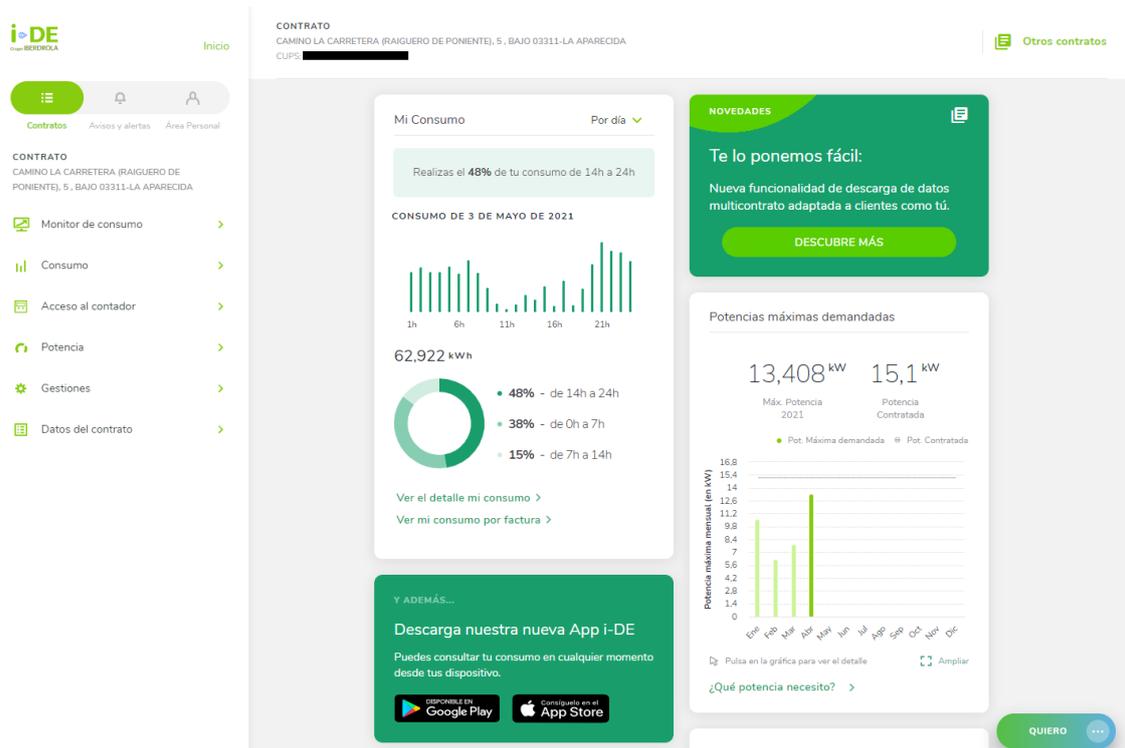
[¿Olvidaste tu contraseña?](#)

[Reenviar código de activación](#)



Ilustración 2. Acceso a consumos I-DE paso 1.

Una vez ingresemos los datos de acceso se mostrará la página principal desde la cual se puede encontrar distinta información del punto de suministro. En este apartado nos centraremos en la relativa a los consumos.



The screenshot shows the i-DE customer portal dashboard. On the left is a navigation menu with options like 'Contratos', 'Avisos y alertas', 'Área Personal', 'Monitor de consumo', 'Consumo', 'Acceso al contador', 'Potencia', 'Gestiones', and 'Datos del contrato'. The main content area is titled 'CONTRATO' and displays 'Mi Consumo' for '3 DE MAYO DE 2021'. It shows a bar chart of hourly consumption, a total of 62,922 kWh, and a donut chart with three segments: 48% (14h to 24h), 38% (0h to 7h), and 15% (7h to 14h). Below this is a 'NOVEDADES' section with a 'DESCUBRE MÁS' button. To the right is a 'Potencias máximas demandadas' section showing a bar chart comparing 'Máx. Potencia 2021' (13,408 kW) and 'Potencia Contratada' (15,1 kW) across months. At the bottom, there is a 'Y ADEMÁS...' section with a 'Descarga nuestra nueva App i-DE' button and logos for Google Play and the App Store.

Ilustración 3. Acceso a consumos I-DE paso 2.

A continuación, accedemos al apartado de consumos donde se permite la selección de periodos de tiempo en los que se mostrará. En este estudio, emplearemos el consumo del año 2019 mensual y diario para tener información de un periodo laboral normal y poder calcular la potencia instalada de la forma mas efectiva.

Así pues, en el periodo seleccionado marcaremos cada uno de los meses de forma individual y descargaremos su gráfica en pdf y el archivo de excel con la información mensual de los consumos por horas tal y como muestro a continuación.

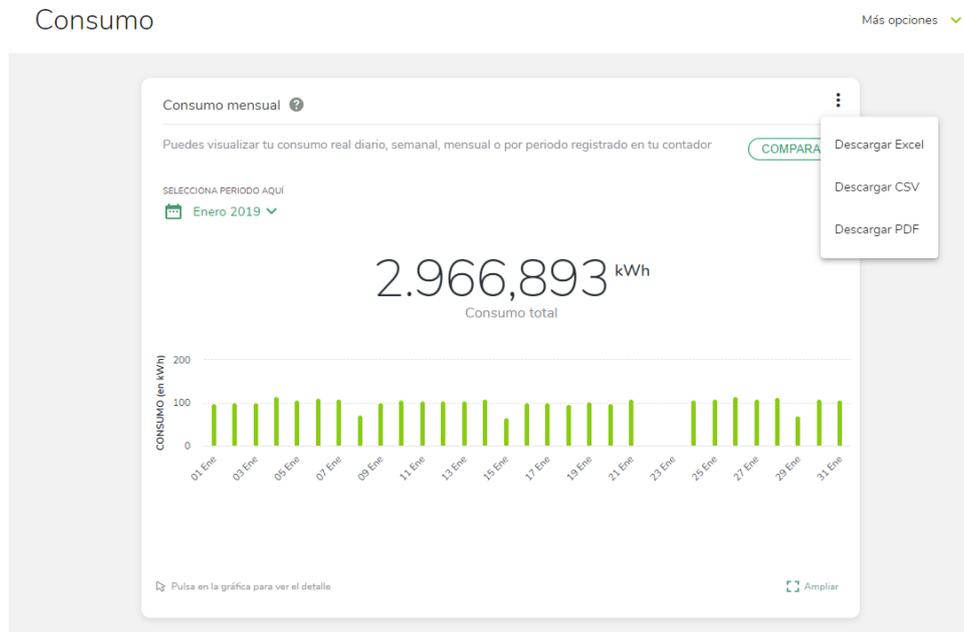


Ilustración 4. Acceso a consumos I-DE paso 3.

Mediante la información obtenida, analizaremos varios días para cada uno de los meses con la finalidad de llevar a cabo una instalación adecuada al perfil de demanda. Compararemos varios días tipo con distinta energía demandada y comprobaremos si el consumo es uniforme a lo largo del mes con gráficos de barras proporcionados por Iberdrola.

## 7.1 CONSUMOS MES A MES

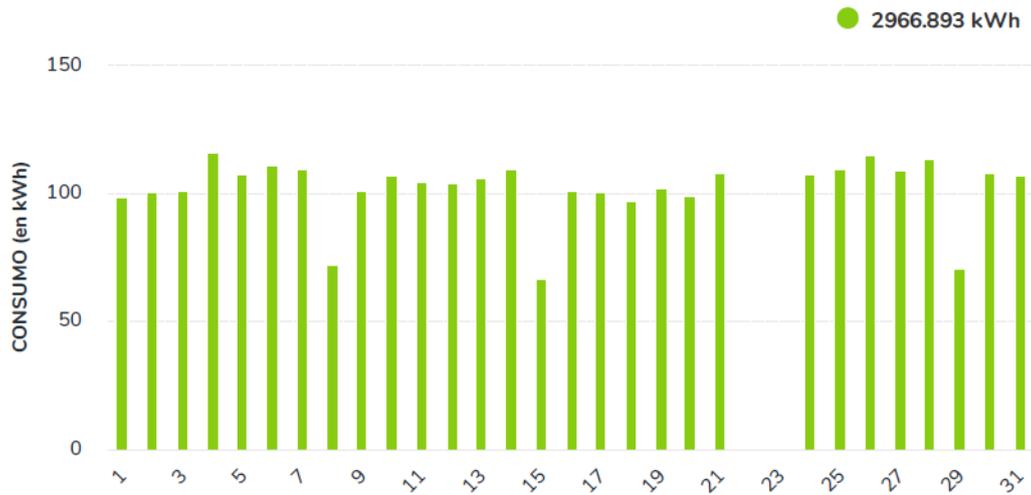
En las gráficas con múltiples días, las marcadas como día tipo 1 y 2 muestran los días de mayor y menor consumo de cada mes respectivamente mientras que el resto son cogidos aleatoriamente, tratando de repartir las muestras tomadas a lo largo de todo el periodo.

A continuación, mostramos los resultados obtenidos.

### 7.1.1 ENERO

En enero podemos observar unos consumos más o menos estables a lo largo del día con la excepción de algunas horas en las que se producen los consumos pico. El día de mayor consumo se alcanzan los 7311 kWh, por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 3000 kWh.

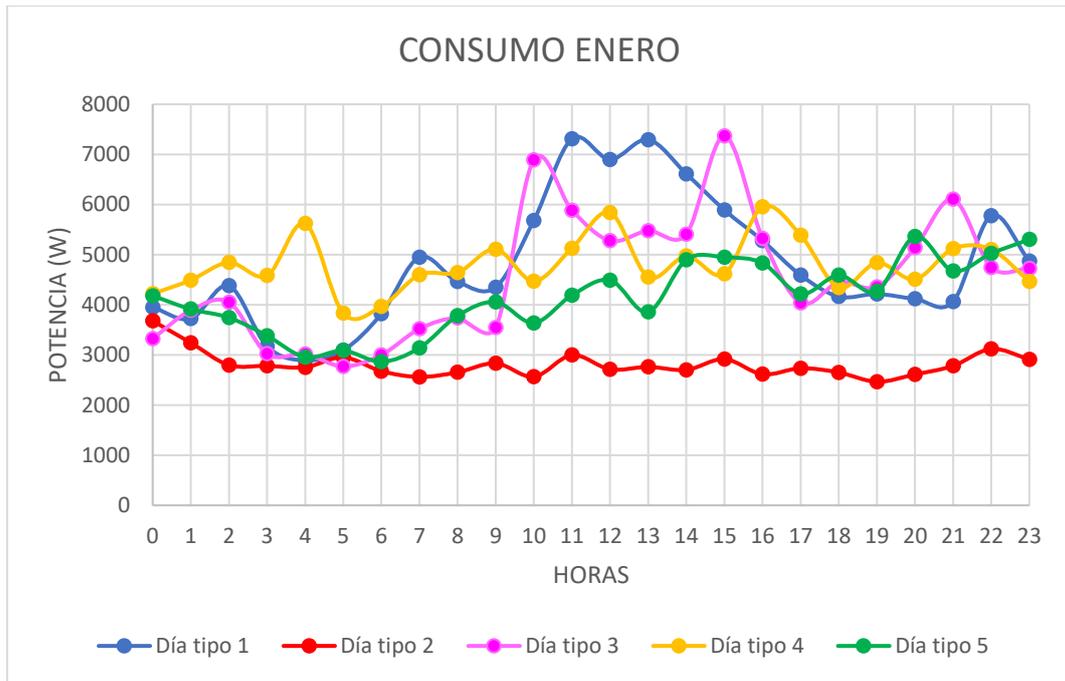
## Consumo mensual (Enero 2019)



Gráfica 1. Consumo mensual enero de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	3951	3679	3326	4220	4181
1:00	3723	3243	3890	4493	3914
2:00	4380	2798	4053	4844	3745
3:00	3173	2782	3023	4583	3384
4:00	2892	2754	3017	5623	2956
5:00	3095	2953	2771	3831	3086
6:00	3821	2677	3001	3966	2865
7:00	4951	2562	3521	4600	3141
8:00	4462	2654	3739	4644	3783
9:00	4353	2834	3549	5111	4057
10:00	5684	2565	6893	4472	3639
11:00	7311	2998	5888	5130	4192
12:00	6900	2713	5280	5841	4493
13:00	7295	2763	5477	4557	3857
14:00	6613	2702	5409	4973	4900
15:00	5892	2918	7368	4616	4949
16:00	5280	2615	5326	5955	4833
17:00	4591	2735	4039	5390	4216
18:00	4165	2651	4448	4346	4589
19:00	4216	2466	4359	4838	4270
20:00	4119	2612	5138	4508	5364
21:00	4064	2782	6107	5119	4678
22:00	5778	3120	4748	5104	5025
23:00	4872	2912	4723	4467	5304

Tabla 4. Días tipo de consumo enero.

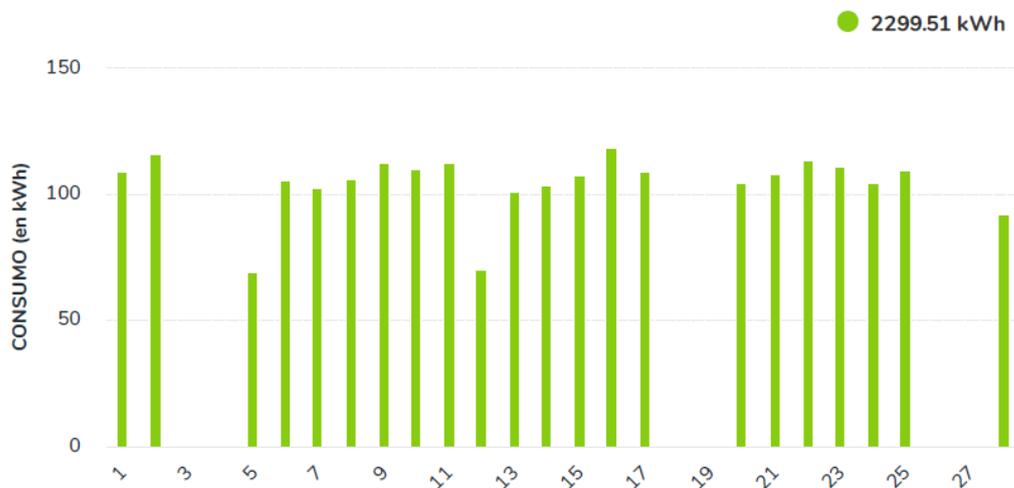


Gráfica 2. Días tipo de consumo enero.

### 7.1.2 FEBRERO

En febrero podemos observar unos consumos más o menos estables a partir de las diez de la mañana, donde se estima que entra en funcionamiento el local, con la excepción de algunas horas en las que se producen los consumos pico. El día de mayor consumo se alcanzan los 7358 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 3000 kWh a partir de las cinco de la madrugada.

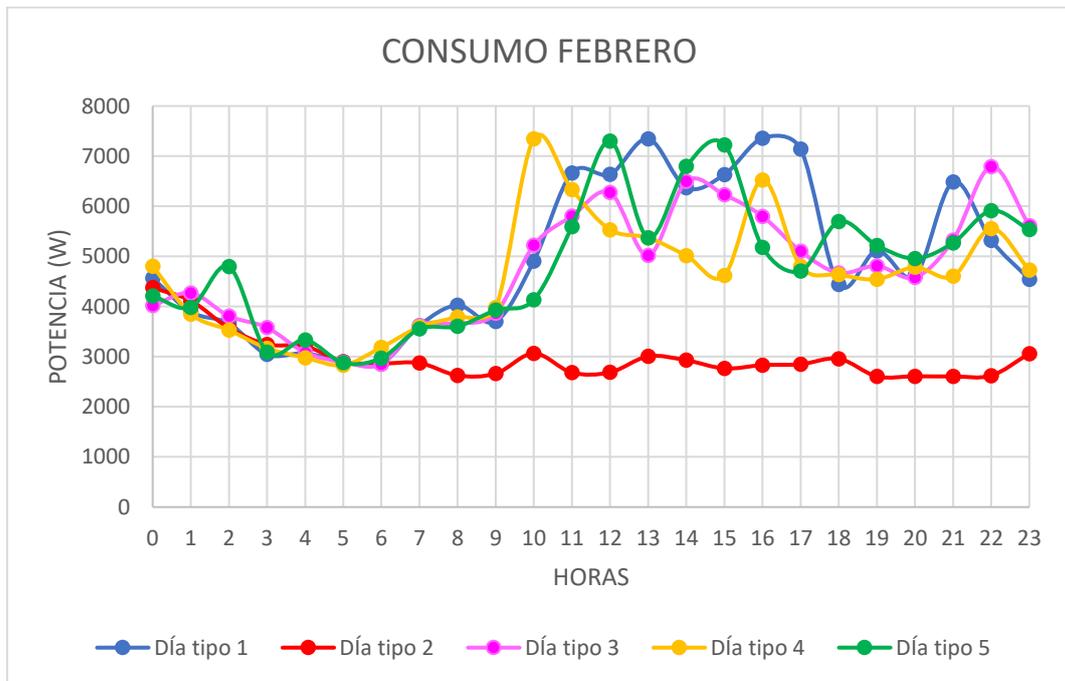
### Consumo mensual (Febrero 2019)



Gráfica 3. Consumo mensual febrero de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	4569	4375	4019	4807	4213
1:00	3892	4117	4270	3852	3985
2:00	3664	3571	3810	3529	4796
3:00	3044	3246	3580	3168	3093
4:00	3067	3210	3082	2979	3334
5:00	2901	2897	2893	2830	2878
6:00	2859	2863	2849	3185	2973
7:00	3622	2874	3619	3594	3553
8:00	4026	2625	3659	3791	3604
9:00	3704	2663	3871	3980	3929
10:00	4909	3065	5224	7346	4137
11:00	6667	2682	5806	6332	5595
12:00	6637	2687	6274	5533	7300
13:00	7346	3006	5018	5372	5372
14:00	6372	2929	6496	5016	6795
15:00	6635	2765	6230	4620	7226
16:00	7358	2831	5799	6527	5182
17:00	7139	2848	5102	4798	4707
18:00	4441	2959	4669	4637	5693
19:00	5113	2607	4812	4545	5220
20:00	4614	2609	4581	4785	4959
21:00	6483	2606	5328	4605	5271
22:00	5322	2623	6791	5554	5911
23:00	4545	3062	5613	4728	5535

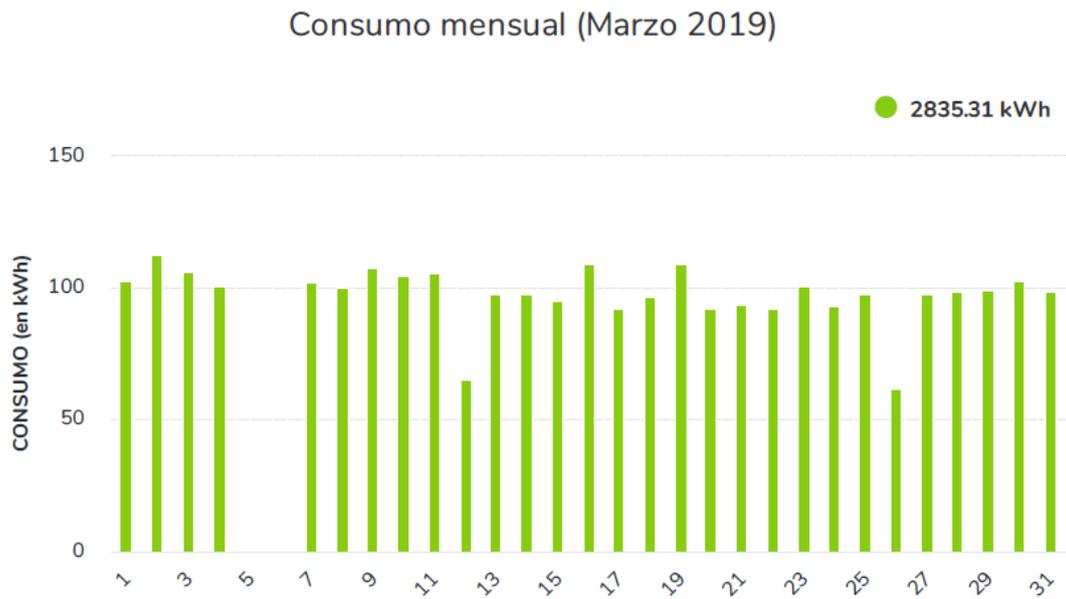
Tabla 5. Días tipo de consumo febrero.



Gráfica 4. Días tipo de consumo enero.

### 7.1.3 MARZO

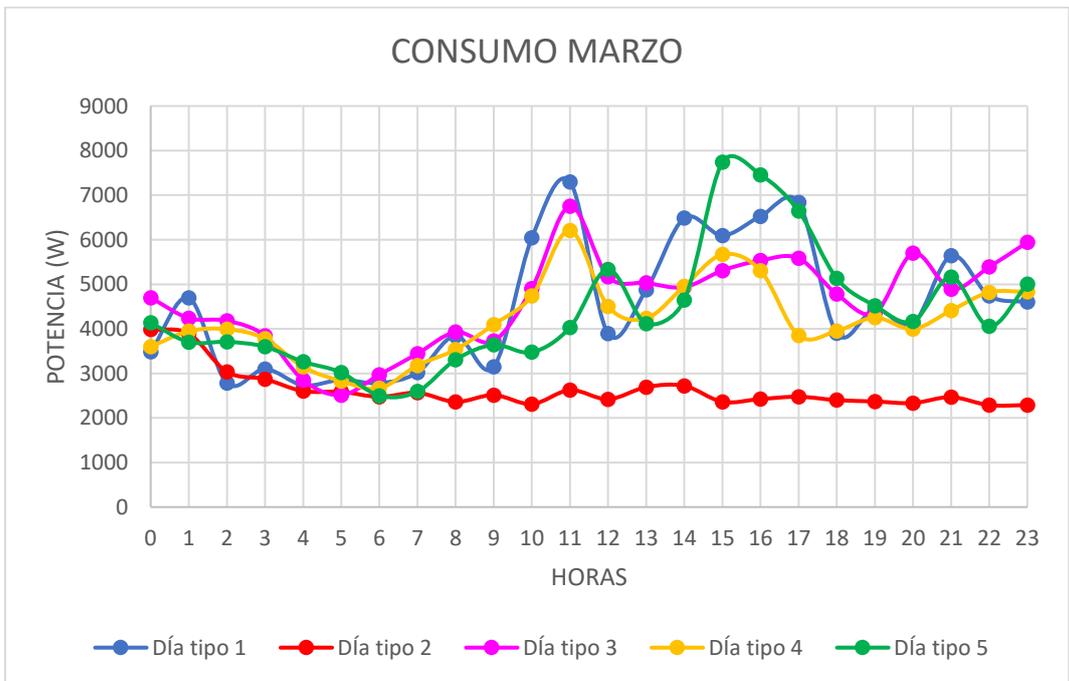
En marzo podemos observar un aumento del consumo a partir de las nueve de la mañana, donde se estima que entra en funcionamiento el local, las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales, de nueve a doce de la maña y de dos a seis de la tarde. El día de mayor consumo se alcanzan los 7299 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniendose estable en unos 3000 kWh a partir de las cinco de la madrugada.



Gráfica 5. Consumo mensual marzo de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	3482	3986	4697	3600	4134
1:00	4694	3891	4240	3947	3703
2:00	2782	3035	4182	3991	3709
3:00	3097	2872	3841	3779	3599
4:00	2732	2601	2850	3145	3261
5:00	2854	2588	2513	2828	3020
6:00	2782	2473	2971	2665	2499
7:00	3020	2564	3443	3179	2594
8:00	3846	2361	3928	3533	3308
9:00	3145	2513	3726	4096	3639
10:00	6042	2312	4906	4735	3475
11:00	7299	2625	6750	6206	4030
12:00	3892	2420	5172	4503	5334
13:00	4875	2692	5030	4238	4118
14:00	6485	2721	4937	4957	4647
15:00	6094	2362	5308	5667	7738
16:00	6523	2424	5533	5308	7457
17:00	6837	2476	5582	3848	6642
18:00	3902	2400	4780	3952	5133
19:00	4443	2370	4354	4252	4519
20:00	4106	2334	5696	3996	4164
21:00	5640	2468	4892	4412	5161
22:00	4741	2287	5388	4818	4056
23:00	4599	2288	5944	4831	5006

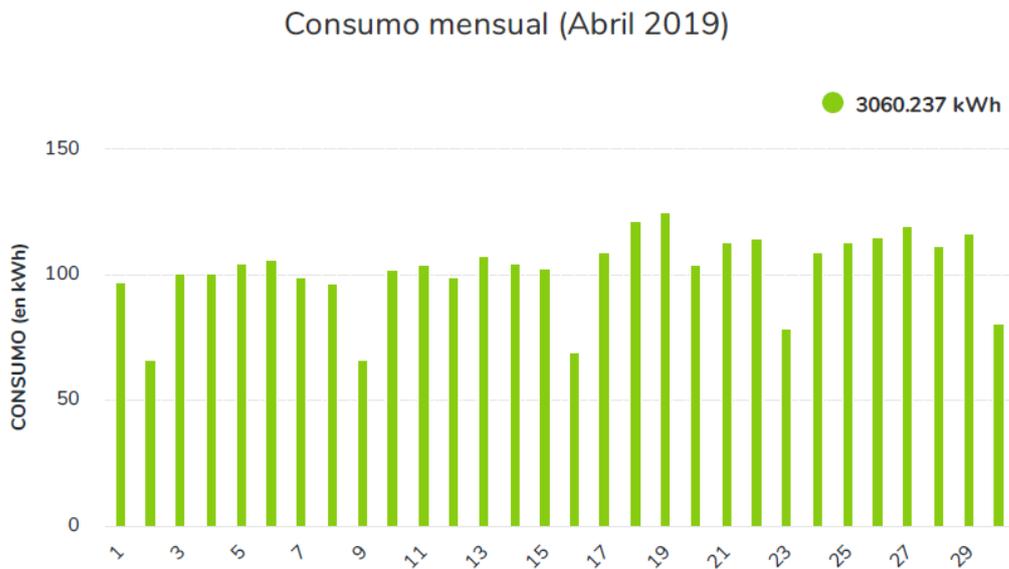
Tabla 6. Días tipo de consumo marzo.



Gráfica 6. Días tipo de consumo marzo.

### 7.1.4 ABRIL

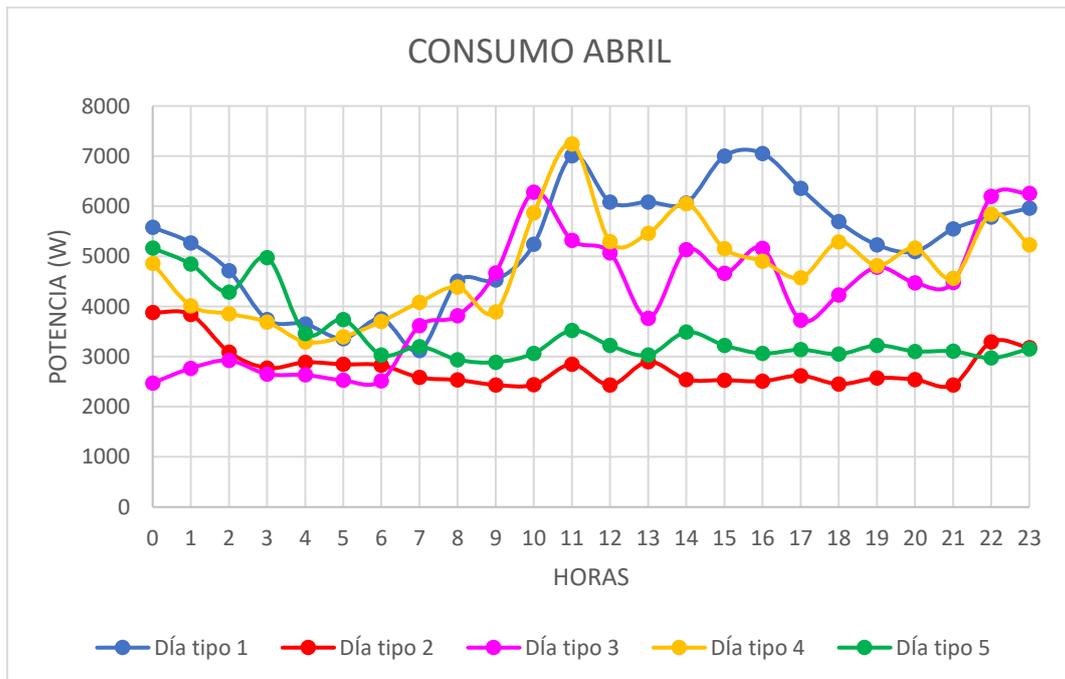
En abril podemos observar un aumento del consumo a partir de las siete de la mañana, donde se estima que entra en funcionamiento el local, las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, entre unos días y otros hay mayor diferencia que en los otros meses vistos hasta ahora. El día de mayor consumo se alcanzan los 7053 kWh, por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 3000 kWh a partir de las tres de la madrugada.



Gráfica 7. Consumo mensual abril de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	5582	3880	2476	4864	5167
1:00	5272	3840	2768	4017	4846
2:00	4718	3093	2925	3855	4289
3:00	3738	2774	2652	3691	4977
4:00	3654	2887	2636	3295	3461
5:00	3360	2847	2528	3396	3738
6:00	3755	2830	2520	3703	3034
7:00	3121	2585	3617	4086	3202
8:00	4505	2535	3815	4388	2941
9:00	4530	2436	4672	3893	2889
10:00	5241	2440	6284	5867	3067
11:00	7005	2846	5322	7244	3523
12:00	6085	2435	5074	5293	3222
13:00	6086	2902	3765	5459	3031
14:00	6067	2546	5135	6054	3491
15:00	7001	2533	4666	5154	3226
16:00	7053	2511	5161	4904	3064
17:00	6358	2622	3728	4573	3141
18:00	5693	2452	4232	5288	3050
19:00	5231	2573	4784	4816	3226
20:00	5099	2544	4475	5165	3106
21:00	5548	2435	4481	4563	3109
22:00	5783	3293	6196	5844	2974
23:00	5962	3181	6255	5231	3155

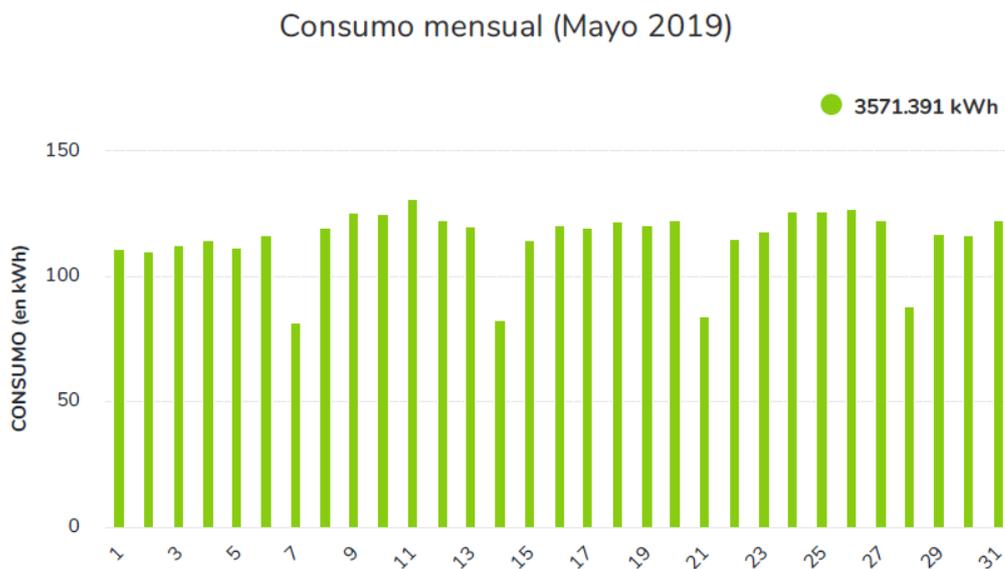
Tabla 7. Días tipo de consumo abril.



Gráfica 8. Días tipo de consumo abril.

### 7.1.5 MAYO

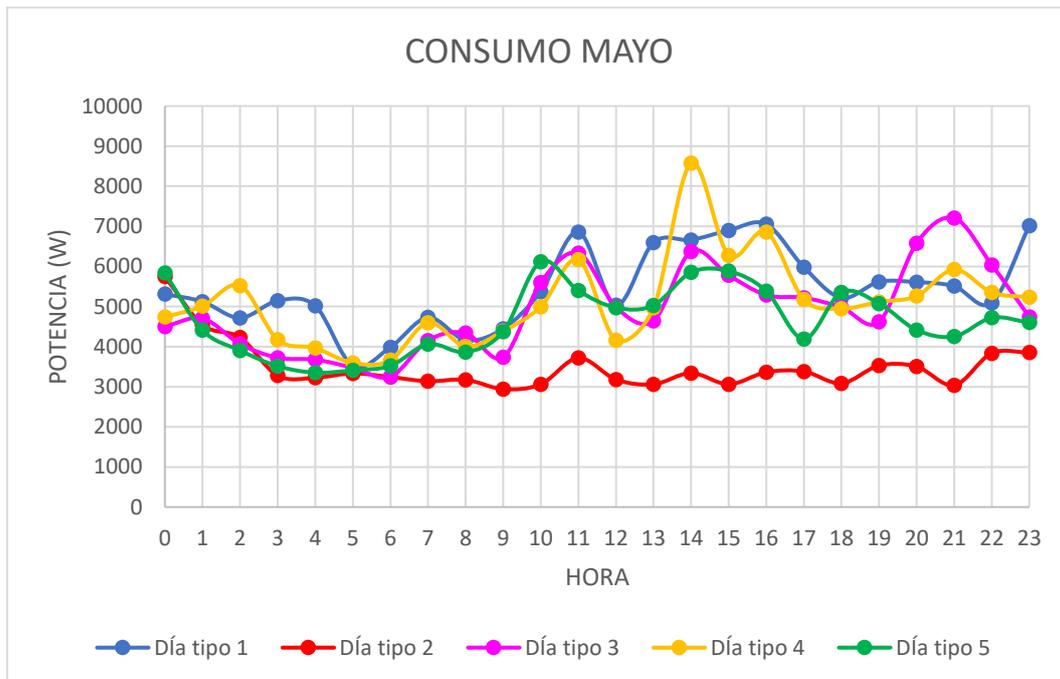
En cuanto a el mes de mayo, podemos observar un aumento del consumo a partir de las seis de la mañana, donde se estima que entra en funcionamiento el local, las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, si que se observan curvas similares para los distintos días aunque requiriendo un consumo distinto. El día de mayor consumo se alcanzan los 7053 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniendose estable en unos 3000 kWh a partir de las tres de la madrugada.



Gráfica 9. Consumo mensual mayo de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	5311	5750	4501	4739	5837
1:00	5124	4545	4705	5007	4410
2:00	4715	4227	4067	5522	3906
3:00	5145	3279	3724	4173	3515
4:00	5018	3225	3677	3964	3351
5:00	3522	3334	3475	3593	3410
6:00	3985	3242	3252	3665	3522
7:00	4728	3137	4154	4600	4064
8:00	4165	3174	4338	4007	3865
9:00	4448	2942	3736	4387	4377
10:00	5369	3062	5597	4997	6120
11:00	6859	3718	6334	6169	5397
12:00	5034	3181	4988	4161	4972
13:00	6595	3062	4648	4969	5029
14:00	6661	3342	6375	8574	5852
15:00	6899	3062	5780	6279	5884
16:00	7053	3363	5285	6861	5387
17:00	5983	3382	5220	5176	4190
18:00	5216	3085	4981	4950	5355
19:00	5616	3528	4619	5117	5077
20:00	5608	3504	6580	5262	4415
21:00	5508	3038	7206	5924	4254
22:00	5093	3836	6041	5352	4720
23:00	7017	3852	4743	5232	4602

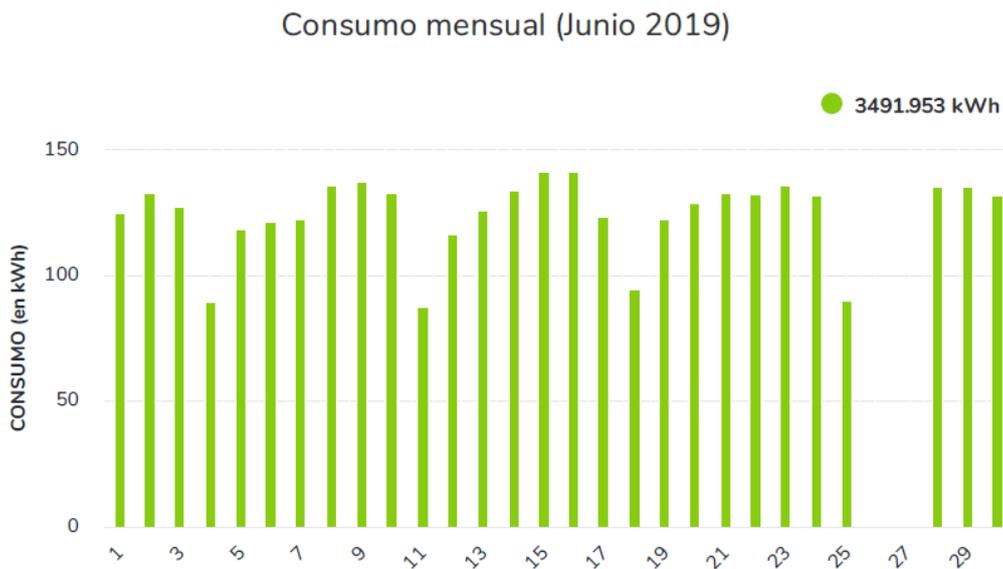
Tabla 8. Días tipo de consumo mayo.



Gráfica 10. Días tipo de consumo mayo.

## 7.1.6 JUNIO

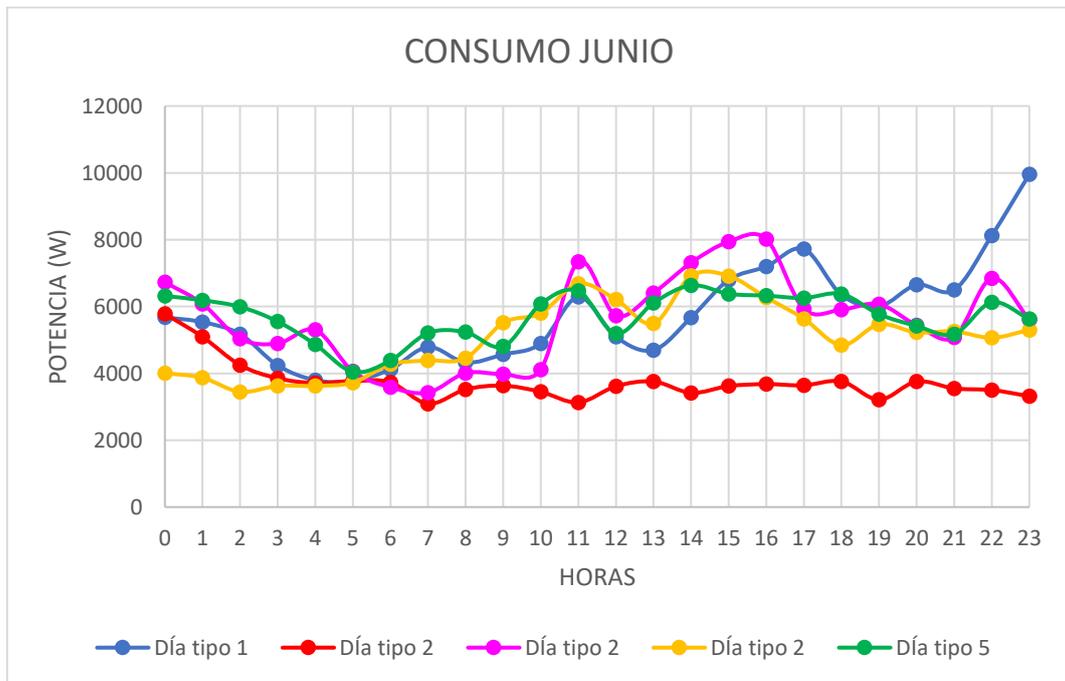
En el mes de junio, se mantiene relativamente alto en las horas de madrugada y casi todas las curvas de los distintos días coinciden con un consumo similar a las cinco de la madrugada. A partir de las cinco de la madrugada se estima que entra en funcionamiento el local, las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, si que se observan curvas similares para los distintos días. El día de mayor consumo se alcanzan los 7723 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 3000 kWh a partir de las siete de la mañana.



Gráfica 11. Consumo mensual junio de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	5677	5784	6730	4008	6317
1:00	5535	5094	6081	3869	6188
2:00	5176	4248	5042	3447	5991
3:00	4239	3853	4893	3627	5552
4:00	3796	3711	5301	3626	4867
5:00	3775	3770	4059	3724	4048
6:00	4122	3732	3586	4271	4384
7:00	4787	3091	3425	4386	5206
8:00	4327	3520	4009	4454	5234
9:00	4566	3632	3979	5513	4804
10:00	4897	3449	4114	5798	6078
11:00	6285	3130	7339	6682	6467
12:00	5091	3614	5730	6214	5189
13:00	4697	3758	6404	5492	6108
14:00	5670	3418	7310	6917	6634
15:00	6796	3621	7938	6914	6380
16:00	7197	3679	8018	6273	6326
17:00	7723	3642	5930	5635	6256
18:00	6351	3760	5907	4844	6379
19:00	6004	3213	6073	5467	5771
20:00	6650	3757	5442	5225	5420
21:00	6495	3549	5080	5259	5174
22:00	8123	3501	6845	5065	6125
23:00	9957	3318	5612	5300	5626

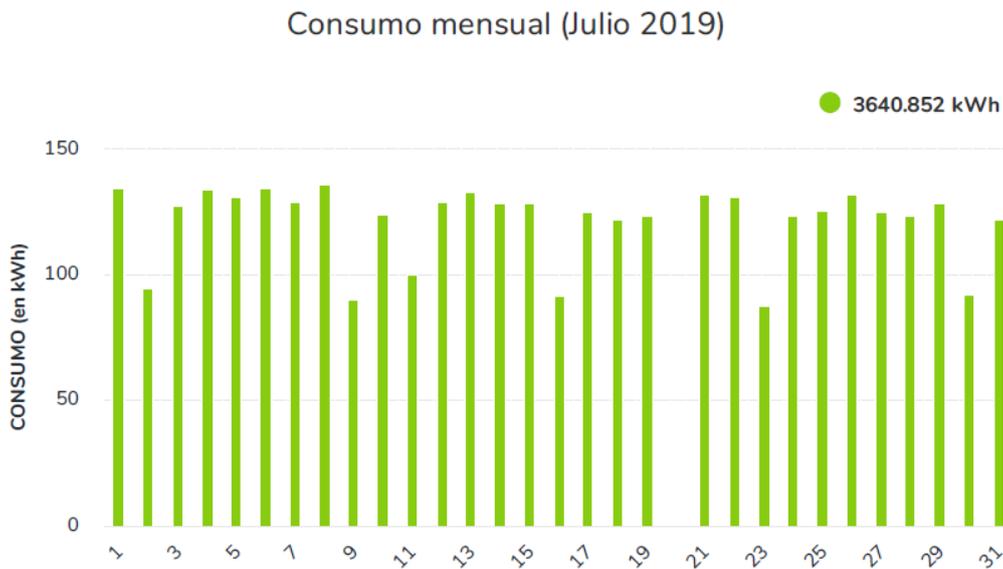
Tabla 9. Días tipo de consumo mayo.



Gráfica 12. Días tipo de consumo mayo.

### 7.1.7 JULIO

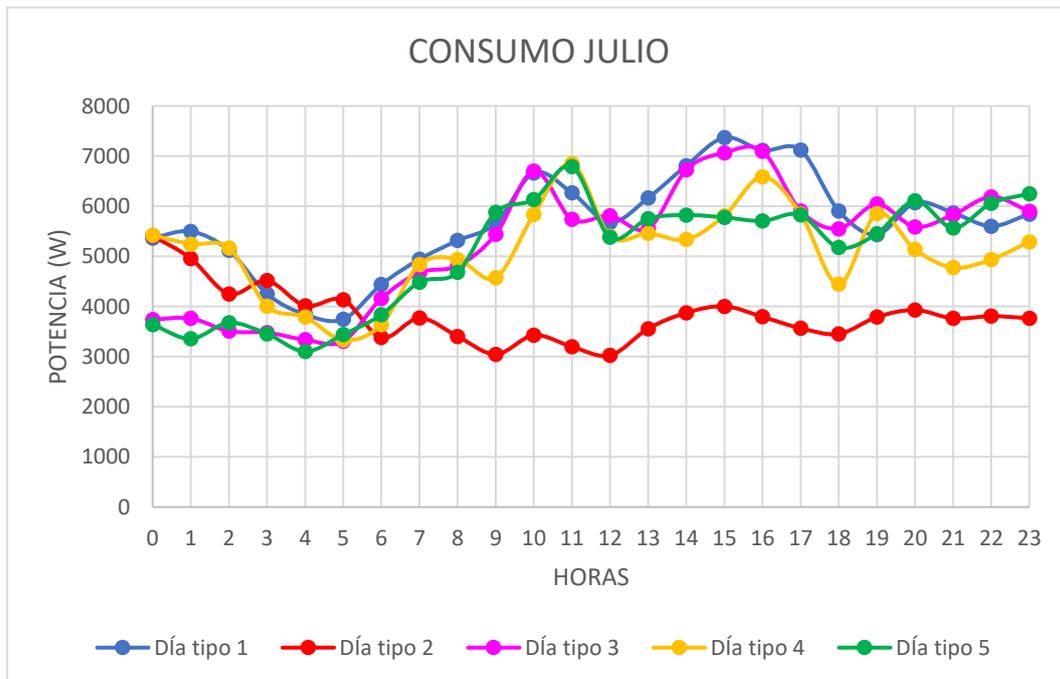
En el mes de julio, podemos observar un aumento del consumo en terminos generales para los distintos días, estimando que se debe a la entrada del verano. Las horas de consumo se mantienen constantes a lo largo del día, ocurriendo como en el anterior mes donde las potencias bajan sobre las cinco de la madrugada y luego vuelven a aumentar. Las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, si que se observan curvas similares para los distintos días aunque requiriendo un consumo distinto. El día de mayor consumo se alcanzan los 7723 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniendose estable en unos 3500 kWh a partir de las tres de la madrugada.



Gráfica 13. Consumo mensual julio de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	5677	5784	6730	4008	6317
1:00	5535	5094	6081	3869	6188
2:00	5176	4248	5042	3447	5991
3:00	4239	3853	4893	3627	5552
4:00	3796	3711	5301	3626	4867
5:00	3775	3770	4059	3724	4048
6:00	4122	3732	3586	4271	4384
7:00	4787	3091	3425	4386	5206
8:00	4327	3520	4009	4454	5234
9:00	4566	3632	3979	5513	4804
10:00	4897	3449	4114	5798	6078
11:00	6285	3130	7339	6682	6467
12:00	5091	3614	5730	6214	5189
13:00	4697	3758	6404	5492	6108
14:00	5670	3418	7310	6917	6634
15:00	6796	3621	7938	6914	6380
16:00	7197	3679	8018	6273	6326
17:00	7723	3642	5930	5635	6256
18:00	6351	3760	5907	4844	6379
19:00	6004	3213	6073	5467	5771
20:00	6650	3757	5442	5225	5420
21:00	6495	3549	5080	5259	5174
22:00	8123	3501	6845	5065	6125
23:00	9957	3318	5612	5300	5626

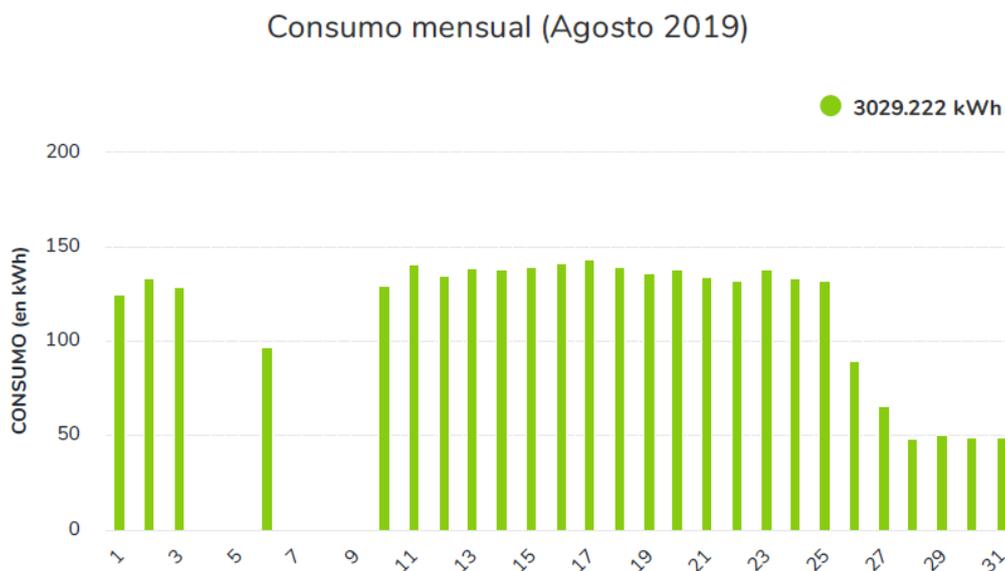
Tabla 10. Días tipo de consumo julio.



Gráfica 14. Días tipo de consumo julio.

## 7.1.8 AGOSTO

En el mes de agosto las horas de consumo se mantienen constantes a lo largo del día, ocurriendo como en el anterior mes donde las potencias bajan sobre las cinco de la madrugada y luego vuelven a aumentar. Las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, las curvas de mayor consumo para los distintos días están ligeramente desplazadas. El día de mayor consumo se alcanzan los 8598 kWh, por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 2000 kWh todo el día.



Gráfica 15. Consumo mensual agosto de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	5753	1846	5135	5885	5532
1:00	5241	2230	5492	5073	5126
2:00	4762	1953	5149	4595	4428
3:00	5129	1884	4852	3971	4557
4:00	4525	1881	4223	4313	4431
5:00	4239	1869	3668	3729	4024
6:00	4235	2129	4323	4831	4189
7:00	4844	1833	5137	5126	4280
8:00	5460	2018	4992	6019	5286
9:00	5776	1829	4899	5312	5238
10:00	6345	2043	7340	6503	5567
11:00	7405	2656	6284	6904	6429
12:00	7766	2337	5500	6559	5632
13:00	5993	2015	5673	5620	6486
14:00	8598	1803	5231	7477	6664
15:00	7583	2147	7258	7550	6999
16:00	8032	1869	6955	7030	6719
17:00	7159	2215	6402	6396	6482
18:00	5844	1798	5187	5976	5558
19:00	5648	2184	6309	5966	5743
20:00	6312	1885	5674	6254	5596
21:00	5600	2189	5495	6452	5794
22:00	5673	1764	5777	6305	6401
23:00	6398	1965	6101	5513	6117

Tabla 11. Días tipo de consumo agosto.

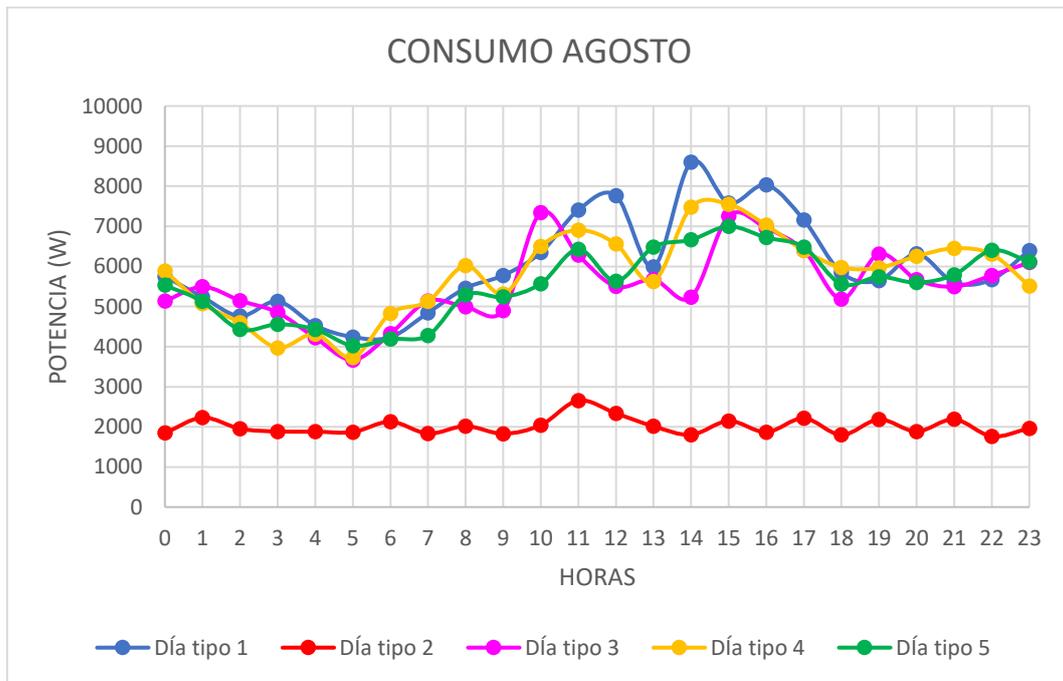
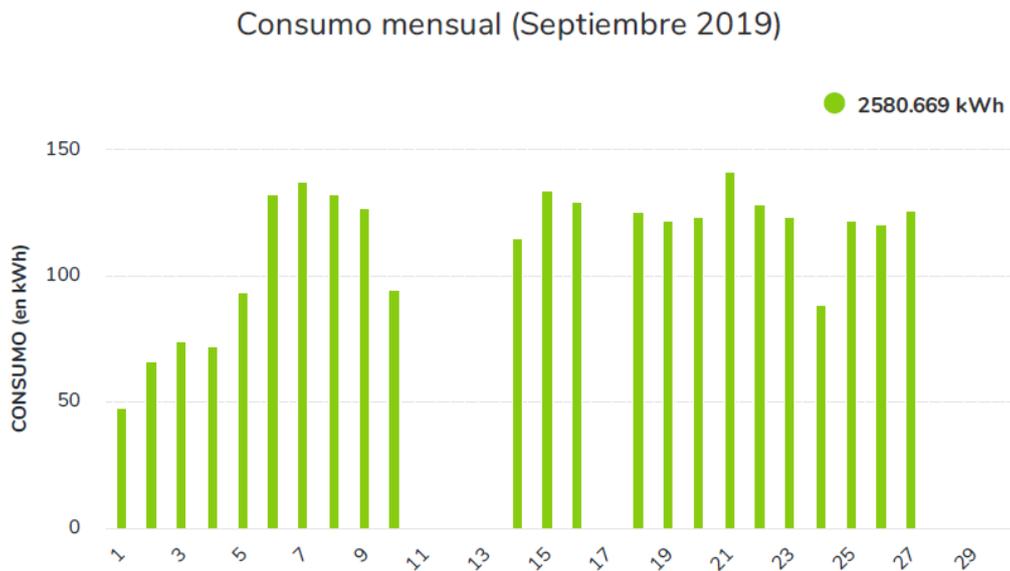


Tabla 12. Días tipo de consumo agosto.

### 7.1.9 SEPTIEMBRE

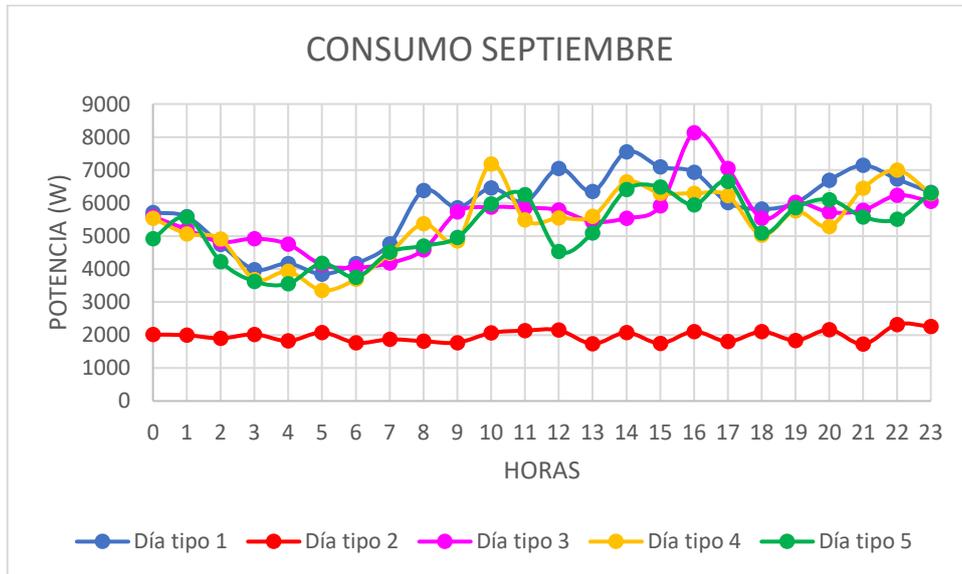
En cuanto al mes de septiembre las horas de consumo se mantienen constantes a lo largo del día. Las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, las curvas de mayor consumo para los distintos días están ligeramente desplazadas. El día de mayor consumo se alcanzan los 7095 kWh, por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 2000 kWh todo el día.



Gráfica 16. Consumo mensual septiembre de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	5715	2014	5589	5539	4919
1:00	5585	1994	5203	5066	5569
2:00	4750	1900	4821	4909	4226
3:00	3986	2022	4921	3686	3623
4:00	4167	1821	4751	3929	3551
5:00	3844	2076	4127	3352	4172
6:00	4163	1764	4042	3695	3749
7:00	4762	1869	4180	4475	4510
8:00	6376	1813	4580	5373	4699
9:00	5857	1770	5730	4852	4956
10:00	6454	2065	5878	7180	5977
11:00	6030	2133	5858	5490	6251
12:00	7051	2149	5788	5546	4533
13:00	6351	1735	5436	5594	5096
14:00	7551	2074	5539	6638	6409
15:00	7095	1749	5912	6298	6488
16:00	6936	2108	8133	6292	5946
17:00	6015	1804	7049	6224	6654
18:00	5816	2104	5540	5024	5094
19:00	6004	1837	6025	5760	5857
20:00	6689	2160	5720	5283	6104
21:00	7141	1723	5783	6449	5578
22:00	6725	2322	6232	6997	5506
23:00	6325	2259	6052	6285	6308

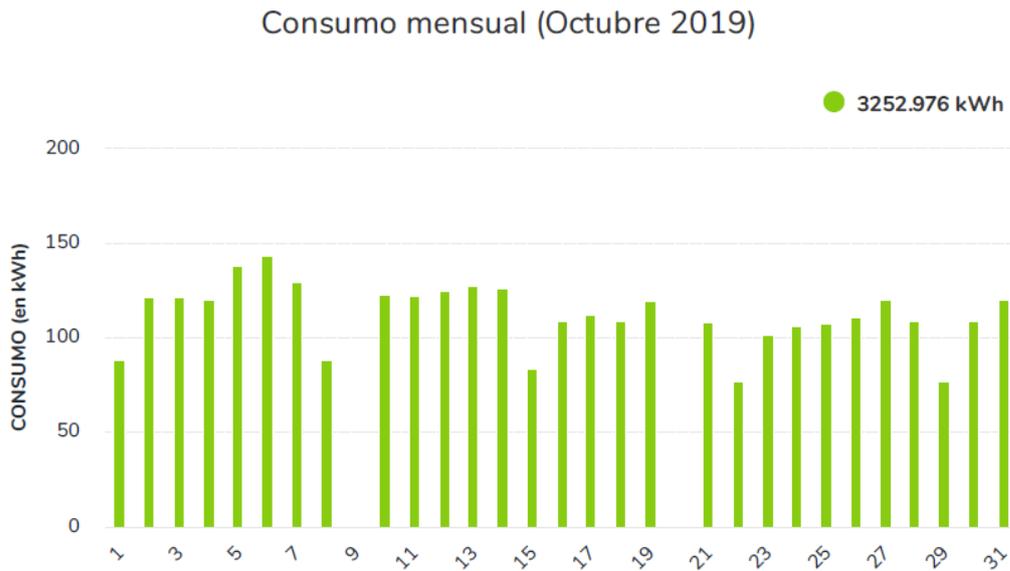
Tabla 13. Días tipo de consumo septiembre.



Gráfica 17. Días tipo de consumo septiembre.

### 7.1.10 OCTUBRE

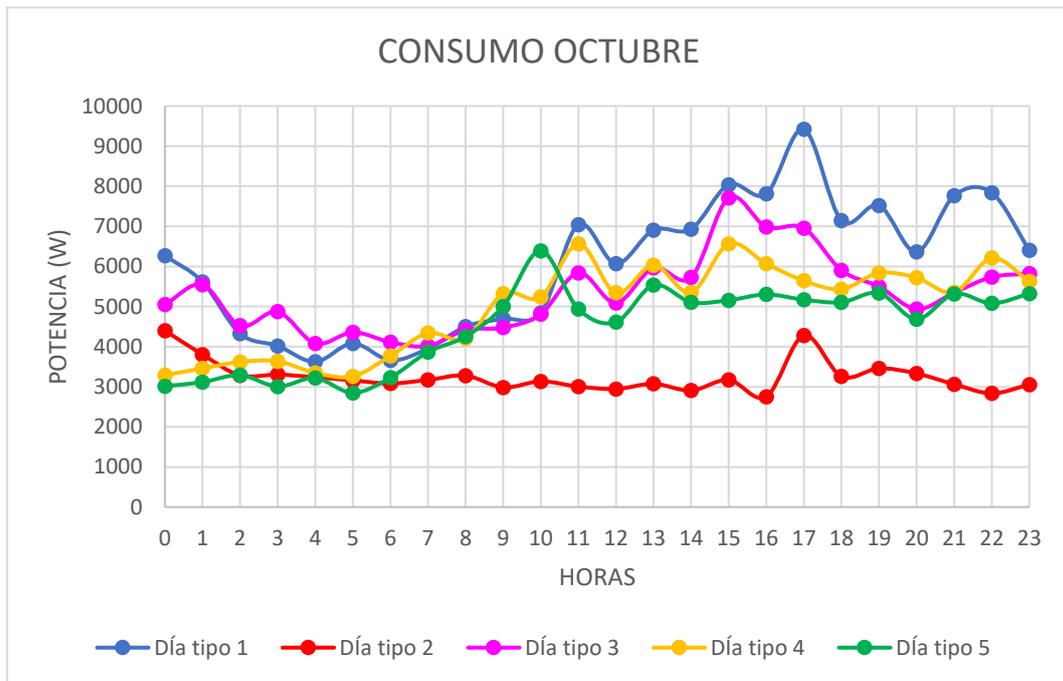
En octubre las horas de consumo varían bastante a lo largo del día. Las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, las curvas de mayor consumo para los distintos días son similares aunque con diferente demanda. El día de mayor consumo se alcanzan los 9423 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 3000 kWh a partir de las dos de la madrugada.



Gráfica 18. Consumo mensual octubre de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	6270	4401	5050	3289	3015
1:00	5615	3804	5543	3457	3115
2:00	4326	3285	4521	3620	3287
3:00	4019	3304	4872	3634	3007
4:00	3623	3237	4080	3343	3217
5:00	4082	3159	4357	3258	2848
6:00	3660	3081	4113	3768	3226
7:00	3953	3171	4013	4340	3867
8:00	4501	3278	4416	4203	4254
9:00	4694	2984	4474	5320	5005
10:00	4842	3134	4810	5241	6390
11:00	7039	3006	5840	6561	4940
12:00	6069	2944	5092	5341	4611
13:00	6906	3074	5963	6033	5533
14:00	6932	2906	5724	5350	5108
15:00	8039	3171	7713	6565	5157
16:00	7809	2752	6986	6069	5303
17:00	9423	4277	6953	5644	5170
18:00	7145	3261	5903	5433	5107
19:00	7520	3458	5498	5836	5334
20:00	6360	3331	4937	5717	4684
21:00	7764	3063	5347	5355	5316
22:00	7837	2836	5735	6209	5080
23:00	6405	3052	5821	5631	5320

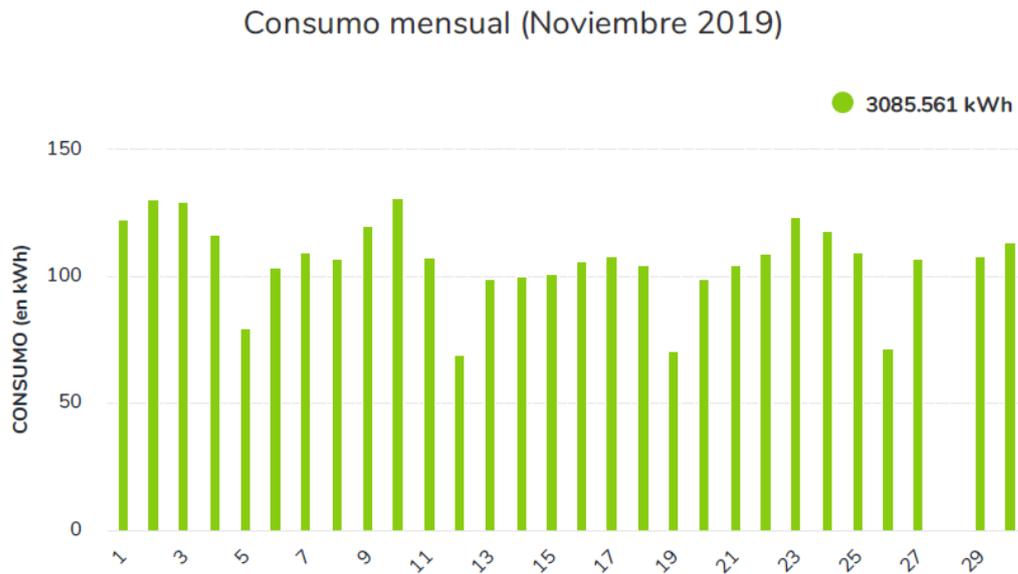
Tabla 14. Días tipo de consumo octubre.



Gráfica 19. Días tipo de consumo octubre.

### 7.1.11 NOVIEMBRE

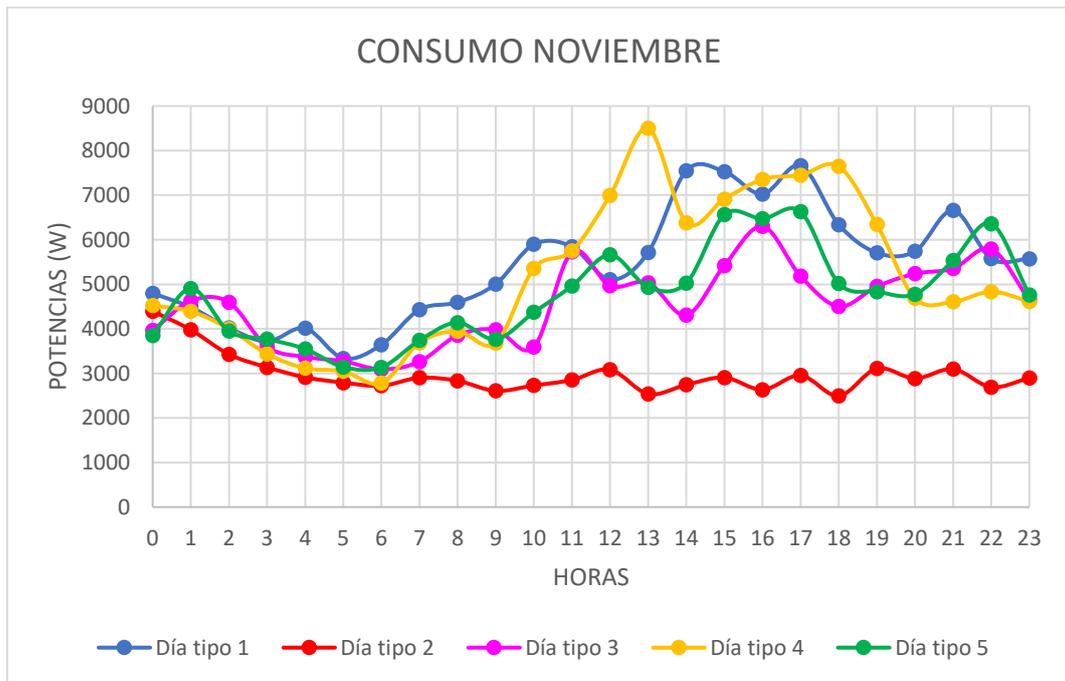
En noviembre las horas de consumo varían bastante a lo largo del día. Las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, las curvas de mayor consumo para los distintos días son bastante diferentes para los días obtenidos. El día de mayor consumo se alcanzan los 7548 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniéndose estable en unos 3000 kWh a partir de las cinco de la madrugada.



Gráfica 20. Consumo mensual noviembre de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	4797	4394	3964	4522	3851
1:00	4485	3979	4627	4393	4906
2:00	4020	3428	4597	4003	3947
3:00	3716	3137	3595	3438	3770
4:00	4014	2912	3370	3116	3548
5:00	3337	2793	3273	3049	3143
6:00	3642	2722	3090	2781	3135
7:00	4432	2902	3261	3687	3741
8:00	4596	2833	3854	3945	4140
9:00	5004	2608	3979	3679	3766
10:00	5896	2729	3589	5356	4370
11:00	5844	2851	5726	5750	4961
12:00	5103	3083	4965	6993	5661
13:00	5714	2538	5035	8497	4933
14:00	7548	2745	4308	6382	5028
15:00	7529	2907	5420	6913	6565
16:00	7023	2633	6299	7355	6471
17:00	7659	2955	5180	7449	6627
18:00	6339	2495	4501	7646	5019
19:00	5706	3110	4950	6342	4835
20:00	5739	2885	5237	4686	4777
21:00	6657	3097	5353	4608	5534
22:00	5574	2692	5792	4835	6361
23:00	5569	2898	4647	4615	4761

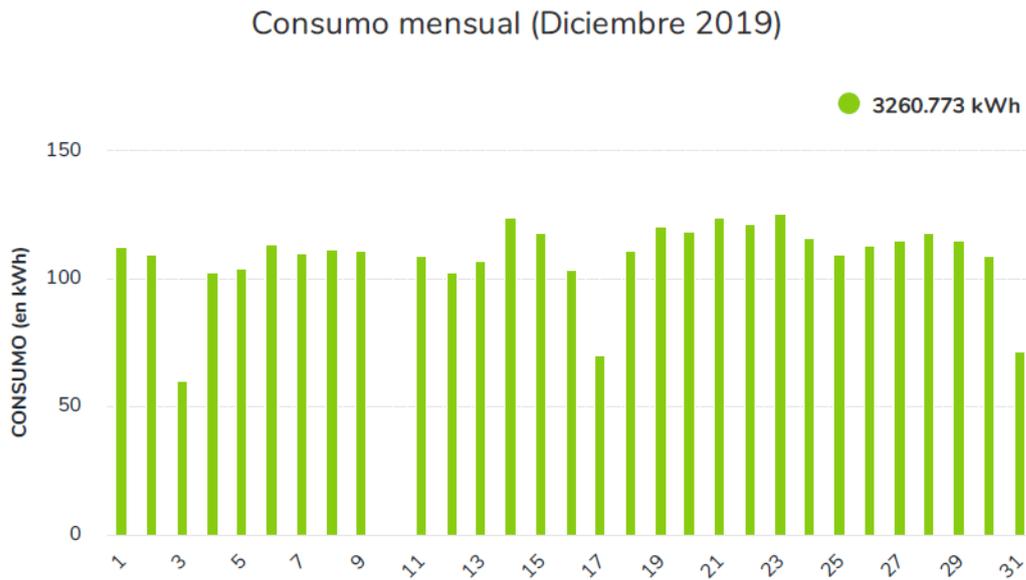
Tabla 15. Días tipo de consumo noviembre.



Gráfica 21. Días tipo de consumo noviembre.

## 7.1.12 DICIEMBRE

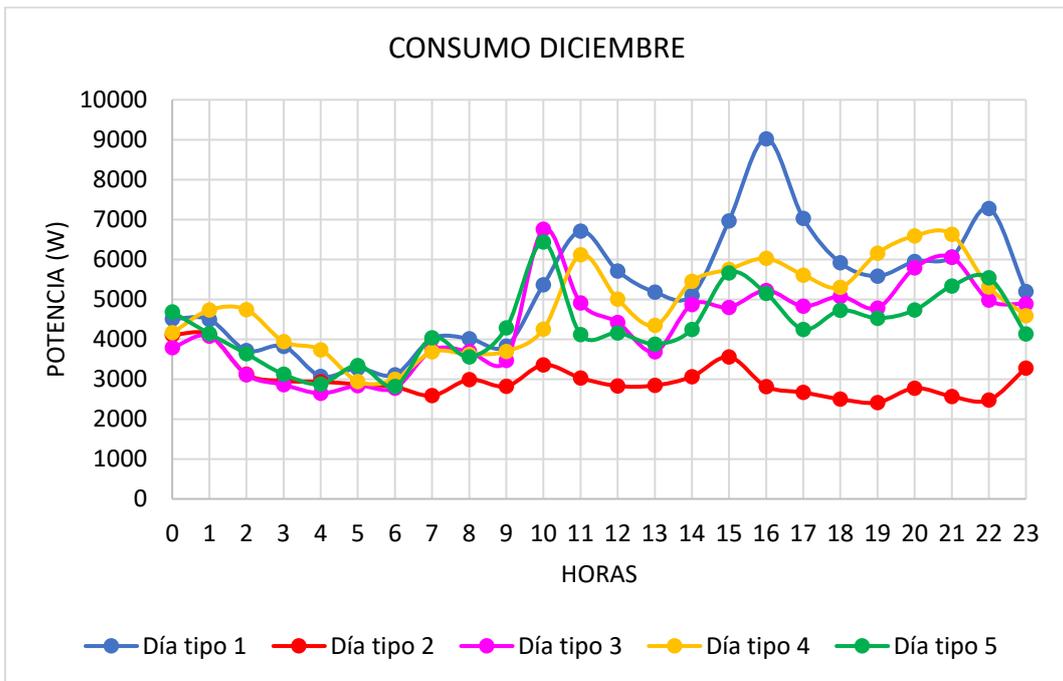
En diciembre las horas de consumo se mantiene mas o menos a partir de las 9 de la mañana. Las horas de mayor consumo se producen en horas habituales en este tipo de locales. En este caso, las curvas de mayor consumo para los distintos días tienen formas similares para los días obtenidos. El día de mayor consumo se alcanzan los 9026 kWh , por otro lado, el día de menor consumo representa un día no laborable de la semana, manteniendose estable en unos 3000 kWh a partir de las dos de la madrugada.



Gráfica 22. Consumo mensual diciembre de Iberdrola.

HORAS	DIA TIPO 1	DIA TIPO 2	DIA TIPO 3	DIA TIPO 4	DIA TIPO 5
0:00	4512	4113	3790	4163	4688
1:00	4494	4106	4081	4734	4139
2:00	3719	3126	3108	4740	3636
3:00	3822	2956	2861	3944	3123
4:00	3073	2936	2646	3737	2880
5:00	3273	2872	2837	2944	3346
6:00	3111	2807	2777	2995	2822
7:00	4018	2587	3728	3685	4041
8:00	4018	2990	3692	3626	3558
9:00	3830	2822	3468	3698	4286
10:00	5368	3358	6755	4251	6435
11:00	6708	3032	4911	6115	4120
12:00	5712	2829	4424	5003	4161
13:00	5181	2843	3688	4347	3882
14:00	5104	3063	4874	5452	4247
15:00	6969	3557	4801	5754	5660
16:00	9026	2818	5225	6027	5149
17:00	7029	2668	4829	5610	4250
18:00	5915	2500	5074	5300	4724
19:00	5584	2416	4784	6159	4529
20:00	5949	2776	5787	6591	4731
21:00	6063	2568	6052	6627	5336
22:00	7281	2477	4980	5312	5545
23:00	5199	3280	4884	4593	4133

Tabla 16. Días tipo de consumo noviembre.



Gráfica 23. Días tipo de consumo noviembre.

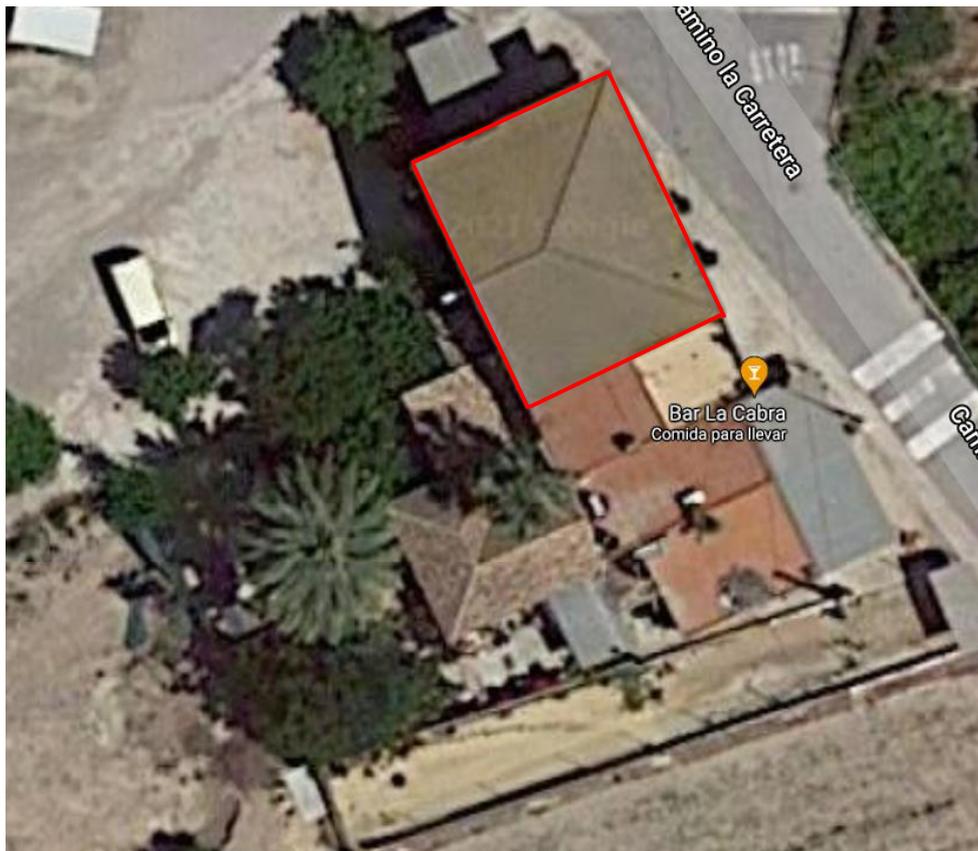
## 8. CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para la elección de los diversos componentes de la instalación se deben tener en cuenta factores como el espacio disponible, la disposición de los paneles fotovoltaicos y las peticiones realizadas por el cliente. Estos son factores condicionantes a la hora de tomar decisiones para la realización del proyecto. En los próximos apartados, mostraremos las condiciones necesarias para la realización de la instalación y la resolución tomada.

### 8.1 ESPACIO DISPONIBLE

El espacio disponible es la zona útil en la que se pueden ubicar las placas solares. En autoconsumo, este espacio suele ubicarse en la cubierta de la vivienda, local o industria. Además, se diferencia la cubierta en función de cómo ha sido realizada. Puede ser una cubierta de tejas, una terraza, una azotea, etc.

En nuestro caso, el cliente tiene como preferencia un tejado concreto del local, tal y como muestra en la imagen a continuación.



*Ilustración 5. Espacio disponible para la instalación.*

Estamos ante una cubierta de teja a tres aguas en la que, tras estudiar todas las posibilidades, consideramos como una zona apta para la realización de la instalación fotovoltaica añadiendo una estructura especial adecuada al espacio disponible y con una inclinación máxima de  $20^\circ$ .

Al hacer una medición de la cubierta, hemos observado que tiene un tamaño de  $10,3 \times 12,7$  m por lo que, mediante la estructura especial, sabemos que cabrán 60 paneles Artesa como máximo para que la instalación no salga del área establecida.

## 8.2 DISPOSICIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS

Tratamos de instalar los paneles con la orientación óptima permitida por las características físicas de la cubierta. Instalaremos los paneles coplanares en la estructura especial, quedando delimitado por el espacio disponible.

Así pues, los paneles tendrán una inclinación de  $20^\circ$  y un acimut respecto al sur de  $-15^\circ$ .

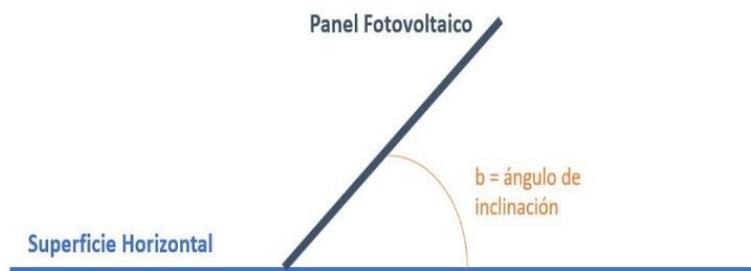


Ilustración 6. Inclinación de los paneles.

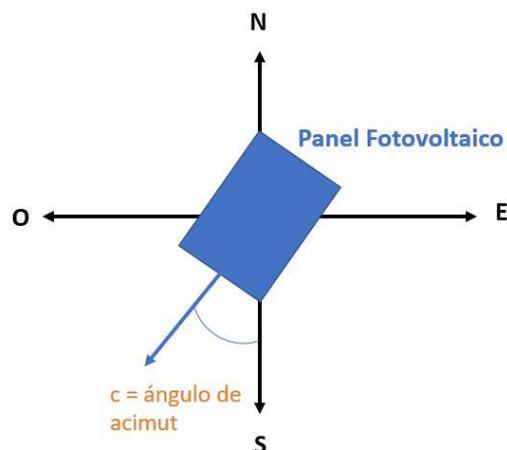
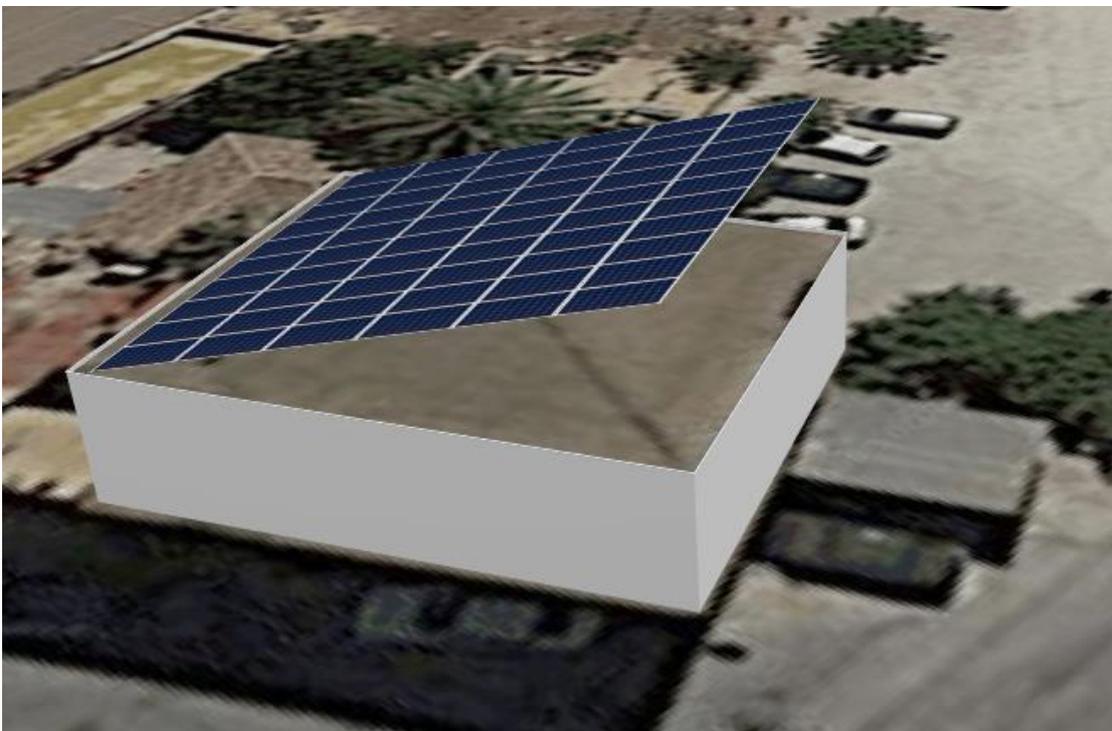


Ilustración 7. Azimut de los paneles.

Se adjunta una simulación 3D de la instalación resultante.



*Ilustración 8. Diseño en 3D parte 1.*



*Ilustración 9. Diseño en 3D parte 2.*

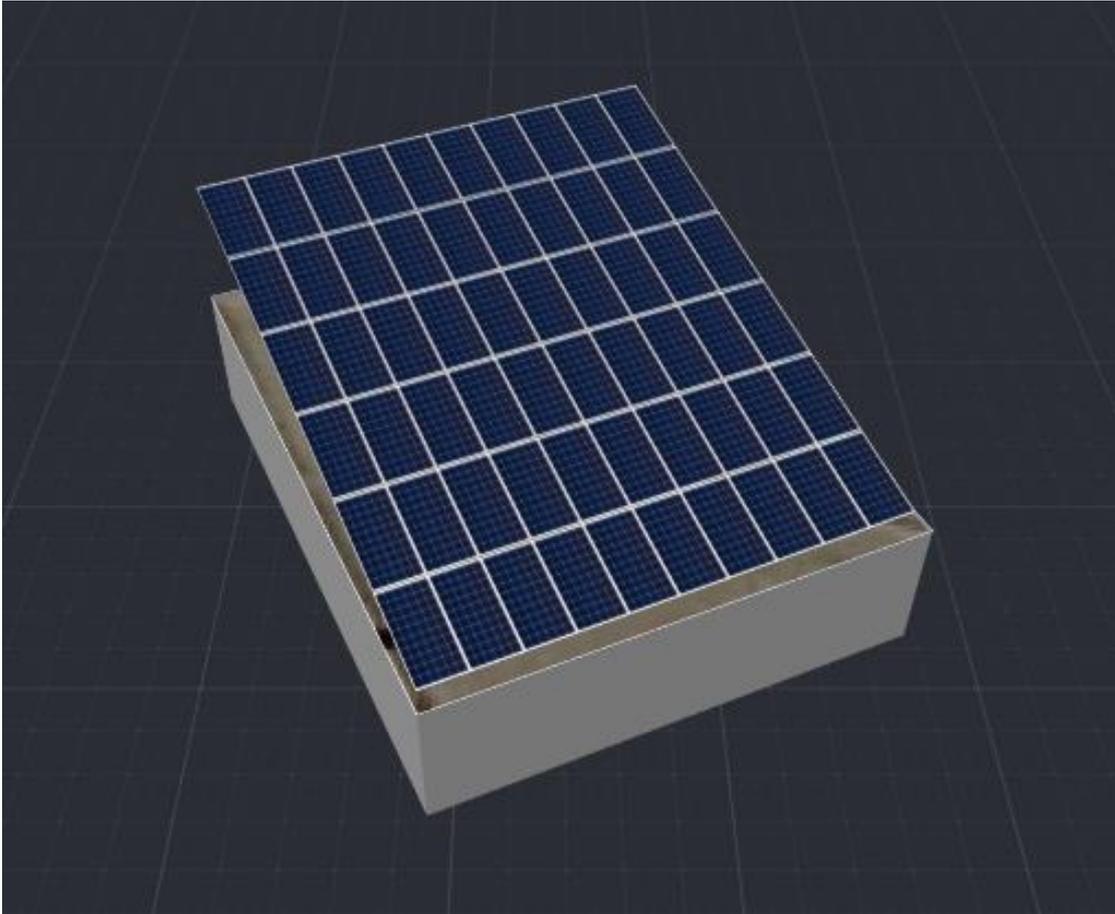


Ilustración 10. Diseño en 3D parte 3.

## 9. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### 9.1 PANEL

El panel fotovoltaico es el encargado de captar la energía producida por el sol y transformarla en energía eléctrica. En este caso hemos optado por emplear el panel monocristalino de marca Atersa, con una potencia de 410W y una eficiencia de conversión máxima de 20,38%.

A continuación mostramos las características eléctricas del panel:

Potencia máxima (Pmax)	410 W
Tensión máxima potencia (Vmp)	42,30 V
Corriente máxima potencia (Imp)	9,69 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	50,40 V
Corriente en cortocircuito (Isc)	10,60 A
Eficiencia máxima (%)	20,38
Dimensiones	2008x100x40 mm

Tabla 17. Resumen de características del panel.

Se adjunta la hoja de características completa en el Anexo 2.

## 9.2 INVERSOR

El inversor tiene la función de transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna que llegará al cuadro general de protección. Hemos optado por un inversor de la marca “HUAWEI” que, debido a las estimaciones de potencia instalada y la recopilación de consumos en el local, se ajusta a las necesidades de la instalación, tal y como mostraremos en próximos apartados.

Mostramos las características del inversor “SUN2000-33KTL-A”:

Potencia nominal activa de CA	30 kW
Tensión de entrada máx.	1.100 V
Intensidad por MPPT máx.	22 A
Tensión de entrada inicial	250 V
Rango de tensión de MPPT	200 - 1000 V
Cantidad de MPPT	4
Cantidad de entradas máx.	8
Eficiencia máxima (%)	98,6

Tabla 18. Resumen de características del inversor.

Se adjunta la hoja de características completa dentro del Anexo 2.

## 10. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE LA INSTALACIÓN

### 10.1 CALCULOS DE CONEXIÓN

Con la información sobre los paneles y el inversor mostrada anteriormente, podemos obtener el número admisible de módulos fotovoltaicos y también el número mínimo que pueden haber conectadas a nuestro sistema inversor:

$$N^{\circ}placas \max \text{ adm} = \frac{P_{cc}}{P_{m\acute{a}x}}$$
$$N^{\circ}placas \max \text{ adm} = \frac{30600}{410} = 74,63 \approx 74 \text{ m\u00f3dulos}$$

Donde:

- $N^{\circ}placas \max \text{ adm}$  es el número máximo de módulos que acepta el inversor.
- $P_{cc}$  es la potencia máxima admisible por el inversor.
- $P_{m\acute{a}x}$  es la potencia máxima generada por el módulo fotovoltaico.

Por lo tanto, el inversor admite máximo 74 módulos.

Lo siguiente es determinar el número máximo de módulos en serie que podemos conectar al inversor. Para ello elegimos el mínimo entre dos cocientes:

- Cociente entre la tensión de trabajo del inversor y la tensión pico del módulo.
- Cociente entre la tensión máxima de entrada del inversor y la tensión en circuito abierto del módulo.

Así pues, mediante las siguientes ecuaciones:

$$N^{\circ}\text{placas}_{1^{\text{a}}\text{ restricción}} = \frac{V_t}{V_p}$$

Siendo:

- $V_t$  el rango de tensión máximo del MPPT.
- $V_p$  la tensión de máxima potencia del módulo.

$$N^{\circ}\text{placas}_{1^{\text{a}}\text{ restricción}} = \frac{1000}{42,3} = 23,64 \approx 23 \text{ placas}$$

$$N^{\circ}\text{placas}_{2^{\text{a}}\text{ restricción}} = \frac{V_{max}}{V_{oc}}$$

Siendo:

- $V_{max}$  la tensión máxima del sistema inversor.
- $V_{oc}$  la tensión de circuito abierto del módulo.

$$N^{\circ}\text{placas}_{2^{\text{a}}\text{ restricción}} = \frac{1100}{50,4} = 21,83 \approx 21 \text{ placas}$$

Debemos elegir entre la condición más restrictiva, en nuestro caso, deberemos coger como máximo un total de 21 placas en serie.

La tensión pico de trabajo será el producto del número de placas en serie y la tensión pico de la placa fotovoltaica. En nuestro caso, sabiendo que tendremos un número máximo de 60 placas, hemos decidido poner 20 placas en serie por cada string.

$$U_{trabajo} = N^{\circ}\text{placas serie} * V_p$$

Donde:

- $U_{trabajo}$  es la tensión total producida por los módulos en serie.
- $N^{\circ}\text{placas serie}$  es el número de placas en serie que vamos a emplear.
- $V_p$  es la tensión de máxima potencia del módulo.

$$U_{trabajo} = 20 * 42,3 = 846 \text{ V}$$

El número máximo de líneas a conectar en paralelo podemos calcularlo como el cociente entre el número de placas admisibles por el inversor y el número de placas a conectar en serie, de esta forma se obtiene:

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

Donde:

- $N^{\circ}placas \text{ paralelo}$  es el número de placas en paralelo máximo que se podrá emplear.
- $N^{\circ}placas \text{ serie}$  es el número de placas en serie que vamos a emplear.
- $N^{\circ}placas \text{ max adm}$  es el número máximo de módulos que acepta el inversor.

$$N^{\circ}lineas \text{ paralelo} = \frac{74}{20} = 3,7 \approx 3 \text{ lineas en paralelo}$$

De este modo, emplearemos 3 líneas en paralelo con 20 placas en serie por cada string dentro del MPPT, lo que suma un total de 60 placas dentro de 2 MPPT de 410W cada una, una potencia de instalación en el campo fotovoltaico de 24,6 kW instalados.

Comprobamos que no se supera la intensidad máxima admisible de cada MPPT:

$$I_{max} = I_p * \text{Número lineas en paralelo}$$

Donde:

- $I_{max}$  es la intensidad máxima que circulara en la entrada del inversor.
- $I_p$  es la intensidad de máxima potencia del módulo fotovoltaico.

$$I_{max} = 9,69 * 2 = 19,38 \text{ A}$$

La máxima corriente que circula por la entrada del MPPT es inferior a la máxima admisible por este.

La potencia en el campo fotovoltaico es la siguiente:

$$P_{CV} = P_{Ins}$$

Siendo:

- $P_{CV}$  la potencia del campo fotovoltaico.
- $P_{Ins}$  es la potencia total de la instalación.

$$P_{CV} = (410 * 60) * 10^{-3} = 24.6 \text{ kW}$$

## 10.2 SELECCIÓN DEL CONDUCTOR

### 10.2.1 TRAMO 1: MÓDULOS FOTOVOLTAICOS A SISTEMA INVERSOR

Siguiendo las instrucciones marcadas por el reglamento ITC-BT-40 del REBT, la caída de tensión máxima admisible entre el generador de baja tensión y el punto de interconexión a la instalación interior es de 1,5% para cualquiera de los tramos.

En este tramo, la distancia desde el módulo más alejado es de 50 metros. Mediante este dato y la cantidad de módulos conectados en serie y el número de series en paralelo determinaremos la sección que debe tener el cable para no exceder la caída de tensión indicada por el reglamento.

Calcularemos las secciones mínimas para cumplir el criterio de Caída de Tensión mediante las siguientes formulas (utilizando un factor de potencia con valor redondeado a la unidad):

$$S_{\min} = \frac{2 * L * I}{\gamma * e * U} = \frac{2 * L_{\text{tramo1}} * I_{cc \text{ máx}}}{\gamma * e * U_{\text{trabajo}}}$$

Donde:

- $S_{\min}$  es la sección mínima necesaria para no superar la caída de tensión establecida en  $mm^2$ .
- $L_{\text{tramo1}}$  es la longitud máxima desde el módulo más alejado hasta la entrada del sistema inversor.
- $I_{cc \text{ máx}}$  Intensidad de cortocircuito de entrada al inversor.
- $\gamma$  conductividad del cobre a 20°C según norma UNE 202002:2000.
- $e$  es la caída de tensión máxima admisible.
- $U_{\text{trabajo}}$  es la tensión total de módulos en serie.

$$S_{\min} = \frac{2 * 50 * 10,60}{54 * 0,015 * 846} = 1,55 \text{ mm}^2$$

A continuación, comprobaremos el dimensionamiento de las líneas frente al fenómeno de calentamiento de conductores. Se aplicarán las secciones reglamentarias del conductor a utilizar en instalaciones de interior o receptoras marcadas por el reglamento ITC-BT-19 en base a la intensidad máxima admisible en servicio permanente de los conductores aislados según nuestra instalación.

$$I_z = n * I_0 * (k1 * k2 * k3)$$

Siendo:

- $I_z$ , Intensidad máxima admisible en cable a partir de naturaleza de conductor y condiciones de instalación.
- $n$ , número de conductores por fase.
- $I_0$ , Intensidad máxima admisible en cables al aire a 40°C.

- k1, factor de corrección correspondiente a temperaturas ambiente distintas de 40°C.
- k2, factor de corrección correspondiente a agrupaciones de más de un circuito.
- k3, factor de corrección por condiciones de instalación.

En base a este criterio, la intensidad que circulará como máximo en las series fotovoltaicas es la más desfavorable  $I_{cc\ máx}$ , al que se le aplicará un factor de seguridad de 1,25, tal y como indica el ITC-BT-40 para asegurar que el cable cumple las condiciones requeridas.

$$I_b = 1,25 * I_{cc\ máx}$$

Donde:

- $I_b$  es la intensidad máxima que puede circular teniendo el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad aplicado.

-1,25 es coeficiente de seguridad.

- $I_{cc\ máx}$  es intensidad de cortocircuito de entrada al inversor.

$$I_b = 1,25 * 10,60 = 13,25\ A$$

Sabemos que el valor de  $I_0$  deberá ser superior a  $I_b$  por lo que, observando en la tabla 1 del ITC-BT-19 para el criterio de dimensionamiento del cable a 40°C, escogemos una sección de  $4\ mm^2$  para conductores aislados en tubos, en montaje superficial o empotrados en obra (B1) y con protección tipo PVC. Resultando  $I_z$  un valor de:

$$I_z = 1 * 27 * (1 * 1 * 1) = 27\ A$$

Comprobamos que cumple el criterio de caída de tensión para la sección comercial de  $4\ mm^2$ .

$$e_{máx} = \frac{2 * L * I}{\gamma * S_{mín} * U} = \frac{2 * 50 * 10,60}{54 * 4 * 846} = 0,0058\%$$

De este modo, emplearemos el conductor PV ZZ-F (AS) 0,6/1kV 2x4mm<sup>2</sup>

## 10.2.2 TRAMO 2: SISTEMA INVERSOR A CUADRO GENERAL FOTOVOLTAICO Y RED INTERIOR

En este tramo, la distancia desde el sistema inversor hasta el cuadro general fotovoltaico es de 10. Mediante este dato y la consideración que según la ITC-BT-40 indica que la caída de tensión desde el generador hasta el punto de conexión dentro de la red interior de consumo no puede exceder el 1,5%. Así pues, determinaremos la sección que debe tener el cable para no exceder la caída de tensión indicada por el reglamento.

Calcularemos las secciones mínimas para cumplir el criterio de Caída de Tensión mediante las siguientes formulas (utilizando un factor de potencia con valor redondeado a la unidad):

$$S_{\min} = \frac{P_{\max \text{ inv}} * L_{\text{tramo 2}}}{\gamma * e * U_{\text{servicio}}^2}$$

Donde:

- $S_{\min}$  es la sección mínima necesaria para no superar la caída de tensión establecida en  $mm^2$ .
- $P_{\max \text{ inv}}$  es la potencia máxima conectada al sistema inversor en kWp.
- $L_{\text{tramo 2}}$  es la longitud media del sistema inversor hasta el Cuadro General Fotovoltaico en metros.
- $\gamma$  conductividad del cobre a 20°C según norma UNE 202002:2000.
- $e$  es la caída de tensión máxima admisible.
- $U_{\text{servicio}}$  es la tensión de servicio en V.

$$S_{\min} = \frac{24600 * 10}{54 * 0,015 * 400^2} = 1,90 \text{ mm}^2$$

A continuación, comprobaremos el dimensionamiento de las líneas frente al fenómeno de calentamiento de conductores. Se aplicarán las secciones reglamentarias del conductor a utilizar en instalaciones de interior o receptoras marcadas por el reglamento ITC-BT-19 en base a la intensidad máxima admisible en servicio permanente de los conductores aislados según nuestra instalación.

$$I_z = n * I_0 * (k1 * k2 * k3)$$

Siendo:

- $I_z$ , Intensidad máxima admisible en cable a partir de naturaleza de conductor y condiciones de instalación.
- $n$ , número de conductores por fase.
- $I_0$ , Intensidad máxima admisible en cables al aire a 40°C.
- $k1$ , factor de corrección correspondiente a temperaturas ambiente distintas de 40°C.
- $k2$ , factor de corrección correspondiente a agrupaciones de más de un circuito.

- $k_3$ , factor de corrección por condiciones de instalación.

En base a este criterio, la intensidad que circulará como máximo en el inversor es la intensidad de salida que se obtiene de la ficha técnica del SUN2000-33KTL-A más desfavorable  $I_{m\acute{a}x\ salida}$  con valor de 48 A, al que se le aplicará un factor de seguridad de 1,25, tal y como indica el ITC-BT-40 para asegurar que el cable cumple las condiciones requeridas.

$$I_b = 1,25 * I_{m\acute{a}x\ salida}$$

Donde:

- $I_b$  es la intensidad máxima que puede circular teniendo el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad aplicado.

-1,25 es coeficiente de seguridad.

- $I_{m\acute{a}x\ salida}$  es intensidad de salida del inversor.

$$I_b = 1,25 * 48 = 60\ A$$

Sabemos que el valor de  $I_0$  deberá ser superior a  $I_b$  por lo que, observando en la tabla 1 del ITC-BT-19 para el criterio de dimensionamiento del cable a 40°C, escogemos una sección de 16 mm<sup>2</sup> para conductores aislados en tubos, en montaje superficial o empotrados en obra (B1) y con protección tipo PVC. Resultando  $I_z$  un valor de:

$$I_z = 1 * 66 * (1 * 1 * 1) = 66\ A$$

Comprobamos que cumple el criterio de caída de tensión para la sección comercial de 16mm<sup>2</sup>.

$$e = \frac{P_{m\acute{a}x\ inv} * L_{tramo\ 2}}{\gamma * S_{m\acute{i}n} * U_{servicio}^2} = \frac{24600 * 10}{54 * 16 * 400^2} = 0.00178\%$$

De este modo, emplearemos el conductor RV-K 0,6/1kV 4x1x16mm<sup>2</sup>

### 10.2.3 TRAMO 3: SISTEMA INVERSOR A CUADRO GENERAL FOTOVOLTAICO Y RED INTERIOR

En este tramo, la distancia desde el cuadro general fotovoltaico hasta el punto de conexión en red interior es de 0,5m. Mediante este dato y la consideración que según la ITC-BT-40 indica que la caída de tensión desde el generador hasta el punto de conexión dentro de la red interior de consumo no puede exceder el 1,5%. Así pues, determinaremos la sección que debe tener el cable para no exceder la caída de tensión indicada por el reglamento.

Calcularemos las secciones mínimas para cumplir el criterio de Caída de Tensión mediante las siguientes formulas (utilizando un factor de potencia con valor redondeado a la unidad):

$$S_{\min} = \frac{P_{\max \text{ inv}} * L_{\text{tramo 2}}}{\gamma * e * U_{\text{servicio}}^2}$$

Donde:

- $S_{\min}$  es la sección mínima necesaria para no superar la caída de tensión establecida en  $mm^2$ .
- $P_{\max \text{ inv}}$  es la potencia máxima conectada al sistema inversor en kWp.
- $L_{\text{tramo 2}}$  es la longitud media del sistema inversor hasta el Cuadro General Fotovoltaico en metros.
- $\gamma$  conductividad del cobre a 20°C según norma UNE 202002:2000.
- $e$  es la caída de tensión máxima admisible.
- $U_{\text{servicio}}$  es la tensión de servicio en V.

$$S_{\min} = \frac{24600 * 0,5}{54 * 0,015 * 400^2} = 1,90 \text{ mm}^2$$

A continuación, comprobaremos el dimensionamiento de las líneas frente al fenómeno de calentamiento de conductores. Se aplicarán las secciones reglamentarias del conductor a utilizar en instalaciones de interior o receptoras marcadas por el reglamento ITC-BT-19 en base a la intensidad máxima admisible en servicio permanente de los conductores aislados según nuestra instalación.

$$I_z = n * I_0 * (k1 * k2 * k3)$$

Siendo:

- $I_z$ , Intensidad máxima admisible en cable a partir de naturaleza de conductor y condiciones de instalación.
- $n$ , número de conductores por fase.
- $I_0$ , Intensidad máxima admisible en cables al aire a 40°C.
- $k1$ , factor de corrección correspondiente a temperaturas ambiente distintas de 40°C.
- $k2$ , factor de corrección correspondiente a agrupaciones de más de un circuito.

- k3, factor de corrección por condiciones de instalación.

En base a este criterio, la intensidad que circulará como máximo en el inversor es la intensidad de salida que se obtiene de la ficha técnica del SUN2000-33KTL-A más desfavorable  $I_{m\acute{a}x\ salida}$  con valor de 48 A, al que se le aplicará un factor de seguridad de 1,25, tal y como indica el ITC-BT-40 para asegurar que el cable cumple las condiciones requeridas.

$$I_b = 1,25 * I_{m\acute{a}x\ salida}$$

Donde:

-I<sub>b</sub> es la intensidad máxima que puede circular teniendo el caso más desfavorable de cortocircuito y un coeficiente de seguridad aplicado.

-1,25 es coeficiente de seguridad.

- $I_{m\acute{a}x\ salida}$  es intensidad de salida del inversor.

$$I_b = 1,25 * 48 = 60 A$$

Sabemos que el valor de  $I_0$  deberá ser superior a  $I_b$  por lo que, observando en la tabla 1 del ITC-BT-19 para el criterio de dimensionamiento del cable a 40°C, escogemos una sección de 16 mm<sup>2</sup> para conductores aislados en tubos, en montaje superficial o empotrados en obra (B1) y con protección tipo PVC. Resultando  $I_z$  un valor de:

$$I_z = 1 * 66 * (1 * 1 * 1) = 66 A$$

Comprobamos que cumple el criterio de caída de tensión para la sección comercial de 16mm<sup>2</sup>.

$$e = \frac{P_{m\acute{a}x\ inv} * L_{tramo\ 2}}{\gamma * S_{m\acute{i}n} * U_{servicio}^2} = \frac{24600 * 0,5}{54 * 16 * 400^2} = 0.0018\%$$

De este modo, emplearemos el conductor RV-K 0,6/1kV 4x1x16mm<sup>2</sup>

## 10.3 CABLEADO DE TIERRA

La sección del conductor de protección viene indicada por la ITC-BT-18 en la tabla número 2:

Sección de los conductores de fase de la instalación $S$ ( $\text{mm}^2$ )	Sección mínima de los conductores de protección $S_p$ ( $\text{mm}^2$ )
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

Tabla 19. Selección conductores de protección según ITC-BT-18.

De este modo, la selección del cableado a utilizar para la protección a tierra del tramo que va desde el sistema generador hasta el inversor será de  $4\text{mm}^2$ , al igual que la sección del resto de conductores de este tramo.

Consecuentemente, la sección del cableado que va desde el sistema inversor hasta el cuadro general fotovoltaico y desde este lugar hasta el punto de conexión dentro de la red interior en baja tensión será de  $16\text{mm}^2$ .

## 10.4 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES

Para el tramo de corriente continua emplearemos fusibles de 16A ubicados dentro de portafusibles protegiendo así cada uno de los strings frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Por otro lado, para el tramo de corriente alterna emplearemos un automático 3P+N de 40A y un diferencial 4/40/30 mA protegiendo así las líneas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Se muestra el esquema eléctrico de la instalación en el apartado de planos.

## 10.5 CÁLCULO DE TOMA A TIERRA

El cálculo de toma a tierra irá de acuerdo con la normativa ITC-BT-18 y ITC-BT-24 en las que se describe el proceso para realizar de estos sistemas.

Encontraremos dos tomas a tierra independientes, una dedicada al inversor y otra para los módulos fotovoltaicos.

En primer lugar, empleamos un telurómetro para la obtención de la resistencia por metro del terreno con un resultado de  $1533 \Omega \cdot \text{m}$ . Sabiendo que emplearemos un diferencial de 30mA y considerando que en este caso se tanto las placas como el inversor como lugares húmedos procedemos a calcular la resistencia mínima de toma a tierra en ambos casos.

$$Rt(\Omega) \leq \frac{V}{Idif}$$

Donde:

- $Rt(\Omega)$  es la resistencia mínima de la toma a tierra.
- $V$  es la tensión de contacto límite convencional, 24 V para locales.
- $I_{dif}$  es la intensidad del diferencial en amperios.

$$Rt(\Omega) \leq \frac{24}{0,03} \leq 800 \Omega$$

## 10.6 TOMA A TIERRA DEL INVERSOR

Comenzamos calculando el número mínimo de picas que emplearemos. Para ello se debe asociar la resistencia creada por el cable y el número de picas de cobre que serán necesarias. Así pues, sabiendo que desde el sistema inversor a la pica habrá 20 m de cable enterrados realizamos el cálculo que se muestra a continuación.

$$Rt(\Omega) \geq \frac{1}{\frac{1}{R1} + \frac{1}{R2}}$$

Donde:

- R1 es dos veces la resistencia por metro del terreno dividido entre la longitud del cable.
- R2 es la resistencia por metro del terreno partido la longitud de la pica multiplicado por el número de picas.

Desarrollando estas ecuaciones obtenemos el siguiente resultado.

$$R1 = \frac{2 * \rho}{L_{cable}}$$

$$R1 = \frac{2 * 1533}{20} = 153.3 \Omega$$

$$800 \Omega \geq \frac{1}{\frac{1}{153.3} + \frac{1}{\frac{1533}{2 * n^{\circ}picas}}}$$

Despejando sabemos que con una pica de cobre de 2 m de largo enterrada a 20 m será suficiente.

## 10.7 TOMA A TIERRA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Calculamos nuevamente el número de picas, esta vez para la protección de toma a tierra de los módulos fotovoltaicos. Para esto, emplearemos las ecuaciones anteriores.

$$Rt(\Omega) \geq \frac{1}{\frac{1}{R2} + \frac{1}{R2}}$$

Donde:

- R1 es dos veces la resistencia por metro del terreno dividido entre la longitud del cable.
- R2 es la resistencia por metro del terreno parido la longitud de la pica multiplicado por el número de picas.

$$R1 = \frac{2 * \rho}{L_{cable}}$$

$$R1 = \frac{2 * 1533}{20} = 153.3 \Omega$$

$$8800 \Omega \geq \frac{1}{\frac{1}{153.3} + \frac{1}{\frac{1533}{2 * n^{\circ}picas}}}$$

De este modo obtenemos que mediante una pica de cobre de 2 m de largo será suficiente.

## 10.8 ENERGÍA GENERADA

## 10.9 ESTIMACIÓN DE PÉRDIDAS ENERGÉTICAS

Para poder determinar la producción de la instalación se debe determinar el rendimiento de la planta. El rendimiento estimado de la instalación en cada mes del año es el siguiente:

	Rto. Temperatura	Rto polvo	Rto. Cable	Rto conexiones	Rto inversor	Performance Ratio
Enero	94,6%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	85,7%
Febrero	93,1%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	84,4%
Marzo	92,4%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	83,7%
Abril	91,8%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	83,2%
Mayo	90,8%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	82,3%
Junio	89,5%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	81,1%
Julio	88,8%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	80,5%
Agosto	88,7%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	80,4%
Septiembre	89,6%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	81,2%
Octubre	90,7%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	82,2%
Noviembre	92,3%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	83,6%
Diciembre	93,1%	97,0%	98,9%	96,0%	98,4%	84,4%
					<b>Valor medio</b>	<b>82,7%</b>

Tabla 20. Estimación de pérdidas energéticas.

## 10.10 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA

En base a lo visto en anteriores apartados, podemos generar un perfil de la producción de la instalación fotovoltaica y compararla con los consumos obtenidos del local. Nos disponemos a calcular la energía generada por el conjunto de placas monocristalinas de 410 Wp 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 serán reenumerados.

Para ello, accedemos a la Web de PVGIS y descargamos los valores de irradiancia global en un plano fijo (G) de cada mes del año en la ubicación exacta, ajustando al ángulo de inclinación óptimo para nuestra ubicación, que en nuestra ubicación es de 20 grados.

Para el cálculo de la potencia producida por los módulos fotovoltaicos se ha seguido la siguiente expresión:

$$P_p = \frac{G * P_N * n}{1000} * 0,82 (W)$$

Donde:

- $P_p$  es la potencia producida por los módulos (W).
- G es el valor de la irradiancia global en un plano fijo ( $W/m^2$ ).
- $P_N$  es la potencia nominal de un módulo (W).
- n es el número de placas instaladas.

Se divide el valor obtenido entre 1000 puesto que la potencia pico se obtiene para  $1000 \text{ W/m}^2$  y  $25^\circ\text{C}$  de temperatura. Además, multiplicamos el valor obtenido por 0,82 para contemplar el 18% de pérdida de producción debido a caída de tensión, suciedad, temperatura de trabajo diferente de  $25^\circ\text{C}$ .

Anteriormente el PVGIS ofrecía los valores de irradiancia en intervalos de 15 minutos y era necesario tomar medidas especiales para realizar el cálculo de la energía generada, sin embargo, ahora los da cada hora, lo que simplifica todo el proceso.

De esta forma, obtendremos el valor de la energía producida por las placas seguimos la siguiente expresión:

$$E_p = \frac{P_p}{1000}$$

Siendo:

- $E_p$  el valor de la energía producida por los módulos.
- $P_p$  es la potencia producida por las placas (W).

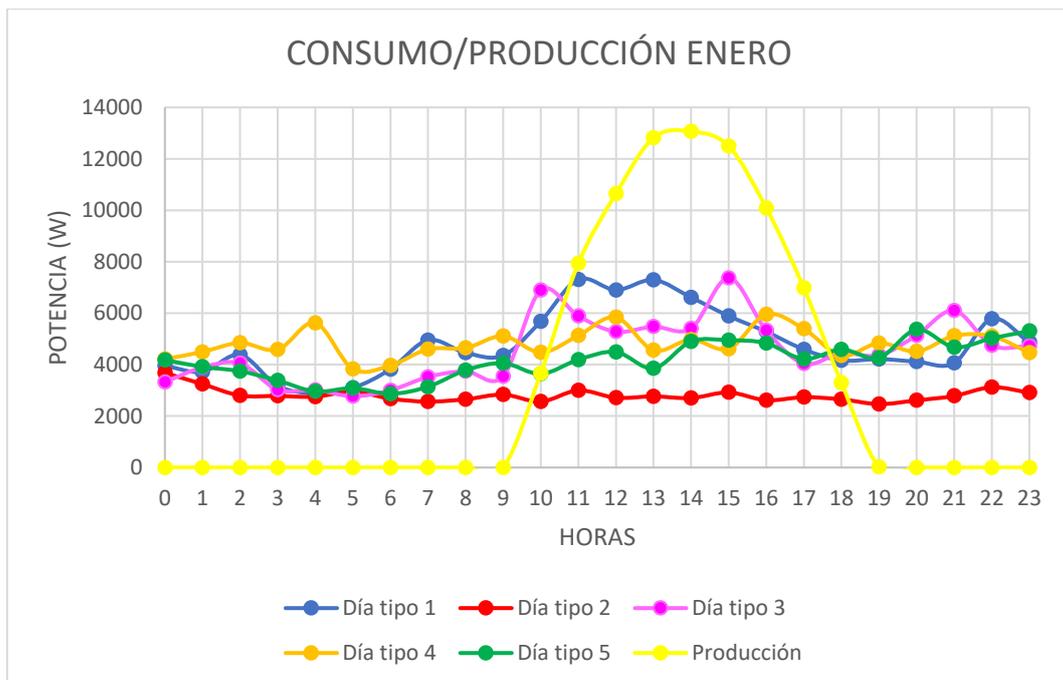
## 10.11 RESULTADOS OBTENIDOS

Mostramos los resultados obtenidos tras aplicar las ecuaciones anteriores y las gráficas comparativas entre la producción de nuestra instalación fotovoltaica y los consumos tipo del local para los distintos meses del año.

### 10.11.1 ENERO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	0	410	0	0	0,000
7:45	0	410	0	0	0,000
8:45	0	410	0	0	0,000
9:45	180	410	61,0326	3661,956	3,662
10:45	390	410	132,2373	7934,238	7,934
11:45	523	410	177,33361	10640,02	10,640
12:45	630	410	213,6141	12816,85	12,817
13:45	642	410	217,68294	13060,98	13,061
14:45	614	410	208,18898	12491,34	12,491
15:45	496	410	168,17872	10090,72	10,091
16:45	343	410	116,30101	6978,061	6,978
17:45	162	410	54,92934	3295,76	3,296
18:45	1	410	0,33907	20,3442	0,020
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 21. Energía producida enero.

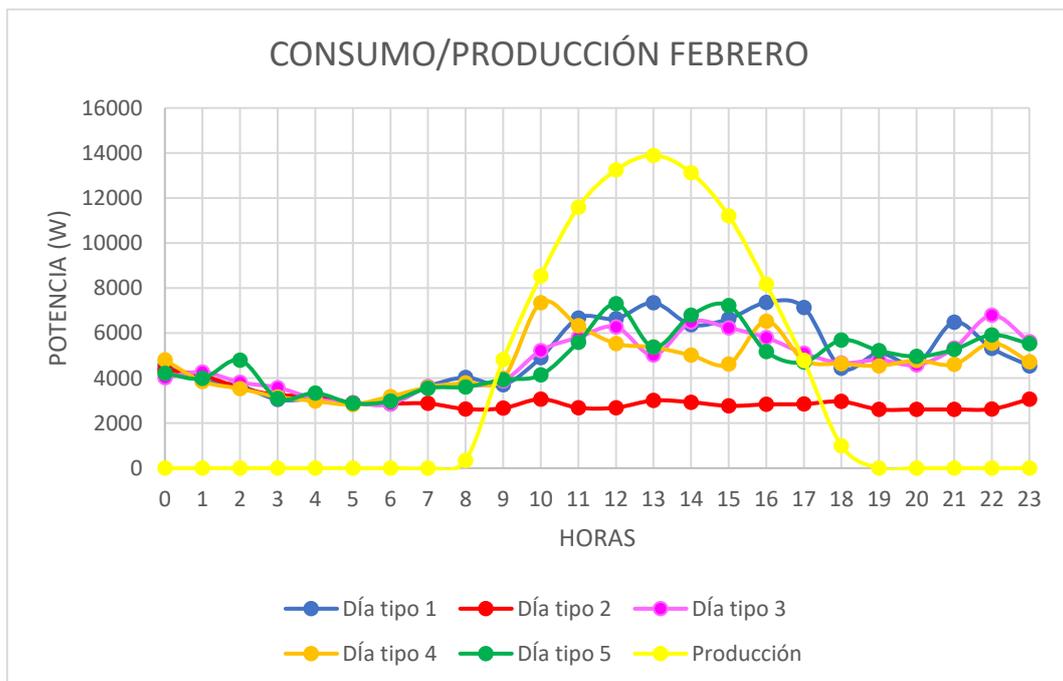


Gráfica 24. Comparativa consumo/producción enero.

## 10.11.2 FEBRERO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	0	410	0	0	0,000
7:45	17	410	5,76419	345,8514	0,346
8:45	237	410	80,35959	4821,575	4,822
9:45	420	410	142,4094	8544,564	8,545
10:45	570	410	193,2699	11596,19	11,596
11:45	651	410	220,7346	13244,07	13,244
12:45	683	410	231,5848	13895,09	13,895
13:45	645	410	218,7002	13122,01	13,122
14:45	551	410	186,8276	11209,65	11,210
15:45	402	410	136,3061	8178,368	8,178
16:45	235	410	79,68145	4780,887	4,781
17:45	49	410	16,61443	996,8658	0,997
18:45	0	410	0	0	0,000
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 22. Energía producida febrero.

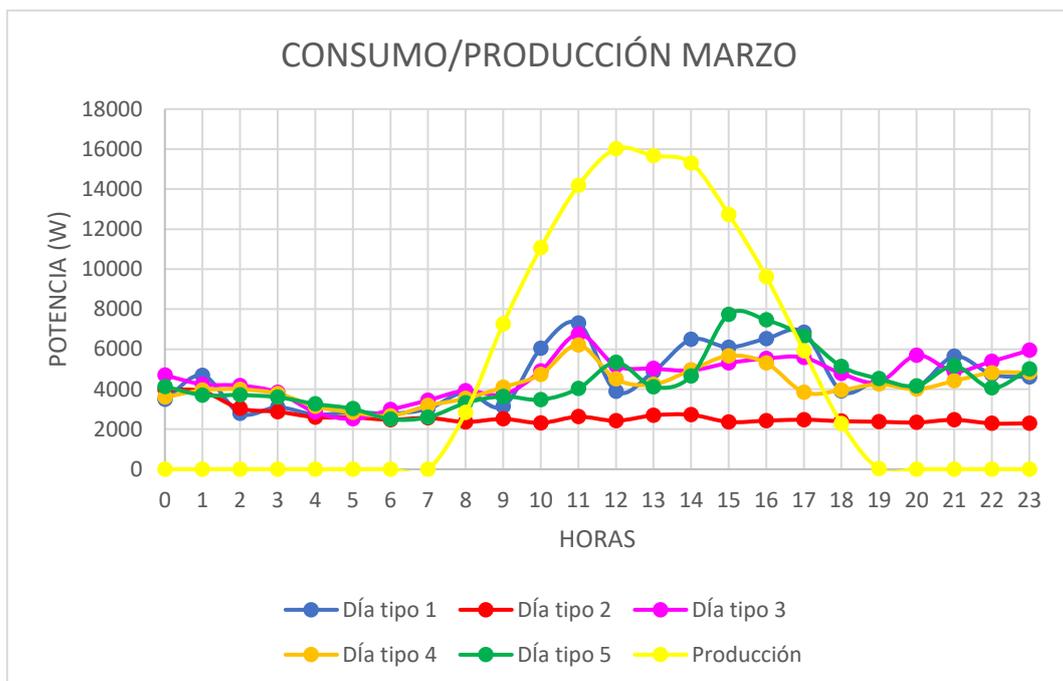


Gráfica 25. Comparativa consumo/producción febrero.

### 10.11.3 MARZO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	0	410	0	0	0,000
7:45	139	410	47,13073	2827,844	2,828
8:45	357	410	121,048	7262,879	7,263
9:45	544	410	184,4541	11067,24	11,067
10:45	697	410	236,3318	14179,91	14,180
11:45	787	410	266,8481	16010,89	16,011
12:45	770	410	261,0839	15665,03	15,665
13:45	752	410	254,9806	15298,84	15,299
14:45	626	410	212,2578	12735,47	12,735
15:45	473	410	160,3801	9622,807	9,623
16:45	291	410	98,66937	5920,162	5,920
17:45	112	410	37,97584	2278,55	2,279
18:45	1	410	0,33907	20,3442	0,020
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 23. Energía producida marzo.

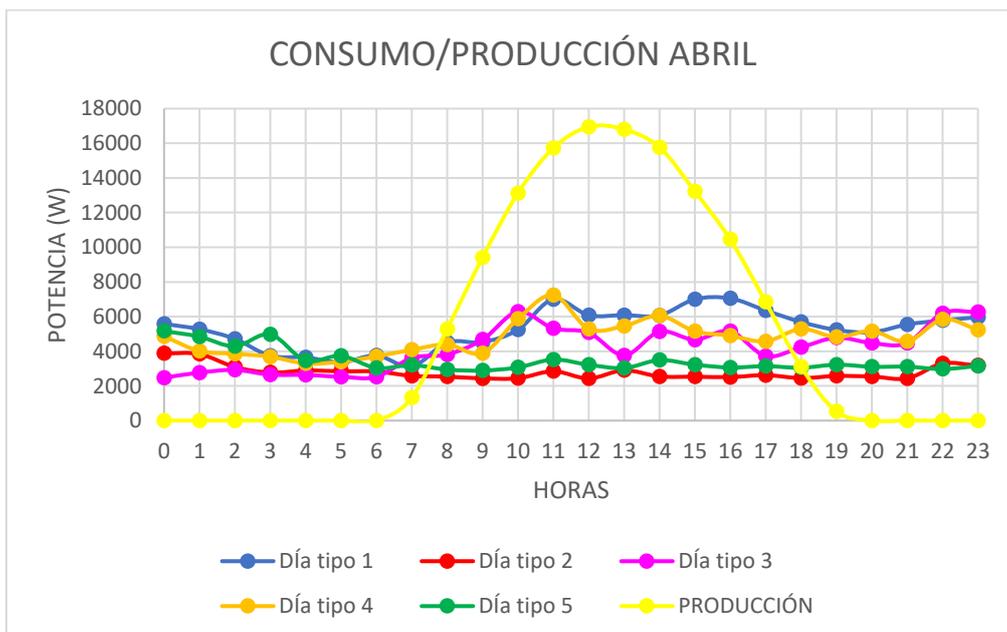


Gráfica 26. Comparativa consumo/producción marzo.

### 10.11.4 ABRIL

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	65	410	22,03955	1322,373	1,322
7:45	260	410	88,1582	5289,492	5,289
8:45	463	410	156,9894	9419,365	9,419
9:45	645	410	218,7002	13122,01	13,122
10:45	773	410	262,1011	15726,07	15,726
11:45	833	410	282,4453	16946,72	16,947
12:45	826	410	280,0718	16804,31	16,804
13:45	775	410	262,7793	15766,76	15,767
14:45	650	410	220,3955	13223,73	13,224
15:45	514	410	174,282	10456,92	10,457
16:45	337	410	114,2666	6855,995	6,856
17:45	153	410	51,87771	3112,663	3,113
18:45	26	410	8,81582	528,9492	0,529
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 24. Energía producida abril.

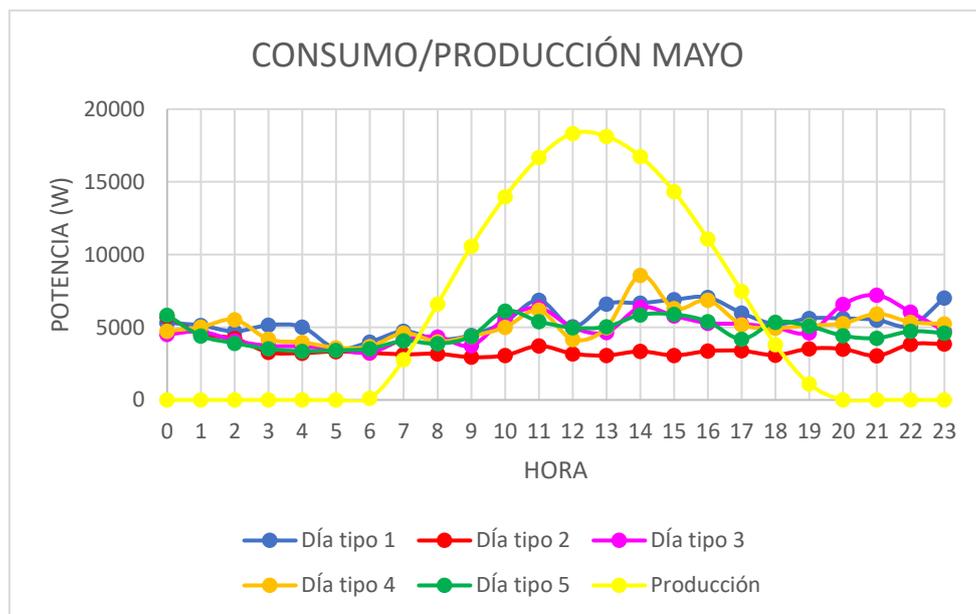


Gráfica 27. Comparativa consumo/producción abril.

### 10.11.5 MAYO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	6	410	2,03442	122,0652	0,122
6:45	136	410	46,11352	2766,811	2,767
7:45	324	410	109,8587	6591,521	6,592
8:45	520	410	176,3164	10578,98	10,579
9:45	687	410	232,9411	13976,47	13,976
10:45	820	410	278,0374	16682,24	16,682
11:45	901	410	305,5021	18330,12	18,330
12:45	891	410	302,1114	18126,68	18,127
13:45	823	410	279,0546	16743,28	16,743
14:45	704	410	238,7053	14322,32	14,322
15:45	544	410	184,4541	11067,24	11,067
16:45	367	410	124,4387	7466,321	7,466
17:45	187	410	63,40609	3804,365	3,804
18:45	54	410	18,30978	1098,587	1,099
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 25. Energía producida mayo.

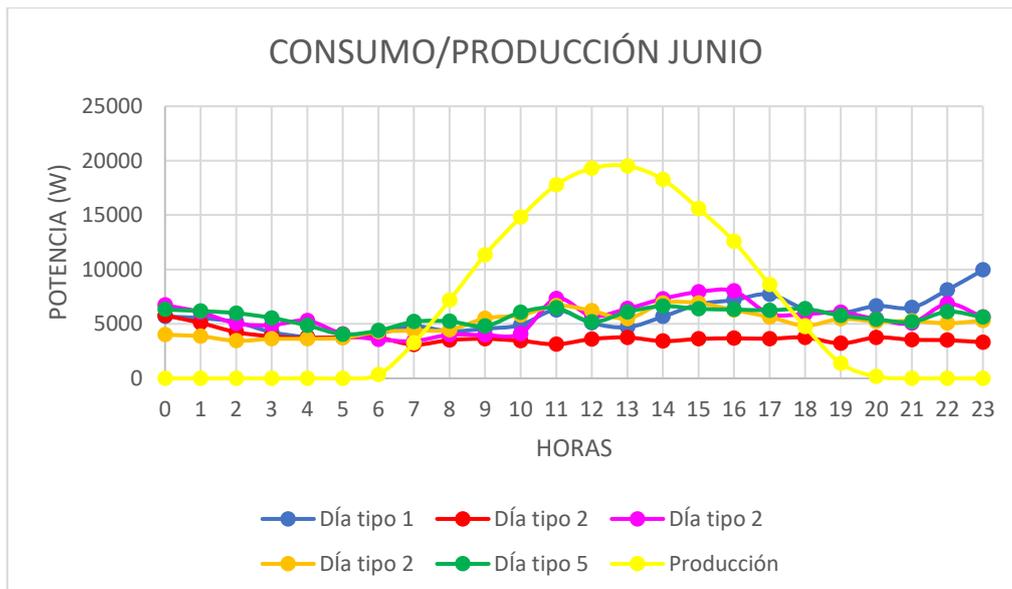


Gráfica 28. Comparativa consumo/producción mayo.

### 10.11.6 JUNIO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	17	410	5,76419	345,8514	0,346
6:45	160	410	54,2512	3255,072	3,255
7:45	353	410	119,6917	7181,503	7,182
8:45	558	410	189,2011	11352,06	11,352
9:45	728	410	246,843	14810,58	14,811
10:45	874	410	296,3472	17780,83	17,781
11:45	949	410	321,7774	19306,65	19,307
12:45	959	410	325,1681	19510,09	19,510
13:45	898	410	304,4849	18269,09	18,269
14:45	767	410	260,0667	15604	15,604
15:45	618	410	209,5453	12572,72	12,573
16:45	423	410	143,4266	8605,597	8,606
17:45	233	410	79,00331	4740,199	4,740
18:45	68	410	23,05676	1383,406	1,383
19:45	8	410	2,71256	162,7536	0,163
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 26. Energía producida junio.



Gráfica 29. Comparativa consumo/producción junio.

## 10.11.7 JULIO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energía Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	5	410	1,69535	101,721	0,102
6:45	136	410	46,11352	2766,811	2,767
7:45	332	410	112,5712	6754,274	6,754
8:45	538	410	182,4197	10945,18	10,945
9:45	721	410	244,4695	14668,17	14,668
10:45	859	410	291,2611	17475,67	17,476
11:45	950	410	322,1165	19326,99	19,327
12:45	981	410	332,6277	19957,66	19,958
13:45	932	410	316,0132	18960,79	18,961
14:45	823	410	279,0546	16743,28	16,743
15:45	652	410	221,0736	13264,42	13,264
16:45	453	410	153,5987	9215,923	9,216
17:45	248	410	84,08936	5045,362	5,045
18:45	71	410	24,07397	1444,438	1,444
19:45	7	410	2,37349	142,4094	0,142
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 27. Energía producida julio.

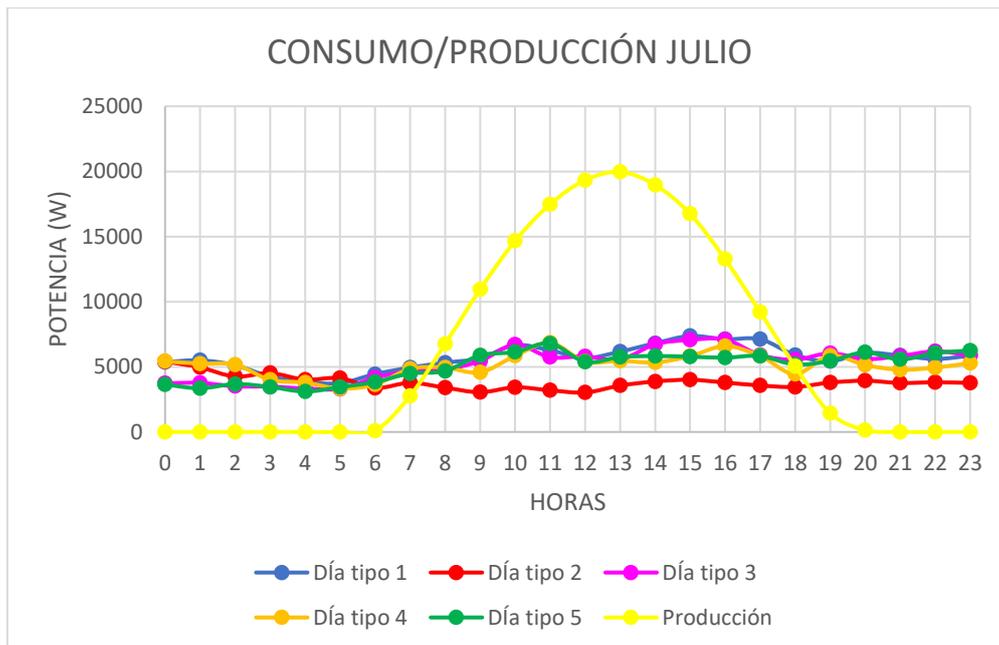
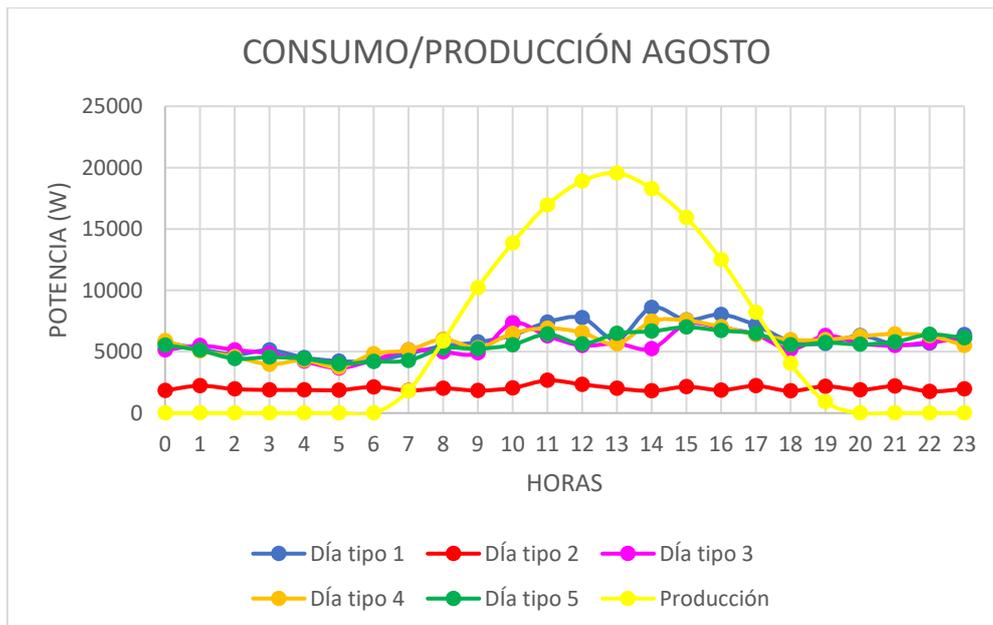


Tabla 28. Comparativa consumo/producción julio.

### 10.11.8 AGOSTO

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	89	410	30,17723	1810,634	1,811
7:45	288	410	97,65216	5859,13	5,859
8:45	502	410	170,2131	10212,79	10,213
9:45	681	410	230,9067	13854,4	13,854
10:45	833	410	282,4453	16946,72	16,947
11:45	929	410	314,996	18899,76	18,900
12:45	961	410	325,8463	19550,78	19,551
13:45	899	410	304,8239	18289,44	18,289
14:45	783	410	265,4918	15929,51	15,930
15:45	614	410	208,189	12491,34	12,491
16:45	404	410	136,9843	8219,057	8,219
17:45	199	410	67,47493	4048,496	4,048
18:45	45	410	15,25815	915,489	0,915
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 29. Energía producida agosto.

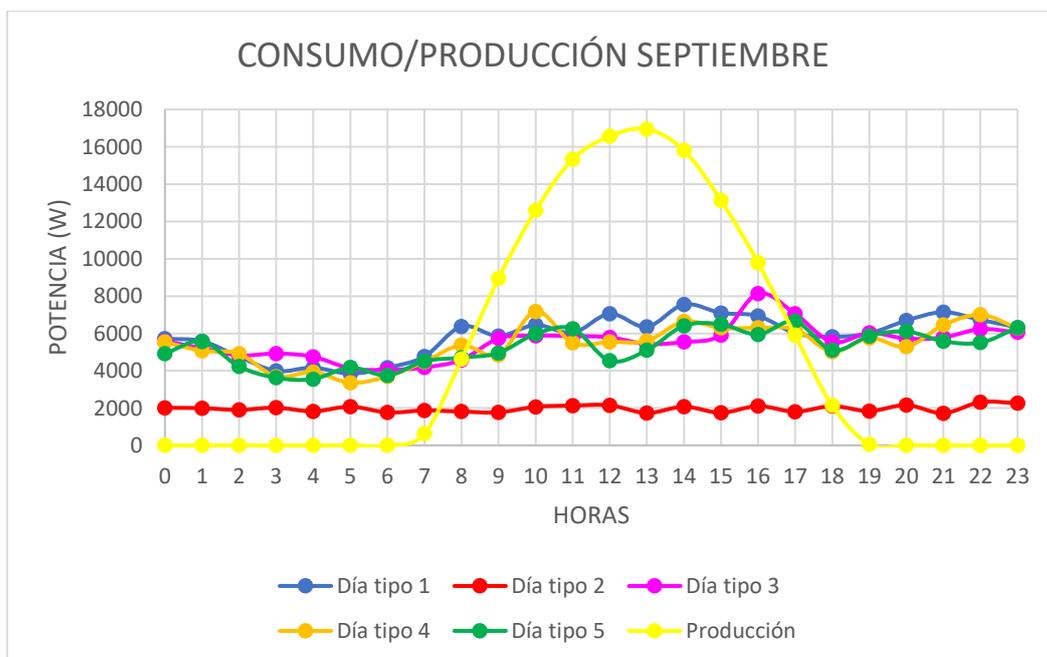


Gráfica 30. Comparativa consumo/producción julio.

## 10.11.9 SEPTIEMBRE

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energía Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	31	410	10,51117	630,67	0,631
7:45	227	410	76,96889	4618,13	4,618
8:45	440	410	149,1908	8951,45	8,951
9:45	619	410	209,88433	12593,1	12,593
10:45	754	410	255,65878	15339,5	15,340
11:45	814	410	276,00298	16560,2	16,560
12:45	833	410	282,44531	16946,7	16,947
13:45	777	410	263,45739	15807,4	15,807
14:45	645	410	218,70015	13122	13,122
15:45	481	410	163,09267	9785,56	9,786
16:45	290	410	98,3303	5899,82	5,900
17:45	105	410	35,60235	2136,14	2,136
18:45	3	410	1,01721	61,0326	0,061
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 30. Energía producida septiembre.

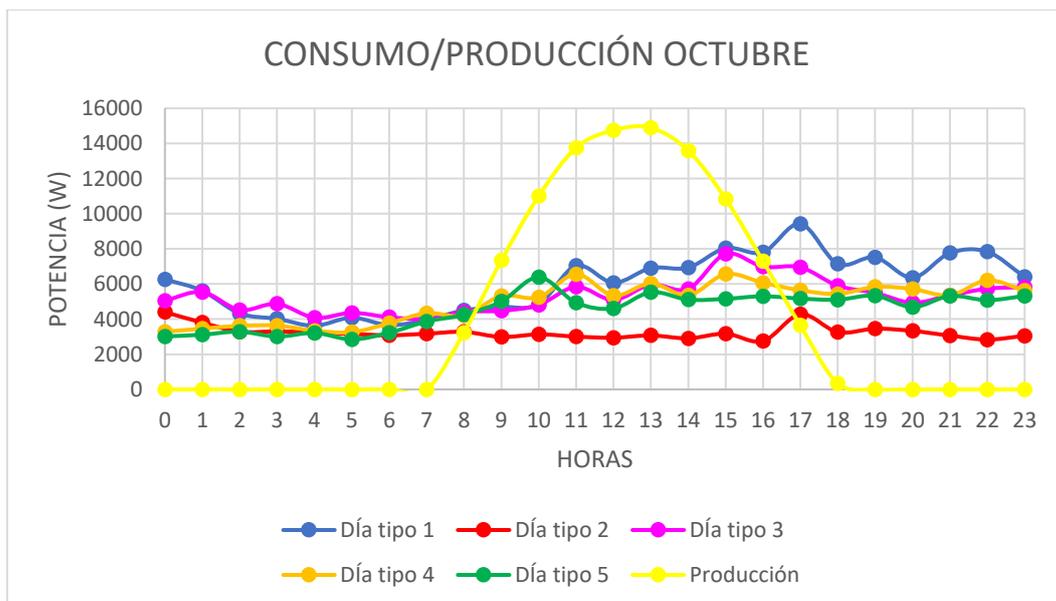


Gráfica 31. Comparativa consumo/producción septiembre.

## 10.11.10 OCTUBRE

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energía Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	0	410	0	0	0,000
7:45	159	410	53,91213	3234,728	3,235
8:45	361	410	122,4043	7344,256	7,344
9:45	541	410	183,4369	11006,21	11,006
10:45	676	410	229,2113	13752,68	13,753
11:45	725	410	245,8258	14749,55	14,750
12:45	732	410	248,1992	14891,95	14,892
13:45	668	410	226,4988	13589,93	13,590
14:45	533	410	180,7243	10843,46	10,843
15:45	359	410	121,7261	7303,568	7,304
16:45	179	410	60,69353	3641,612	3,642
17:45	17	410	5,76419	345,8514	0,346
18:45	0	410	0	0	0,000
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 31. Energía producida octubre.

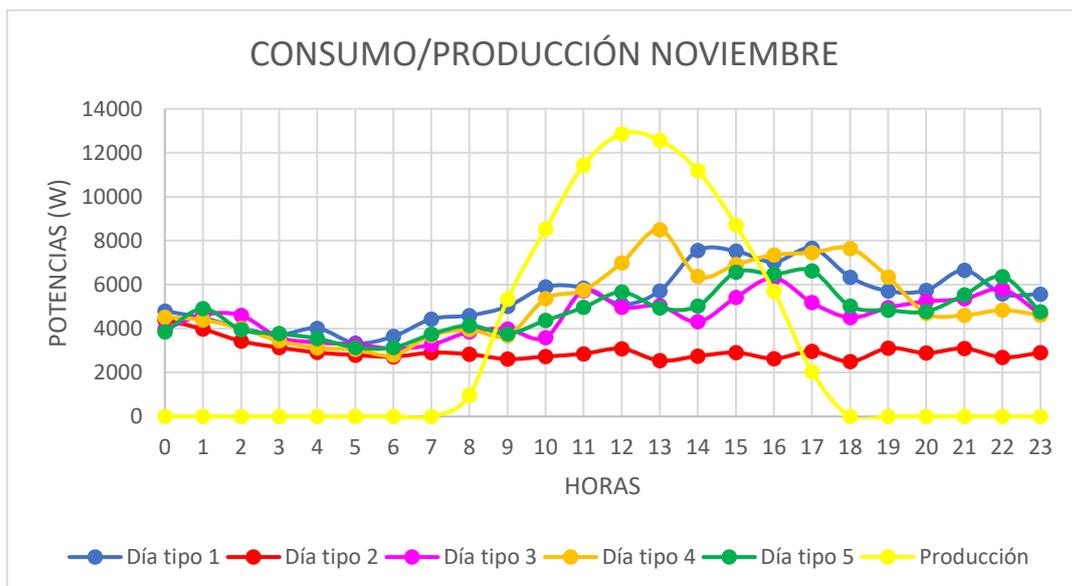


Gráfica 32. Comparativa consumo/producción septiembre.

## 10.11.11 NOVIEMBRE

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energía Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	0	410	0	0	0,000
7:45	48	410	16,27536	976,5216	0,977
8:45	262	410	88,83634	5330,18	5,330
9:45	419	410	142,0703	8524,22	8,524
10:45	562	410	190,5573	11433,44	11,433
11:45	632	410	214,2922	12857,53	12,858
12:45	618	410	209,5453	12572,72	12,573
13:45	550	410	186,4885	11189,31	11,189
14:45	428	410	145,122	8707,318	8,707
15:45	280	410	94,9396	5696,376	5,696
16:45	100	410	33,907	2034,42	2,034
17:45	0	410	0	0	0,000
18:45	0	410	0	0	0,000
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 32. Energía producida noviembre.



Gráfica 33. Comparativa consumo/producción noviembre.

## 10.11.12 DICIEMBRE

HORAS	Irradiancia	Ppico (W)	Potencia 1 placa (W)	Potencia TOTAL (W)	Energia Producida (kWh)
23:45	0	410	0	0	0,000
0:45	0	410	0	0	0,000
1:45	0	410	0	0	0,000
2:45	0	410	0	0	0,000
3:45	0	410	0	0	0,000
4:45	0	410	0	0	0,000
5:45	0	410	0	0	0,000
6:45	0	410	0	0	0,000
7:45	0	410	0	0	0,000
8:45	182	410	61,71074	3702,644	3,703
9:45	362	410	122,7433	7364,6	7,365
10:45	476	410	161,3973	9683,839	9,684
11:45	582	410	197,3387	11840,32	11,840
12:45	602	410	204,1201	12247,21	12,247
13:45	535	410	181,4025	10884,15	10,884
14:45	421	410	142,7485	8564,908	8,565
15:45	272	410	92,22704	5533,622	5,534
16:45	93	410	31,53351	1892,011	1,892
17:45	0	410	0	0	0,000
18:45	0	410	0	0	0,000
19:45	0	410	0	0	0,000
20:45	0	410	0	0	0,000
21:45	0	410	0	0	0,000
22:45	0	410	0	0	0,000

Tabla 33. Energía producida diciembre.

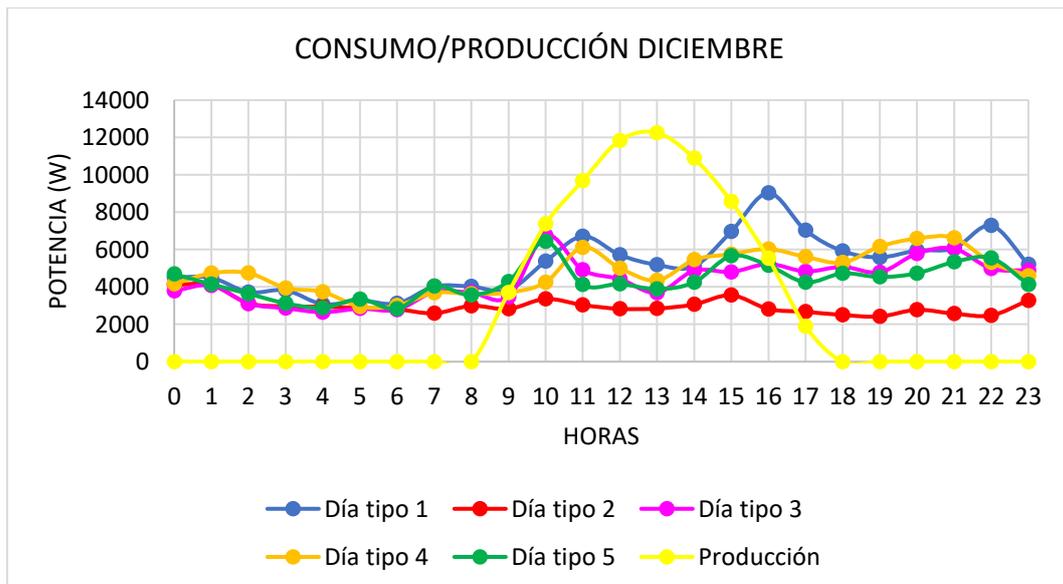


Tabla 34. Comparativa consumo/producción diciembre.

## 11. ESTUDIO DE AUTOCONSUMO

En la actualidad se acepta la posibilidad de verter los excedentes de generación a la red. Es por esto por lo que nuestra instalación se ha dimensionado para cubrir lo máximo posible la demanda sin la preocupación de tener que suprimir los excedentes mediante sistemas inversores de vertido cero, ya que esta energía va a ser renumerada a un precio inferior a la tarificación normal. Pese a esto, nos ayudará a recuperar antes la inversión realizada como posteriormente se expondrá.

En este estudio realizaremos un balance entre la energía consumida directamente de la red y la consumida directamente por nuestra instalación.

Para ello debemos calcular qué excedentes se producen en cada uno de los días tipo de los diferentes meses y la energía consumida, esto incluye días laborables y días no laborables. Mediante esta información y sabiendo las regularidades que se producen, podemos obtener esta información para cada mes y, por último, haciendo el sumatorio de todos los meses podremos saber cuánta energía excedentaria resulta en un año y cuanta es consumida. Estos excedentes se calculan realizando la diferencia entre la energía generada y la energía consumida de las horas en las que hay excedentes.

$$E_{EXC} = \sum E_{GEN} - \sum E_{DEM}$$

Donde:

- $E_{EXC}$  corresponde a la energía excedentaria (kWh).
- $E_{GEN}$  corresponde a la energía generada o producida (kWh).
- $E_{DEM}$  corresponde a la energía demandada (kWh).

Por otro lado, la energía consumida será la diferencia entre el total de la energía producida menos la excedentaria:

$$E_{CON} = \sum E_{GEN} - \sum E_{EXC}$$

Donde:

- $E_{EXC}$  corresponde a la energía excedentaria (kWh).
- $E_{GEN}$  corresponde a la energía generada o producida (kWh).
- $E_{CON}$  corresponde a la energía consumida total (kWh).

En este caso, emplearemos la energía producida a lo largo de todo el día y le restaremos los excedentes de este. A continuación, se adjunta la tabla resumen con toda la información.

	DIAS MAYOR CONSUMO		MES	
	EXCEDENTES (kWh/Dia)	E. CONSUMIDA (kWh/Dia)	EXCEDENTES (kWh/Mes)	E. CONSUMIDA (kWh/Mes)
Enero	30,130	50,860	934,036	1576,662
Febrero	34,984	55,752	1014,522	1616,797
Marzo	57,488	55,402	1782,130	1717,459
Abril	63,680	64,895	1910,411	1672,548
Mayo	74,819	66,858	2319,395	2072,593
Junio	87,744	67,136	1910,411	1946,850
Julio	83,141	73,672	2577,382	2283,824
Agosto	70,136	76,892	2174,213	2383,640
Septiembre	55,7809446	66,671	2494,241	2210,152
Octubre	41,6570312	59,047	1291,368	1830,450
Noviembre	27,9767182	51,345	1673,428	2000,124
Diciembre	25,5430276	46,170	791,834	1431,279

Tabla 35. Estudio de autoconsumo parte 1.

AÑO	
EXCEDENTES (kWh/Año)	E. CONSUMIDA (kWh/Año)
20873,371	22742,376

Tabla 36. Estudio de autoconsumo parte 2.

Haciendo la suma de los excedentes más los consumos anuales obtenemos la energía producida, en este caso es 43615,747 kWh/año. Con esto podemos calcular el coeficiente Wh/Wpico mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Coeficiente} = \frac{\text{kWh/año}}{\text{kWpico}} = \frac{43615,747}{24,6} = 1773 \text{ h/año}$$

En instalaciones reales en las que se ha medido la producción en Alicante, el coeficiente real está en torno a 1670 h/año. Por lo que podemos considerar que nuestros cálculos teóricos se han realizado de forma correcta.

Por último, vamos a observar el balance que resulta entre la energía que se consume directamente de nuestra instalación y la que finalmente es consumida de la red eléctrica:

CONSUMO INDUSTRIA (kWh/año)	CONSUMIDO POR INSTALACIÓN (kWh/Año)	CONSUMO DE LA RED (kW/año)
37258,472	22742,376	14516,096

Tabla 37. Resultado del estudio de autoconsumo.

Como podemos observar, nuestra instalación abarcaría el 57% de la energía total requerida por el local. Posteriormente valoraremos si resulta económicamente rentable, teniendo en cuenta también la remuneración por excedentes.

## 12. CARACTERÍSTICAS Y CONDICIONES DE LA ESTRUCTURA ESPECIAL

Para la obtención de la estructura especial, contactaremos con la empresa Müpro, encargada de producir y distribuir soluciones de fijación funcionales para el sector del equipamiento técnico de viviendas y para instalaciones industriales bajo especial consideración de técnicas antivibratorias y de desacoplamiento acústico.

Una vez se realiza la petición explicando al ingeniero que nos atiende la instalación que se desea realizar, se solicita rellenar una plantilla para el presupuesto en el que se indica de forma más exacta las condiciones para la solicitud de la estructura y el material necesario para la misma. Se adjunta la plantilla completada y el material solicitado en el Anexo 3.

Una vez ha finalizado este proceso, nos indican una fecha de entrega de 7 días en el que se adjunta documentación referente al montaje de la estructura, los planos y las cargas que se aplicaran sobre esta. Adjuntamos los cálculos de carga sobre la estructura en el Anexo 3. Los planos de la estructura realizados por Müpro se encontrarán dentro del apartado de planos.

## 13. CÁLCULO DE CARGAS

### 13.1 VIENTOS

El objeto de este estudio es la justificación del cálculo estructural según el Código Técnico de la Edificación (CTE), en el Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación para el cumplimiento de las cargas de viento.

Para las acciones del viento sobre la estructura de una instalación fotovoltaica se puede estimar dicho cálculo como se muestra a continuación.

La acción global del viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, presión estática,  $q_e$  puede expresarse como:

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Siendo:

- $q_e$  la presión estática.
- $q_b$  la presión dinámica del viento.
- $c_e$  el coeficiente de exposición.
- $c_p$  el coeficiente eólico o de presión exterior.

Previamente, debemos obtener el valor del resto de variables dentro de la ecuación.

El valor de la presión dinámica del viento se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$q_b = 0,5 * \delta * v_b^2$$

Donde:

- $\delta$  corresponde a la densidad del aire, que consideraremos  $1,25 \text{ kg/m}^3$ .
- $v_b$  corresponde al valor básico de la velocidad del viento en función a la zona indicada en el mapa de vientos.



Ilustración 11. Mapa de vientos.

Resultando finalmente la presión dinámica del viento para zona B:

$$q_b = 0,5 * 1,25 * 27^2 = 0,455 \text{ kN/m}^2$$

El coeficiente de exposición es dependiente del entorno. Obtenemos este valor mediante la siguiente expresión:

$$c_e = F * (F + 7k)$$

Siendo:

- F la aspereza del entorno.
- k parámetro característico de cada tipo de entorno.

Calculando a su vez el valor de aspereza del entorno aplicando:

$$F = k * \ln\left(\frac{\text{máx}(z, Z)}{L}\right)$$

Donde:

- L es un parámetro característico para cada tipo de entorno.
- z es la altura de nuestro emplazamiento, 6 m.
- Z es un parámetro característico para cada tipo de entorno.

Obtenemos los parámetros de la siguiente tabla, seleccionando los valores de zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas:

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

Tabla 38. Grado de aspereza del entorno.

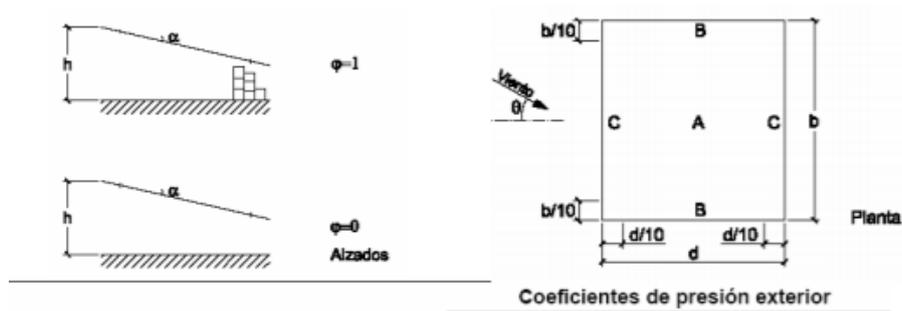
Resolviendo las ecuaciones mediante las ecuaciones obtenemos:

$$F = 0,19 * \ln\left(\frac{2}{0,05}\right) = 0,701$$

$$c_e = 0,701 * (0,701 + 7 * 0,19) = 1,424$$

Para la obtención del coeficiente eólico se tienen en cuenta distintos factores. Se considera el montaje de los módulos sobre la estructura como una marquesina a un agua, un factor de obstrucción del fujo del viento  $\varphi$  de valor 1 dado que hay flujo de viento por debajo de la estructura, al mismo tiempo, sabemos que el área de presión es superior a  $10 m^2$  y el ángulo de la cubierta es de  $20^\circ$ .

De este modo, obtenemos el coeficiente eólico o de presión exterior que viene dado por la siguiente tabla:



Pendiente de la cubierta $\alpha$	Efecto del viento hacia	Factor de obstrucción $\varphi$	$c_{p,10}$		
			Zona (según figura)		
			A	B	C
0°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,5	1,8	1,1
	Arriba	0	-0,6	-1,3	-1,4
	Arriba	1	-1,5	-1,8	-2,2
5°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	0,8	2,1	1,3
	Arriba	0	-1,1	-1,7	-1,8
	Arriba	1	-1,6	-2,2	-2,5
10°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,2	2,4	1,6
	Arriba	0	-1,5	-2,0	-2,1
	Arriba	1	-2,1	-2,6	-2,7
15°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,4	2,7	1,8
	Arriba	0	-1,8	-2,4	-2,5
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
20°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	1,7	2,9	2,1
	Arriba	0	-2,2	-2,8	-2,9
	Arriba	1	-1,6	-2,9	-3,0
25°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,0	3,1	2,3
	Arriba	0	-2,6	-3,2	-3,2
	Arriba	1	-1,5	-2,5	-2,8
30°	Abajo	$0 \leq \varphi \leq 1$	2,2	3,2	2,4
	Arriba	0	-3,0	-3,8	-3,6
	Arriba	1	-1,5	-2,2	-2,7

Tabla 39. Valor del coeficiente eólico.

De este modo, cogiendo el caso más desfavorable de la tabla anterior tenemos en la columna C un valor de coeficiente eólico:

$$c_p = -3,0 \text{ hacia arriba}$$

$$c_p = 2,1 \text{ hacia abajo}$$

Finalmente, con los datos obtenidos anteriormente, calculamos el valor de la presión estática.

$$q_e = 0,455 * 1,424 * -3,0 = -1,944 \frac{kN}{m^2} = -198,234 \text{ kg/m}^2$$

$$q_e = 0,455 * 1,424 * 2,1 = 1,30 \text{ kN/m}^2 = 132,564 \text{ kg/m}^2$$

## 13.2 CARGAS PERMANENTES

Para conocer las cargas permanentes calcularemos el peso total proveniente de cada uno de los módulos fotovoltaicos. La información de los módulos viene dada por la hoja de características de estos. La instalación ha sido diseñada con el objetivo de que los módulos fotovoltaicos estén a 20º independientemente de la cubierta.

Con este fin haremos uso del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el Documento Básico SE-AE Seguridad Estructural Acciones en la Edificación.

De este modo, obtenemos el peso por unidad de módulo instalado mediante la siguiente ecuación:

$$p_p = (F * 9,8)/A$$

Siendo:

- Pp el valor del peso propio de un módulo.
- F el peso del módulo.
- A el área del módulo.

$$p_p = \frac{22,5 * 9,8}{2,01} = 109,7 \text{ N/m}^2$$

Este resultado es a su vez el del conjunto de todos los módulos fotovoltaicos.

Según el documento de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación, se clasifican las categorías de uso donde se busca el tipo de zona correspondiente con este proyecto aportando unos valores de sobrecarga máxima según la zona que nos afecta.

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

Tabla 40. Valor de la carga máxima uniforme.

En este caso, nos acogeremos a la categoría G, “Cubiertas accesibles únicamente para conservación” y a la subcategoría G1, “Cubiertas con inclinación inferior a 20°” dado que, pese a no ser inferior, puesto que la inclinación de nuestra instalación está a 20°, al realizar la interpolación tal y como se indica para estructuras entre 20° y 40° se emplean estos mismos valores, quedando incluidos.

De este modo, el valor máximo en base a lo expuesto anteriormente equivaldrá a  $1 \text{ kN/m}^2$ .

Siendo nuestro valor calculado  $109,7 \text{ N/m}^2$  se comprueba que estamos dentro de la carga máxima permitida por el documento de Seguridad Estructural Acciones en la Edificación ya que es muy inferior al valor límite permitido. Como se puede observar, estamos muy lejos del valor máximo permitido por lo que, aunque no sepamos el peso de la estructura, sabemos que no alcanzará el límite de ninguna manera.

## 14. AHORRO EN EMISIONES DE CO<sub>2</sub>

Además de las cuestiones económicas comentadas, la generación de electricidad mediante energía solar fotovoltaica supone un ahorro en emisiones de CO<sub>2</sub>, que también tienen un coste económico, aunque sea difícil de valorar.

Podemos calcular las emisiones ahorradas. La producción eléctrica peninsular de 2019 estima que se ha realizado con una emisión de 241 g CO<sub>2</sub>/kWh, como combinación de las emisiones que realizan las centrales de carbón, gas, nuclear, eólica, fotovoltaica, hidráulica, etc.

Esta instalación de 24,6 kWp aportaría un ahorro de emisiones que para el primer año sería:

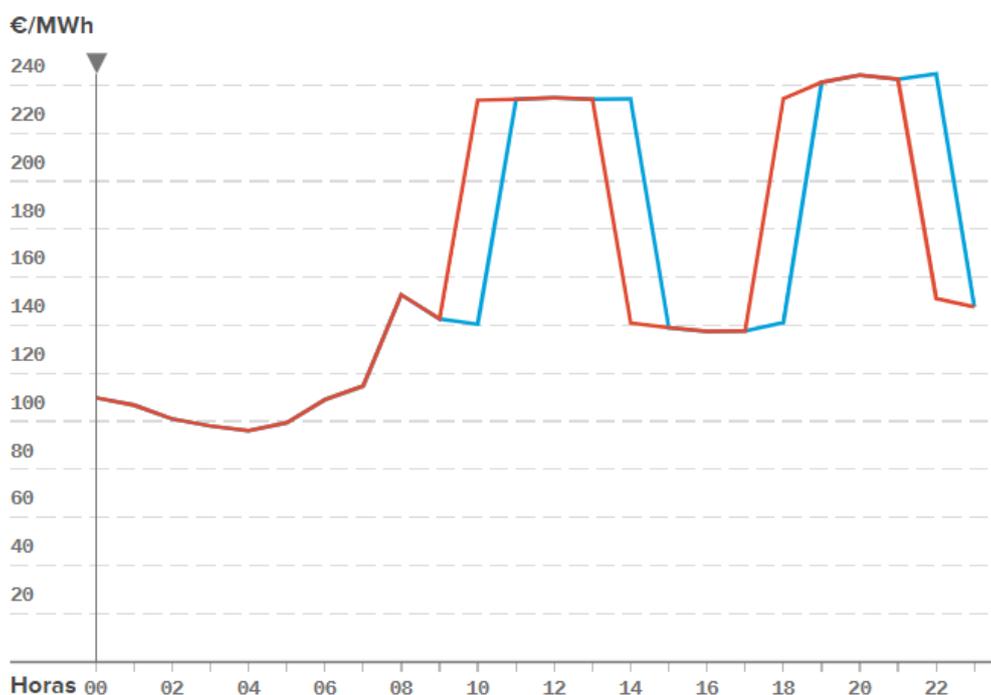
$$\begin{aligned} \text{Ahorro en emisiones de } CO_2 &= 43,616 \text{ kWh/año} * 241 \text{ g } CO_2/\text{kWh} \\ &= 10511,40 \text{ g } CO_2/\text{año} \end{aligned}$$

$$\text{horro en emisiones de } CO_2 = 10,511 \text{ Kg } \frac{CO_2}{\text{año}}$$

## 15. ESTUDIO ECONÓMICO

Una vez que hemos analizado el ahorro energético que se ha producido en la industria para los días tipo en cada una de las temporadas para todos los meses del año, procedemos a realizar el estudio económico teniendo en cuenta la tarifa energética. Para la obtención de los precios de la energía vamos a recurrir a la red eléctrica de España, buscando dentro de los precios de mercado en la gráfica de facturación de energía activa del PVPC. En este caso obtendremos una muestra por hora del día, a continuación, realizaremos la media en las horas pertenecientes a los periodos P6, P3 y P4 respectivamente. Debe de tenerse en cuenta que las muestras se obtienen en el mes de junio, considerado temporada media, por lo que el precio será mayor en temporada media-alta y alta y menor en temporada baja.

De este modo, obtenemos el siguiente precio por hora:



Gráfica 34. Precio de la energía.

Hora	Precio de la energía (€/kWh)	Periodo
0:00	0,10981	P6
1:00	0,10678	P6
2:00	0,10105	P6
3:00	0,09804	P6
4:00	0,09614	P6
5:00	0,09934	P6
6:00	0,10902	P6
7:00	0,11468	P6
8:00	0,15268	P4
9:00	0,14249	P4
10:00	0,23373	P3
11:00	0,23414	P3
12:00	0,23482	P3
13:00	0,23409	P3
14:00	0,14089	P4
15:00	0,13898	P4
16:00	0,13749	P4
17:00	0,13762	P4
18:00	0,23436	P3
19:00	0,24117	P3
20:00	0,24423	P3
21:00	0,24247	P3
22:00	0,15115	P4
23:00	0,14768	P4

Tabla 41. Precio de la energía y periodo correspondiente.

Donde haciendo la media para cada periodo obtenemos que el precio de la energía para P6 es de 0,1043 (€/kWh), para P4 es de 0,1436 (€/kWh) y para P3 es de 0,2374 (€/kWh).

A continuación, mostramos las tablas del ahorro proveniente de la energía consumida directamente de nuestra instalación para cada uno de los meses.

Mes	Horas	Consumo (kWh)	Precio (Euros)	Ahorro mes (Euros)
ENERO	9:45	3,661956	0,23737625	309,2292331
	10:45	7,311	0,23737625	
	11:45	6,9	0,23737625	
	12:45	7,295	0,23737625	
	13:45	6,613	0,1436225	
	14:45	5,892	0,1436225	
	15:45	5,28	0,1436225	
	16:45	4,591	0,1436225	
	17:45	3,2957604	0,23737625	
	18:45	0,0203442	0,23737625	
FEBRERO	7:45	0,3458514	0,1436225	304,4100065
	8:45	3,704	0,1436225	
	9:45	4,909	0,23737625	
	10:45	6,667	0,23737625	
	11:45	6,637	0,23737625	
	12:45	7,346	0,23737625	
	13:45	6,372	0,1436225	
	14:45	6,635	0,1436225	
	15:45	7,358	0,1436225	
	16:45	4,780887	0,1436225	
	17:45	0,9968658	0,23737625	
MARZO	7:45	2,8278438	0,1436225	317,6011183
	8:45	3,145	0,1436225	
	9:45	6,042	0,23737625	
	10:45	7,299	0,23737625	
	11:45	3,892	0,23737625	
	12:45	4,875	0,23737625	
	13:45	6,485	0,1436225	
	14:45	6,094	0,1436225	
	15:45	6,523	0,1436225	
	16:45	5,9201622	0,1436225	
	17:45	2,2785504	0,23737625	
		18:45	0,0203442	
ABRIL	6:45	1,322373	0,1043575	356,9717116
	7:45	4,505	0,1436225	
	8:45	4,53	0,1436225	
	9:45	5,241	0,23737625	
	10:45	7,005	0,23737625	
	11:45	6,085	0,23737625	
	12:45	6,086	0,23737625	
	13:45	6,067	0,1436225	
	14:45	7,001	0,1436225	
	15:45	7,053	0,1436225	
	16:45	6,358	0,1436225	
	17:45	3,1126626	0,23737625	
		18:45	0,5289492	

Tabla 42. Ahorro mensual por energía consumida parte 1.

Mes	Horas	Consumo (kWh)	Precio (Euros)	Ahorro mes (Euros)
MAYO	5:45	0,1220652	0,1043575	377,7415139
	6:45	2,7668112	0,1043575	
	7:45	4,165	0,1436225	
	8:45	4,448	0,1436225	
	9:45	5,369	0,23737625	
	10:45	6,859	0,23737625	
	11:45	5,034	0,23737625	
	12:45	6,595	0,23737625	
	13:45	6,661	0,1436225	
	14:45	6,899	0,1436225	
	15:45	7,053	0,1436225	
	16:45	5,983	0,1436225	
	17:45	3,8043654	0,23737625	
	18:45	1,0985868	0,23737625	
JUNIO	5:45	0,3458514	0,1043575	361,6882813
	6:45	3,255072	0,1043575	
	7:45	4,327	0,1436225	
	8:45	4,566	0,1436225	
	9:45	4,897	0,23737625	
	10:45	6,285	0,23737625	
	11:45	5,091	0,23737625	
	12:45	4,697	0,23737625	
	13:45	5,67	0,1436225	
	14:45	6,796	0,1436225	
	15:45	7,197	0,1436225	
	16:45	7,723	0,1436225	
	17:45	4,7401986	0,23737625	
	18:45	1,3834056	0,23737625	
19:45	0,1627536	0,23737625		
JULIO	5:45	0,101721	0,1043575	415,8093679
	6:45	2,7668112	0,1043575	
	7:45	5,318	0,1436225	
	8:45	5,658	0,1436225	
	9:45	6,667	0,23737625	
	10:45	6,268	0,23737625	
	11:45	5,677	0,23737625	
	12:45	6,167	0,23737625	
	13:45	6,811	0,1436225	
	14:45	7,369	0,1436225	
	15:45	7,116	0,1436225	
	16:45	7,12	0,1436225	
	17:45	5,0453616	0,23737625	
	18:45	1,4444382	0,23737625	
19:45	0,1424094	0,23737625		
AGOSTO	6:45	1,8106338	0,1043575	434,5188177
	7:45	5,46	0,1436225	
	8:45	5,776	0,1436225	
	9:45	6,345	0,23737625	
	10:45	7,405	0,23737625	
	11:45	7,766	0,23737625	
	12:45	5,993	0,23737625	
	13:45	8,598	0,1436225	
	14:45	7,583	0,1436225	
	15:45	8,032	0,1436225	
	16:45	7,159	0,1436225	
	17:45	4,0484958	0,23737625	
	18:45	0,915489	0,23737625	

Tabla 43. Ahorro mensual por energía consumida parte 2.

Mes	Horas	Consumo (kWh)	Precio (Euros)	Ahorro mes (Euros)
SEPTIEMBRE	6:45	0,6306702	0,1043575	365,5069757
	7:45	4,6181334	0,1436225	
	8:45	5,857	0,1436225	
	9:45	6,454	0,23737625	
	10:45	6,03	0,23737625	
	11:45	7,051	0,23737625	
	12:45	6,351	0,23737625	
	13:45	7,551	0,1436225	
	14:45	7,095	0,1436225	
	15:45	6,936	0,1436225	
	16:45	5,899818	0,1436225	
	17:45	2,136141	0,23737625	
	18:45	0,0610326	0,23737625	
	OCTUBRE	7:45	3,2347278	
8:45		4,694	0,1436225	
9:45		4,842	0,23737625	
10:45		7,039	0,23737625	
11:45		6,069	0,23737625	
12:45		6,906	0,23737625	
13:45		6,932	0,1436225	
14:45		8,039	0,1436225	
15:45		7,3035678	0,1436225	
16:45		3,6416118	0,1436225	
17:45		0,3458514	0,23737625	
NOVIEMBRE	7:45	0,9765216	0,1436225	284,6743865
	8:45	5,004	0,1436225	
	9:45	5,896	0,23737625	
	10:45	5,844	0,23737625	
	11:45	5,103	0,23737625	
	12:45	5,714	0,23737625	
	13:45	7,548	0,1436225	
	14:45	7,529	0,1436225	
	15:45	5,696376	0,1436225	
	16:45	2,03442	0,1436225	
DICIEMBRE	8:45	3,7026444	0,1436225	272,320137
	9:45	5,368	0,23737625	
	10:45	6,708	0,23737625	
	11:45	5,712	0,23737625	
	12:45	5,181	0,23737625	
	13:45	5,104	0,1436225	
	14:45	6,969	0,1436225	
	15:45	5,5336224	0,1436225	
16:45	1,8920106	0,1436225		

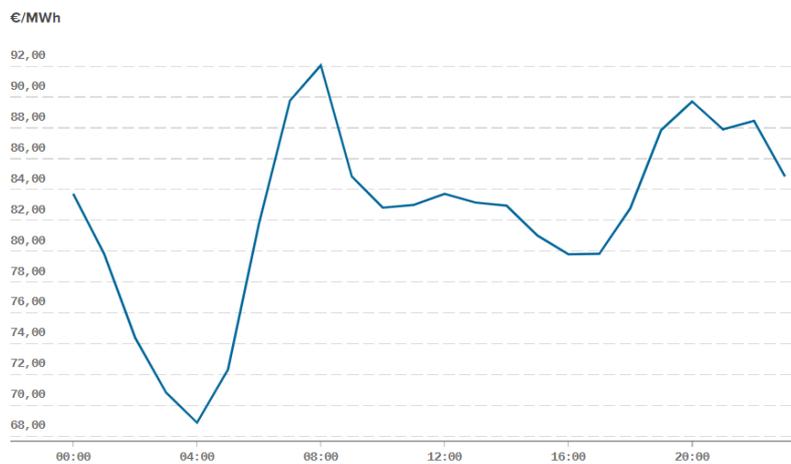
Tabla 44. Ahorro mensual por energía consumida parte 3.

Mostramos la tabla resumen con el ahorro anual.

	E. CONSUMIDA MES (kWh/mes)	AHORRO FACTURA (Euros)
Enero	2072,593	309,23
Febrero	1946,850	304,41
Marzo	2283,824	317,60
Abril	2383,640	356,97
Mayo	2210,152	377,74
Junio	1830,450	361,69
Julio	2000,124	415,81
Agosto	1431,279	434,52
Septiembre	1576,662	365,51
Octubre	1616,797	336,14
Noviembre	1717,459	284,67
Diciembre	1672,548	272,32
<b>AHORRO ANUAL:</b>		<b>4136,61</b>

Tabla 45. Ahorro anual por energía consumida.

A continuación, mostraremos los ingresos recibidos por la remuneración económica de los excedentes generados. Para ello se calculan los excedentes de cada mes y se multiplican por un precio de 0,086 € por kWh de excedente generado. Este dato se obtiene de la gráfica proporcionada por Red Eléctrica de España, sobre el que se realiza la media del precio de la energía en horas de generación de nuestra instalación.



Gráfica 35. Precio de la energía excedentaria.

La tabla resumen de los ingresos generados por la instalación es la siguiente:

	EXCEDENTES (kWh)	INGRESOS EXCEDENTES (Euros)
Enero	2319,395	199,47
Febrero	1910,411	164,30
Marzo	2577,382	221,65
Abril	2174,213	186,98
Mayo	2494,241	214,50
Junio	1291,368	111,06
Julio	1673,428	143,91
Agosto	791,834	68,10
Septiembre	934,036	80,33
Octubre	1014,522	87,25
Noviembre	1782,130	153,26
Diciembre	1910,411	164,30
<b>INGRESOS EXCEDENTES ANUAL:</b>		<b>1795,11</b>

Gráfica 36. Ahorro anual por energía excedentaria.

Finalmente, obtendremos el total de los beneficios totales anuales haciendo la suma del ahorro por el consumo proveniente de nuestra instalación más los beneficios obtenidos por la energía excedentaria.

	BENEFICIOS (Euros)
Enero	508,70
Febrero	468,71
Marzo	539,26
Abril	543,95
Mayo	592,25
Junio	472,75
Julio	559,72
Agosto	502,62
Septiembre	445,83
Octubre	423,39
Noviembre	437,94
Diciembre	436,62
<b>BENEFICIO:</b>	<b>5931,72</b>

Gráfica 37. Beneficio total anual.

El beneficio total que nos aporta la instalación en el primer año es de 5931,72 €.

Para el resto de los años la producción será menor debido a las pérdidas. Se estima que, en los diez primeros años, fundamentales a la hora de recuperar la inversión, las pérdidas son de un 10% en las placas. Esto bajará los beneficios obtenidos con el transcurso del tiempo. Sin embargo, al considerar un aumento del precio de la factura eléctrica y su consiguiente aumento del precio de venta de los excedentes, podemos suponer que estas pérdidas se verán compensadas por lo que trabajaremos directamente con el beneficio del primer año.

## 16. COSTE DE LA INSTALACIÓN Y BALANCE ECONÓMICO

### 16.1 COSTE DE LA INSTALACIÓN

Para establecer una comparación que nos permita saber la posible rentabilidad de la instalación necesitamos conocer su coste y realizar una comparación con el dinero recuperado por el ahorro en la factura eléctrica.

El coste final de la instalación se muestra en el apartado del presupuesto de la instalación.

### 16.2 BALANCE ECONÓMICO

En cuanto a la amortización de la instalación, dividimos entre el coste total de la instalación y el beneficio anual obtenido anteriormente.

De esta forma, obtenemos un valor de 4,21 años. Por lo tanto, a principio del cuarto año la instalación estará totalmente amortizada.

### 16.3 BONIFICACIONES

Según la ordenanza fiscal reguladora del impuesto sobre bienes inmuebles (I.B.I.) de Orihuela a nuestro cliente le corresponde una bonificación del 50% en la cuota íntegra del impuesto, según el artículo 74.5 del R.D.L. 2/2004, de 5 de marzo.

Para ello debe adjuntar la siguiente documentación:

- Factura de compra y justificante de pago originales.
- Certificado de garantía de los materiales firmado y sellado por el fabricante.
- Fotografías de la instalación fotovoltaica.

Por otro lado, desde el IVACE se puede solicitar una subvención para el proyecto de hasta el 65% del coste de acuerdo con lo establecido en el artículo 41.7.a del Reglamento (UE) Nº651/2014 de la comisión de 17 de junio de 2014 puesto que es una pequeña empresa.

Para solicitar la ayuda debe presentarse la siguiente documentación:

- Solicitud de ayuda, en el que se incluyen las declaraciones responsables relativas a las obligaciones que le corresponden como entidad beneficiaria de las ayudas.
- Memoria técnica, según modelo disponible en su página.
- Factura de compra.
- Justificante de registro de instalación de baja tensión.
- Documento de referencia catastral.
- Fotografías de la instalación.
- Declaración responsable firmada por el cliente.

De este modo, el precio total de la instalación se reduce considerablemente, descontándose, en caso de aplicar un 65% de descuento por parte del IVACE, un precio total de la instalación de 8.746,5 €, quedando amortizada en un año más el descuento del 50% que se le realizará en el futuro del impuesto de bienes inmuebles.

## 17. MONITORIZACIÓN

Para comprobar el correcto funcionamiento de la instalación fotovoltaica en cualquier momento, los sistemas inversores permiten la visualización de los datos en tiempo real transmitidos. La finalidad de este apartado es mostrar el funcionamiento de este servicio.

El sistema inversor recibe la información través de un medidor y un complemento que habilita la transmisión de la información, vía WiFi o cable. En el caso de los inversores Huawei haremos uso de un meter Huawei Smart Power Sensor 3PH para la obtención de las mediciones y un Smartlogger 3000 para llevar a cabo la transmisión de estas vías WiFi.

De este modo, accedemos a la página web Fusionsolar de Huawei, a la que el propio cliente podrá acceder una vez se registre por parte del instalador con un correo y una contraseña.

Lo primero que encontramos es la página de información general.

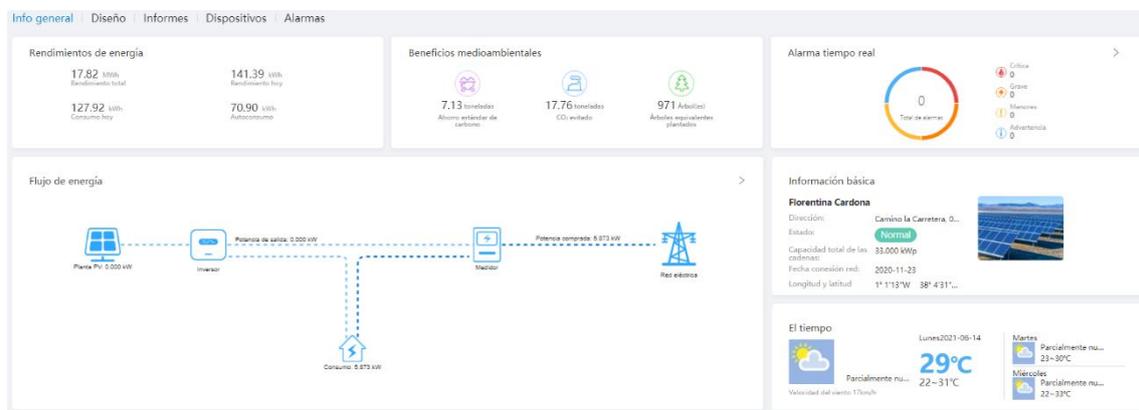


Ilustración 12. Información general de la monitorización.

Dentro de esta esta pestaña podemos obtener toda la información resumida de la instalación, haciendo un desglose de cada uno de los recuadros observamos la siguiente información.

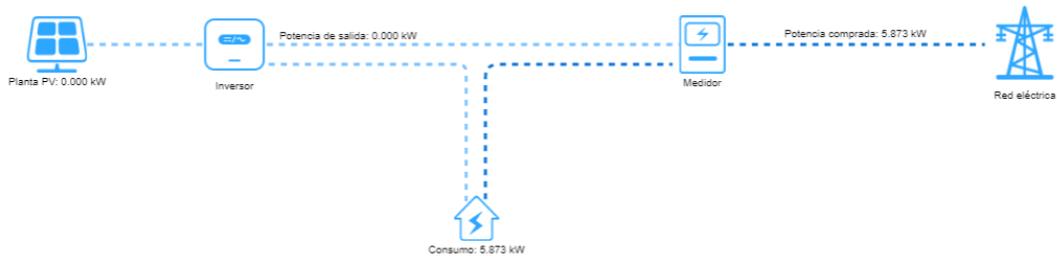


Ilustración 13. Flujo de energía de la instalación

El flujo de energía indica que parte del consumo proviene de la instalación, que parte es obtenida de la red y, en caso de que se produzcan excedentes, cuanto se está vertiendo a la red en tiempo real. En este caso se muestra la producción en 0 y todo consumo proveniente de la red puesto que se accedió por la noche.

A continuación, podemos observar la gestión de energía, donde podemos obtener la información de la potencia de salida de la instalación, el consumo y el autoconsumo de forma histórica para periodos de tiempo diarios, mensuales o anuales.

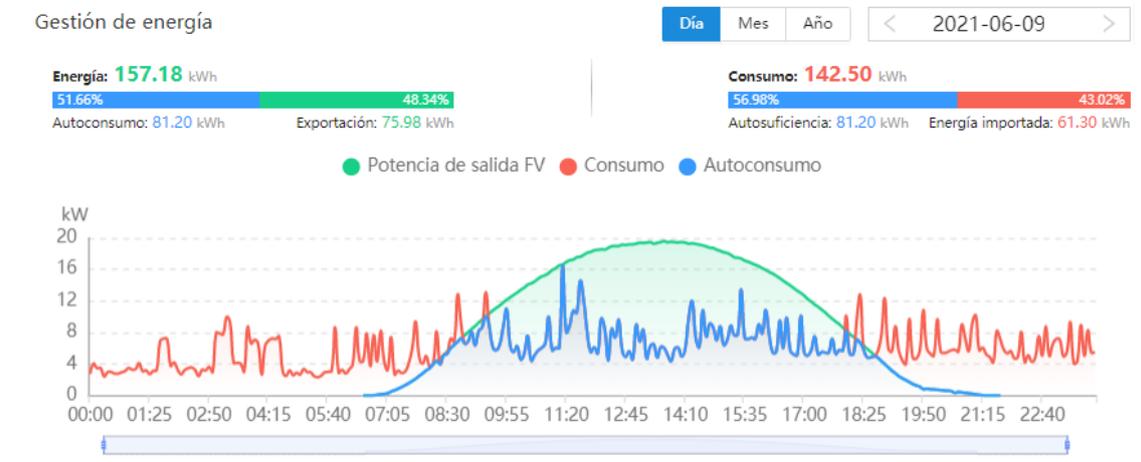


Ilustración 14. Gestión de energía de la instalación.

Se pueden observar los rendimientos energéticos de forma numérica en el apartado rendimientos de energía.

### Rendimientos de energía

17.82 MWh  
Rendimiento total

141.39 kWh  
Rendimiento hoy

127.92 kWh  
Consumo hoy

70.90 kWh  
Autoconsumo

Ilustración 15. Rendimiento energético de la instalación.

También se pueden observar alarmas en tiempo real, en caso de que ocurra algo anómalo en la instalación.

### Alarma tiempo real



Ilustración 16. Alarmas en tiempo real.

Se adjunta un apartado en el que se muestran diferentes datos de interés ecológico, cálculos realizados directamente por los servidores de Huawei.

### Beneficios medioambientales



Ilustración 17. Beneficios medioambientales.

Se muestra la previsión del tiempo, con lo que se puede estimar si la instalación producirá de forma habitual o por el contrario será menor. Por otro lado, podemos ver la velocidad del viento del día.

**El tiempo**



Parcialmente nu...  
Velocidad del viento 17km/h

Lunes 2021-06-14

**29°C**  
22~31°C

**Martes**  
Parcialmente nu...  
23~30°C

**Miércoles**  
Parcialmente nu...  
22~33°C

Ilustración 18. Predicción meteorológica.

Accediendo a otras pestañas, podremos obtener información en tiempo real más detallada de la instalación. Una vez más hay valores en cero puesto que se ha recopilado esta información por la noche.

Información en tiempo real | Información de la alarma | Información histórica Volver

Ajuste de potencia activa | Ajuste potencia reactiva | Ajuste factor de potencia

**Datos del dispositivo en tiempo real**

Planta PV	Tensión de entrada (V)	Corriente de entrada (A)
PV1	275.7	0.00
PV2	275.7	0.00
PV3	276.4	0.00
PV4	276.4	0.00
PV5	276.1	0.00
PV6	276.1	0.00
PV7	278.0	0.00
PV8	278.0	0.00

Estado del inversor	En espera (detección de luz solar)	Rendimiento hoy	141.39 kWh	Rendimiento total	17815.47 kWh
Potencia activa	0.000 kW	Potencia reactiva	0.000 kvar	Potencia nominal inversor	30.000 kW
Factor de potencia	0.000	Frecuencia de la red eléctrica	50.00 Hz	Fecha inicio inversor	2021-06-14 06:40:12
Fecha apagado inversor	2021-06-14 21:26:41	Modo de salida	Sistema trifásico de cuatro hilos	Corriente de fase A de la red	0.000 A
Corriente de fase B de la red	0.000 A	Corriente de fase C de la red	0.000 A	Tensión de fase A	240.3 V
Tensión de fase B	230.6 V	Tensión de fase C	229.6 V		

Ilustración 19. Datos del dispositivo en tiempo real.

**Información básica**

Nombre del dispositivo	[Redacted]	Tipo de dispositivo	Inversor	Nombre de la planta	[Redacted]
Número de serie	[Redacted]	Registro de reemplazo de dispositivos	-	Dirección de planta	Camino la Carretera, 03311 Raigueru Poniente...
Modelo	SUN2000-33KTL-A	Versión de software	V200R002C00SPC128		

**Detalles de la cadena**

Planta PV	Cadena 2 en 1	Fabricante del módulo	Modelo del módulo	Tipo de módulo	Potencia máxima del módulo (Pmax) (Wp)	Cantidad de módulos (piezas/cadena)	Capacidad de la cadena (Wp)
+	PV1	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV2	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV3	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV4	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV5	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV6	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV7	[Redacted]	-	-	-	-	4125
+	PV8	[Redacted]	-	-	-	-	4125

Ilustración 20. Información básica y detalles de la cadena.

También podremos acceder a la pestaña de las alarmas actuales y las históricas donde está más especificada la información.

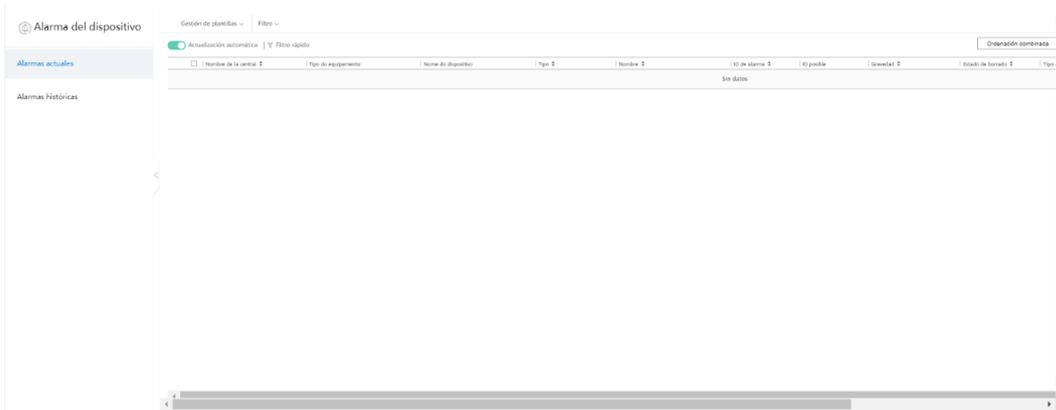


Ilustración 21. Alarmas en tiempo real.

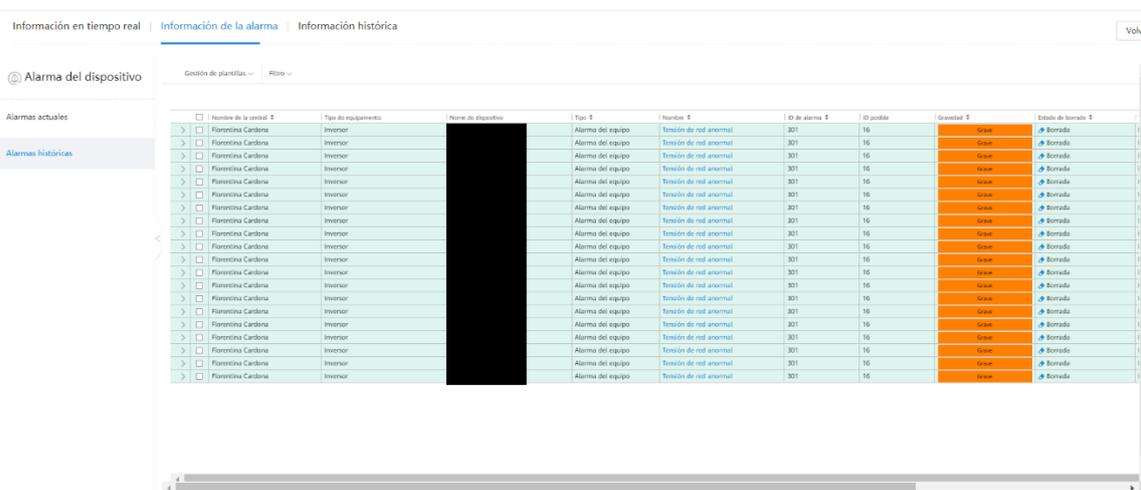


Ilustración 22. Alarmas históricas.

También podemos acceder a la información histórica detallada de toda la instalación donde puedes seleccionar entre múltiples parámetros eléctricos para visualizar.

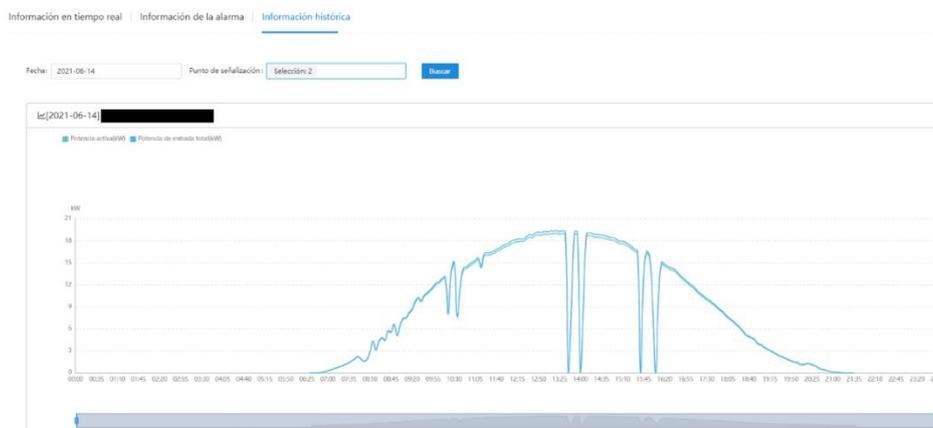


Ilustración 23. Información histórica.

Por último, en caso de ser instalado, tienes acceso a todas las instalaciones vinculadas a la cuenta de instalador por lo que serás capaz de ver cuantas están con un correcto funcionamiento, cuantas tienen alarmas, la producción y el número total de instalaciones efectuadas.



Ilustración 24. Estado de todas las instalaciones.

## 18. FORMALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Para poder llevar a cabo cualquier instalación de autoconsumo, es necesario realizar trámites administrativos ante organismos públicos y privados que permitan la construcción y la conexión a red de esta.

En los próximos apartados, se llevará a cabo una explicación de la forma más detallada posible de cuáles son los trámites y que debe llevarse a cabo para realizar una instalación solar de autoconsumo de forma legal y segura.

### 18.1 LICENCIA DE OBRA

La licencia de obra es el primer paso para poder formalizar una instalación. Una vez se tiene el proyecto y el cliente está de acuerdo con el presupuesto y la amortización, se solicita ante el ayuntamiento el permiso para llevar a cabo las obras necesarias.

Para comenzar se recomienda llamar al ayuntamiento de la localidad en la que se llevará a cabo el proyecto y averiguar si es necesario solicitar una declaración responsable, una licencia de obra menor o una licencia de obra mayor. Esto se debe a que pese a el cambio legislativo que se indica en el Decreto Ley 14/2020, de 7 de agosto en la Comunidad Valenciana en el que se indica que todas las instalaciones solares en edificaciones privadas existentes se tramitarán mediante declaración responsable, sigue habiendo municipios en los que exigen otros procedimientos.

En nuestro caso, llamamos al ayuntamiento de Orihuela donde nos confirman que debe llevarse a cabo una declaración responsable.

De este modo, accedemos a la sede electrónica de la página web del ayuntamiento de Orihuela y buscamos en el catálogo de tramites declaración responsable.

Se permite la tramitación electrónica por el que se simplificará mucho el proceso de solicitud. A continuación, accederemos a los requisitos necesarios para que se puede conceder la declaración responsable. Estos requisitos varían en función a lo que requieran los técnicos de cada municipio para cada caso y el tipo de trámite.

Para esta tramitación se exige en términos generales la siguiente documentación:

- Fotocopia del D.N.I./C.I.F./N.I.E. del promotor de la obra.
- Fotocopia de la escritura de la constitución de la Sociedad, de los estatutos, del C.I.F., del poder del representante o gerente y fotocopia de su D.N.I.
- Documentación acreditativa de la representación, según art. 5 de la Ley 39/2015, de 1 de octubre, del procedimiento administrativo común de las administraciones públicas
- Justificante del abono del ICIO.
- Ficha catastral.
- Indicación del tiempo en el que se pretende iniciar la obra y medidas relacionadas con la evacuación de escombros y utilización de la vía pública.
- Memoria valorada (Firmada por el técnico y/o croquis.
- Licencia de actividades en caso de obras para actividades/locales.
- Nota simple actualizada.

A lo que nosotros adjuntaremos también un documento sobre gestión de residuos y en vez de una memoria técnica un proyecto completo por petición del técnico del propio ayuntamiento.

Previo a la solicitud, cabe destacar que hay que solicitar la autoliquidación de la instalación fotovoltaica para poder hacer el pago del ICIO. En general, esta solicitud se lleva a cabo en la propia web de cada municipio, sin embargo, en la provincia de Alicante existe un organismo de gestión tributaria común llamado SUMA. Es de interés comentar que, en la mayoría de los municipios, existe una bonificación del 95% del valor de la obra para instalaciones solares no obligatorias. Una vez tenemos la autoliquidación, ya podemos realizar el pago.

Por último, una vez se ha obtenido toda la documentación solicitada, se accede al trámite telemático mediante un certificado o D.N.I. electrónico. Una vez dentro, se rellena la solicitud como representante del cliente y se entrega.

Al ser una declaración responsable, se puede comenzar la obra una vez recibes el justificante de envío de la solicitud.

## 18.2 ACCESO Y COEXIÓN A LA RED ELÉCTRICA

Es necesario pedir permiso a la distribuidora eléctrica para conectar una instalación con una potencia superior de 15kW puesto que, aunque sea red interior, esto puede causar desajustes en la red eléctrica por medio de los excedentes y, además, la subestación a la que está conectada la instalación puede no estar preparada para recibir la energía. Por este motivo, no se debe hacer la puesta en marcha de la instalación hasta que se haya realizado este trámite.

En nuestro caso, para la solicitud de acceso y conexión, debemos hacerla a la distribuidora I-DE REDES INTELIGENTES S.A.U. puesto que es la distribuidora. Cabe destacar que la normativa cambió recientemente por lo que emplearemos los nuevos requisitos demandados siendo estos el RD 1183/2020 y la Circular 1/2021 de AyC.

La documentación obligatoria que se debe aportar será la siguiente:

- Fichero con los polígonos de superficie ocupados por la planta en formato kmz/kml.
- Plano de situación con el punto de conexión propuesto al que pretende conectarse el productor.
- Esquemas unifilares de la instalación.
- Relación de fincas catastrales y municipios.

- Justificante de la administración competente que acredite la validez de la garantía económica.
- Acreditación solicitud de alcance del estudio de impacto ambiental.
- Anteproyecto.
- Autorización para realizar la solicitud en nombre del titular de la instalación.

Una vez se han cumplido todos los requisitos indicados por Iberdrola y se ha aceptado la solicitud ya se puede verter energía a la red con total seguridad. Una vez realizado este trámite ya se puede hacer la puesta en marcha de la instalación.

### 18.3 REGISTRO DE INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

Para llevar a cabo el registro de instalación de baja tensión debemos hacer la solicitud en el PROP, en nuestro caso se solicita de forma telemática para potencia instalada superior a 10 kW. Se rellena la información tal y como se indica en la página web, indicando datos generales, datos de la instalación y datos del titular y del punto de suministro. En el último apartado se deben adjuntar los siguientes documentos de forma obligatoria:

- Proyecto.
- Permiso de acceso y conexión.
- Justificación del cumplimiento de la reglamentación y protección funcionamiento en isla de los inversores.
- Certificado de dirección y terminación de obra.

De forma opcional se puede adjuntar:

- Declaración responsable DECRESTE
- Certificado de inspección de las instalaciones de consumo.
- Otros documentos.

En nuestro caso, en el apartado de otros documentos añadiremos el emplazamiento de la instalación y el esquema unifilar.

Una vez se ha realizado la solicitud, el propio PROP se encarga de enviarle la notificación al organismo competente de industria, que notificara a la distribuidora eléctrica del titular de la instalación de que se ha llevado a cabo la tramitación y esta todo realizado de forma correcta. Tras esto, la distribuidora se pone en contacto con la comercializadora, que contactará con el cliente para realizar un contrato de autoconsumo.

De este modo, se compensará la energía vertida a red.

# DOCUMENTO 02: PLIEGO DE CONDICIONES

## 1. OBJETO

El presente pliego de condiciones se realiza en base a los requisitos mínimos establecidos por el pliego de condiciones técnicas de instalaciones conectadas a red PCT-C-REV-julio 2011 publicado en IDAE, cumpliendo cada uno de los mismos.

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, cajas y armarios de conexión), exceptuando el cableado de continua, que será de doble aislamiento.
- La instalación incorpora todos los elementos y características necesarios para garantizar en todo momento la calidad y continuidad del suministro eléctrico.
- El funcionamiento de las instalaciones fotovoltaicas no provocará averías en la red, disminuciones de las condiciones de seguridad ni alteraciones superiores a las admitidas por la normativa aplicable.
- El funcionamiento de esta instalación no dará origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.
- 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 resulten de la aplicación de la legislación vigente.

## 2. COMPROBACIONES INICIALES

Se comprueba que todos los elementos y componentes de la instalación fotovoltaica coinciden con su desarrollo en el proyecto. Se marca por un instalador autorizado el lugar de montaje los diversos componentes de la instalación.

Se registrará de acuerdo con la ITC-BT-40 del REBT 2019 en general.

## 3. MEDICIÓN DE UNIDADES

Las mediciones de las unidades ejecutadas de las instalaciones cumplen con lo dispuesto a continuación:

- Los conductores se miden y valoran por metro lineal de longitud de iguales características. Del mismo modo se mide tubo, bandeja o canal de aislamiento incluyendo además la parte proporcional de cajas de derivación y ayudas de albañilería cuando existan.
- El resto de los elementos de la instalación, como generador fotovoltaico, inversor, caja general de protección se mide por unidad colocada y comprobada, incluyendo todos los accesorios y conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

## 4. SEÑALIZACIÓN

La instalación eléctrica está correctamente señalizada y dispone de las advertencias e instrucciones necesarias que impidan los errores de interpretación, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos de tensión o cualquier otro tipo de accidentes.

Para este fin se tiene en cuenta que todas las máquinas y aparatos principales, están diferenciados entre sí con marcas claramente establecidas, señalizados mediante rótulos de dimensiones y estructura apropiadas para su fácil lectura y comprensión. Particularmente, están claramente señalizados todos los elementos de accionamiento de los aparatos de maniobra y de los propios aparatos, incluyendo la identificación de las posiciones de apertura y cierre, salvo en el caso en el que su identificación pueda hacerse a simple vista.

## 5. COMPONENTES Y MATERIALES

Todo el material empleado es de clase de aislamiento II en lo que afecta tanto a equipos (módulos e inversores), como a materiales (conductores, cajas y armarios de conexión).

El funcionamiento de estas instalaciones no puede dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

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

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

## 6. CABLEADO

Los positivos y negativos de cada módulo se conducen separado y están protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

Los conductores son de cobre y se ha calculado su sección de forma adecuada en base al reglamento de baja tensión, cumpliendo con una sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5%.

Así mismo, el cable tiene la longitud necesaria de forma que no genere esfuerzos en los elementos de la instalación ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento de la forma siguiente:

- Azul claro: Conductores de neutro.
- Amarillo - verde: Conductores de tierra.

- Marrón, negro y gris: Conductores de fases activas.

## 7. ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La instalación fotovoltaica cumplirá con lo dispuesto en el Real Decreto 900/2015 (sobre armónicos y compatibilidades electromagnéticas en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión).

## 8. INSTALACIÓN DE MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones antes de proceder a su instalación:

- Formación de cadenas, una por entrada, hasta un máximo de 21 paneles en serie. Esto evitará que aparezcan tensiones superiores a 1100 voltios (tensión máxima de entrada en el inversor).
- La conexión de la cadena se realiza desde el extremo positivo de la rama hacia el negativo.
- El conexionado entre los dispositivos de protección de los cuadros de protección y distribución se realiza ordenadamente, disponiendo regletas de conexión para los conductores activos y para el conductor de protección.
- Se fija sobre los cuadros un letrero de material metálico, con el nombre del instalador y la fecha de ejecución de la instalación.
- La ejecución de las canalizaciones, efectuadas bajo tubos protectores, sigue líneas paralelas a las horizontales y verticales que limitan el local de la instalación.
- Las canalizaciones eléctricas se colocarán de forma que se pueda proceder en todo momento a reparaciones, modificaciones, transformaciones, etc... de modo que se pueda identificar sus circuitos y elementos.
- Los conductores se alojan en los tubos. La unión entre conductores, como empalmes o derivaciones no se realiza por simple retorcimiento de los cables entre sí, sino que se realiza empleando, siempre, regletas de conexión bornes, pudiéndose utilizar bridas de conexión.
- No se permiten más de tres conductores en los bornes de conexión.
- La conexión de los interruptores se realiza siempre sobre el conductor de fase.
- No se utiliza un mismo conductor de neutro para varios circuitos.
- Todo conductor puede seccionarse en cualquier punto de la instalación en que se derive.
- Todos los conductores que entren o salgan de cualquier cuadro llevan su identificación, tanto en la terna o conjunto de cables que formen una línea, como unipolarmente.

Igualmente se señala en todos aquellos puntos en que haya cambio de dirección o conexión de diversos conductos.

Las consideraciones de montaje y ejecución, normativa aplicable y materiales empleados se encuentran definidos en las recomendaciones, certificados y manuales de montaje del propio fabricante.

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejan las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra. Se garantiza la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

Los módulos fotovoltaicos se montan de forma que se maximice la exposición directa a la luz solar y se eliminen las sombras, tratando de evitar que la instalación tenga ángulos de inclinación reducidos que pudieran provocar la acumulación de suciedad sobre el cristal y los bordes del marco.

Se presta especial atención en la fase de montaje para evitar la acumulación de suciedad sobre la superficie del módulo ya que puede provocar que las células solares activas queden en sombra y se reduzca el rendimiento eléctrico.

A los efectos de dar cabida a la expansión o dilatación térmica de los marcos dejamos un adecuado espacio entre los módulos fotovoltaicos. Se debe dejar siempre la superficie posterior del módulo libre de objetos externos o elementos de la estructura que pudieran entrar en contacto con éste, especialmente si el módulo está sometido a carga mecánica. Nos aseguramos de que los módulos no están expuestos a vientos que superen la carga máxima permitida y que no están sometidos a una fuerza excesiva debido a la dilatación térmica de la estructura de soporte.

Se evita dejar caer el módulo ni golpearlo dejando caer sobre él otros objetos, así como se evita en todo momento dañar ni arañar la superficie posterior del módulo.

Con la finalidad de mantener las garantías del fabricante, no se desmonta, modifica o adapta el módulo ni se retira ninguna pieza o etiqueta instalada por el fabricante. Asimismo, se evita perforar el marco ni el cristal del módulo.

Las canalizaciones que portan los conductores cumplen lo requerido en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión REBT 2019, diseñando las líneas, mediante los criterios de calentamiento y caída de tensión.

## 9. INSTALACIÓN DEL INVERSOR

Se tienen en cuenta las siguientes consideraciones antes de proceder a su instalación:

- Su emplazamiento está protegido de la luz solar directa y en un rango de temperatura ambiente comprendido entre -25 y 60°C.
- Para su montaje se selecciona una superficie sólida vertical con suficiente firmeza para que soporte su peso, necesitando de un espacio adicional a contar desde su perímetro para una refrigeración adecuada para la dispersión del calor.
- Se marca su posición en el parámetro y se realizan los taladros para su sujeción, colocando y apretando los tornillos.

- Se realiza el conexionado de la parte AC y posteriormente con el panel fotovoltaico (parte DC) respetando su polaridad, conectando el polo positivo (+) del panel fotovoltaico al polo DC positivo (+) del inversor, y el polo negativo (-) del panel fotovoltaico al polo DC negativo (-) del inversor.
- Seguidamente el inversor se conecta a las correspondientes protecciones, las cuales pueden constar de seccionadores, fusible y terminales de conexión, tanto para el inversor como para la red de suministro.

## 10. INSTALACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

Mediante la instalación de puesta a tierra se consigue que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, se permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico. El cálculo de toma a tierra va de acuerdo con la normativa ITC-BT-18 y ITC-BT-24.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra está conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga pueden circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de sollicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica queda asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.

Para la toma de tierra se utilizan electrodos formados por picas.

# DOCUMENTO 03: PRESUPUESTO

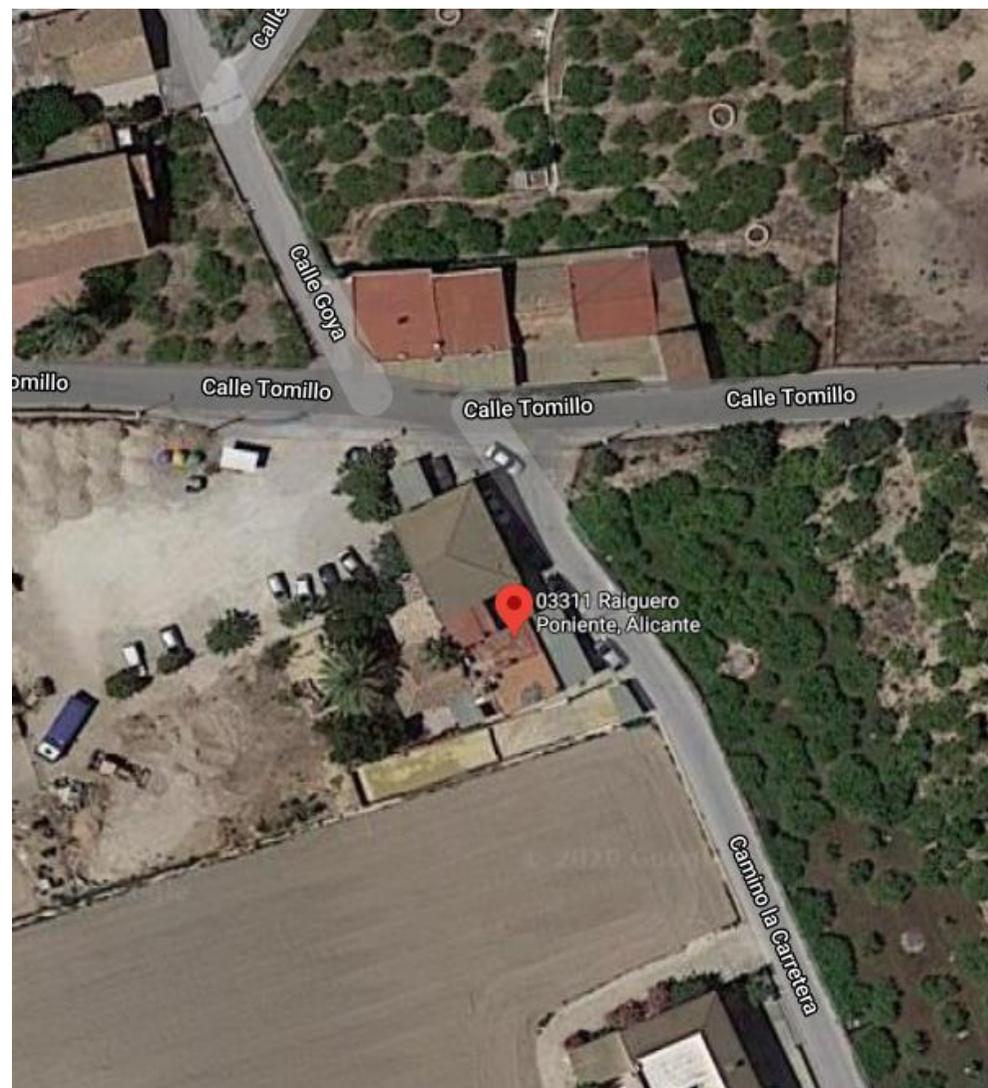
<p><b>ENRIQUE HERRERO SANFÉLIX</b></p> <p>NIF 22598136-S Enhersa1@etsid.upv.es</p>	<p><b>CLIENTE</b></p> <p>NOMBRE: FLORENTINA CARDONA CIF/NIF: - DIRECCIÓN: CAMINO LA CARRETERA 5BJ, 03311 RAIGUERO DE PONIENTE (ALICANTE) EMAIL: - TELEFONO: -</p>
--	---

## CONCEPTOS

Resumen	Unidades	Longitud	Precio unitario sin IVA (€)	Precio total sin IVA (€)	Precio unitario con IVA (€)	Precio total con IVA (€)
INVERSOR HUAWAI SUN2000-33KTL-A	1		2437,89	2437,89	2949,847	2949,847
MODULO ATERSA A-410M GS	60		91	5460	110,11	6606,6
ESTRUCTURA	1		1717,74	2604,4	2078,46	2514,93
CABLEADO PV ZZ-F (AS) 0,6/1kV 2x4mm <sup>2</sup>		200	0,81	161,82	0,98	195,802
CABLEADO RV-K 0,6/1kV 4x1x16mm <sup>2</sup>		100	0,81	80,91	0,98	97,901
TUBO CORRUGADO CUBIERTA		50	3,51	175,62	4,25	212,50
FUSIBLE SECCIONABLE 16A 1000V DC	3		8,050	80,63	9,74	97,56
MAGNETOTERMICO GENERADOR 3P+N 40A	1		182,24	182,24	220,51	220,51
DIFERENCIAL GENERADOR 3P+N 40A 30mA	1		312,12	312,12	377,67	377,67
PICA DE PUESTA A TIERRA 2m	1		22,53	22,53	27,26	27,26
PLETINA CENTRAL	120		1,94	232,80	2,347	281,69
PLETINA FINAL	60		1,94	116,40	2,347	140,84
SET DE UNIÓN	100		3,33	333	4,0293	402,93
GRUA	1		480	480	580,8	580,8
PLATAFORMA ELEVADORA	1		404,90	404,90	489,93	489,93
SUBIDA	60		4,13	247,93	5	300
PAGO ICIO	1		682,74	682,74	826,12	826,12
PROYECTO, MANO DE OBRA, TRÁMITES ADMINISTRATIVOS, MONTAJE, PUESTA EN MARCHA	1		7162,90	7162,90	8667,11	8667,11

<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>	<b>20652,89€</b>
<b>IVA (21%)</b>	<b>4337,11 €</b>
<b>TOTAL</b>	<b>26.990,00 €</b>

## DOCUMENTO 04: PLANOS



UBICACIÓN: CAMINO LA CARRETERA 5BJ  
 RAIGUERO DE PONIENTE, 03311 (ORIHUELA), ALICANTE  
 REFERENCIA CATASTRAL: 03099A033000030001YB

PROYECTO: INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

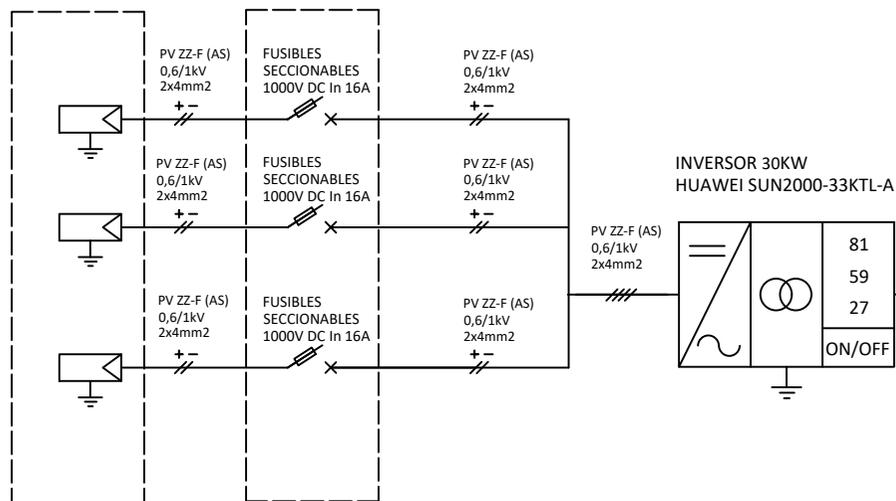
PLANO Nº

PLANO: EMPLAZAMIENTO INSTALACIÓN  
 FOTOVOLTAICA DE AUTOCONSUMO

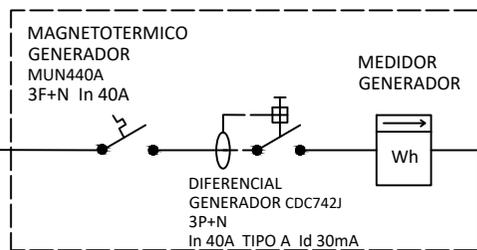
1

60 MÓDULOS SOLARES  
 ATERSA A-410M GS  
 3 LÍNEAS DE 20 PANELES  
 FOTOVOLTAÍCOS

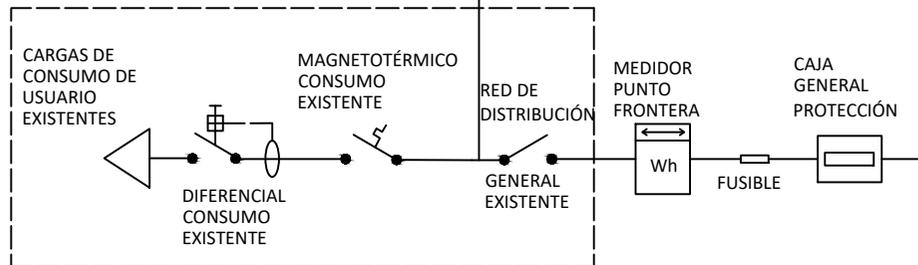
PROTECCIONES CC



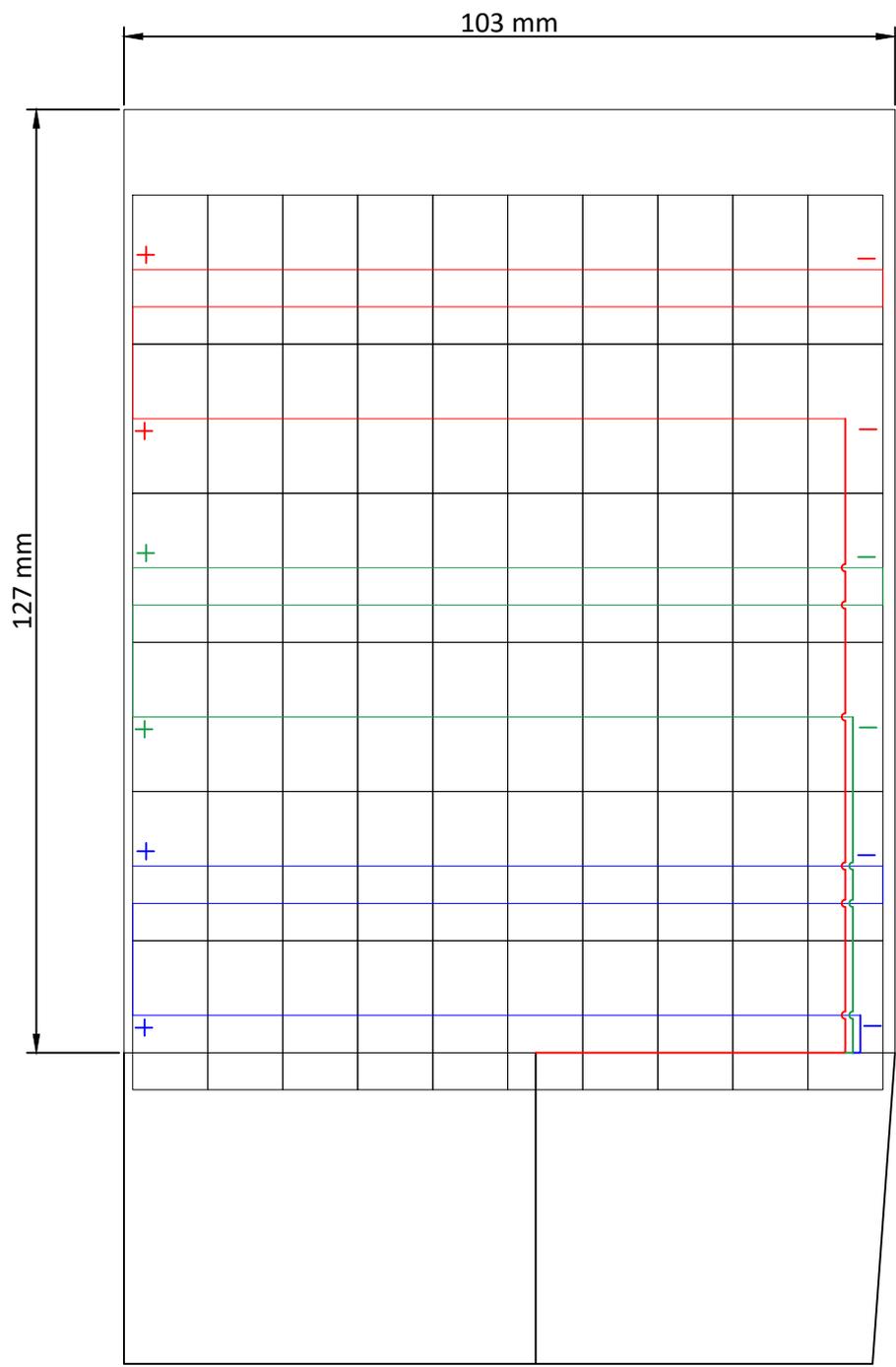
PROTECCIONES CA GENERADOR



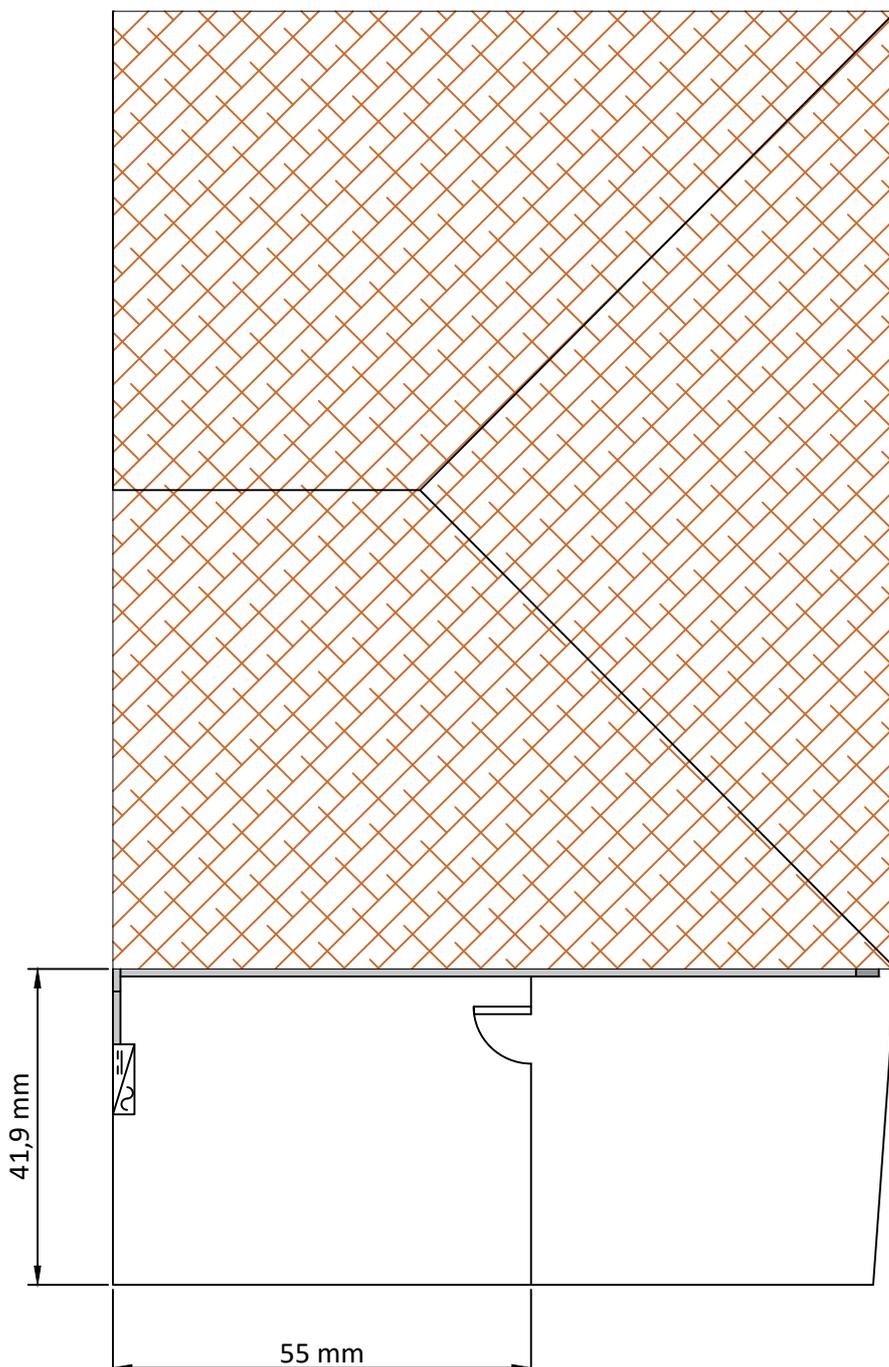
PROTECCIONES CA CONSUMO EXISTENTE



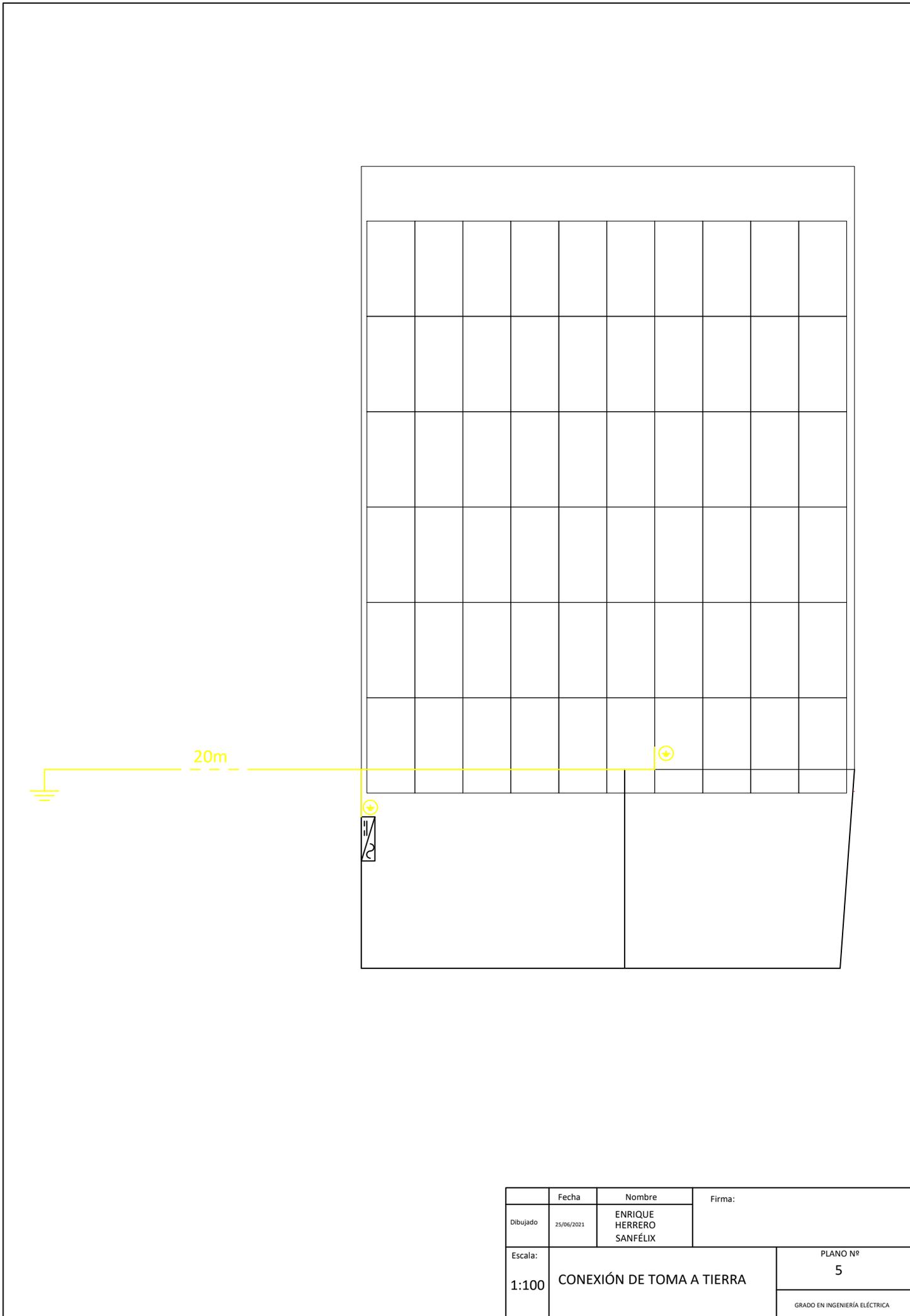
	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	25/06/2021	ENRIQUE HERRERO SANFÉLIX	
Escala:	1:10		PLANO Nº 2
ESQUEMA ELÉCTRICO DE LA INSTALACIÓN			GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

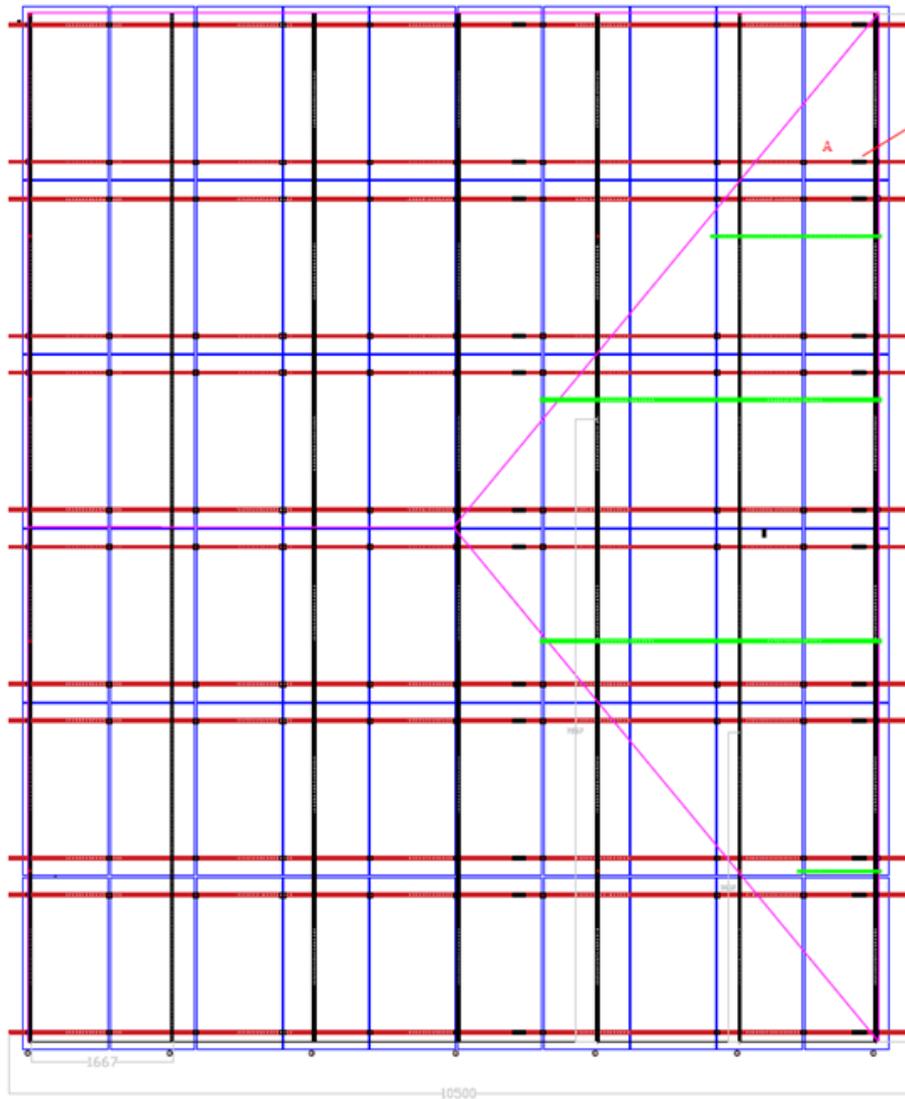


	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	25/06/2021	ENRIQUE HERRERO SANFÉLIX	
Escala:	DISPOICIÓN Y CONEXIÓN DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS		PLANO Nº 3
1:100			GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA



	Fecha	Nombre	Firma:
Dibujado	25/06/2021	ENRIQUE HERRERO SANFÉLIX	
Escala:	UBICACIÓN DEL INVERSOR Y CANALIZACIONES		PLANO Nº 4
1:100			GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

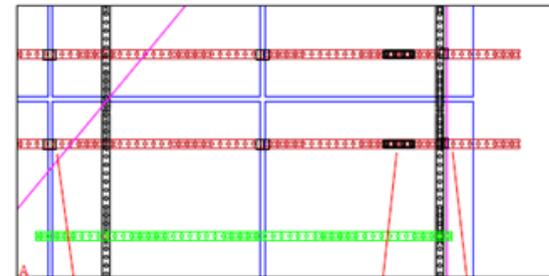




Unión de carril.  
Correa.

Correas de 10,5 metros formadas por un carril de 6 m de 38/40 , un carril de 4 metros de 38/40 y medio metro de carril de 38/40.

Cada correa llevara 2 uniones de carril.



Clip solar Intermedio  
Ref: 163081.

Unión de carril Ref: 163109.

Clip solar Final  
Ref: 163084.

# MÜPRO

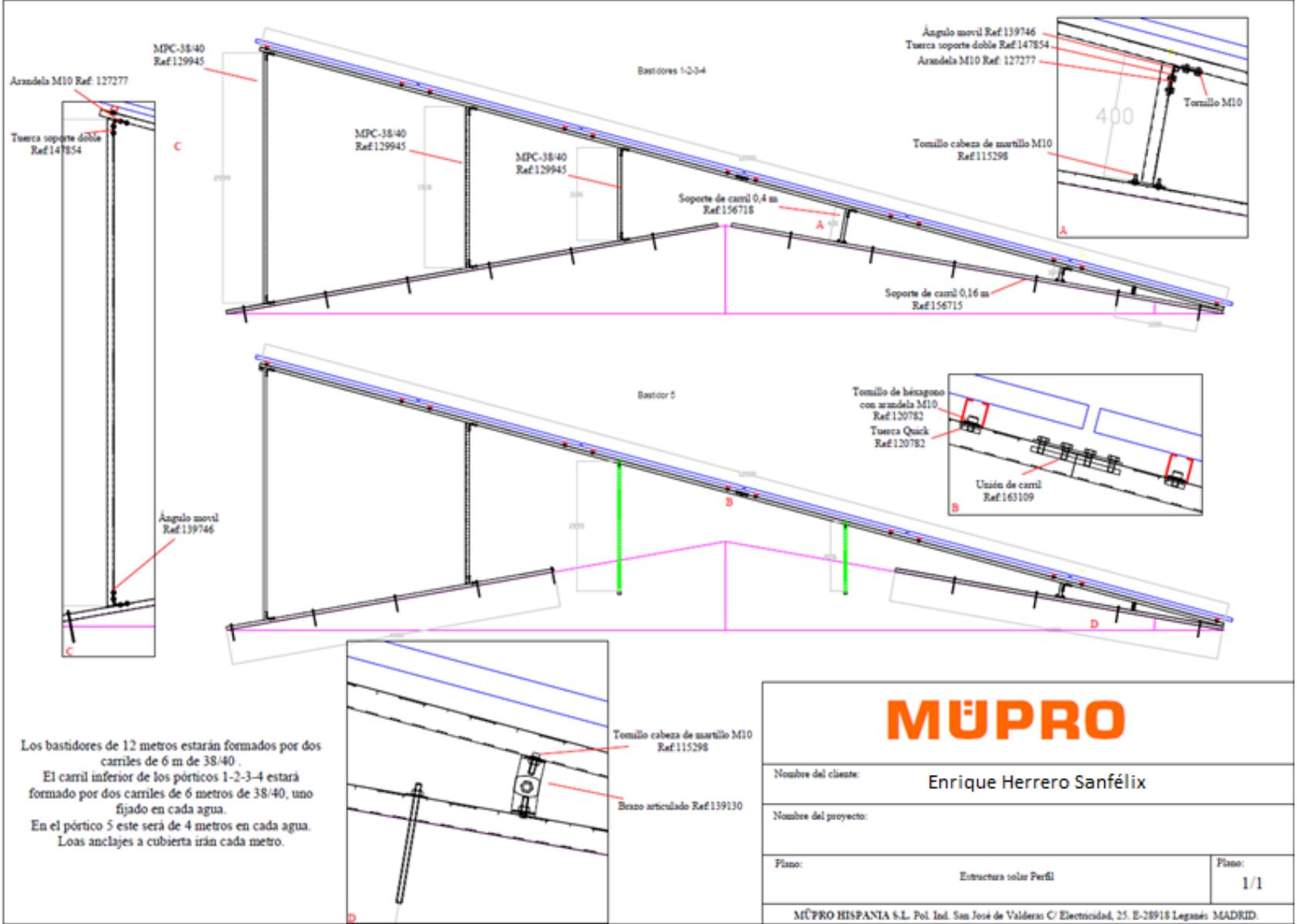
Nombre del cliente: Enrique Herrero Sanfélix

Nombre del proyecto:

Plano: Estructura solar Planta

Plano: 1/1

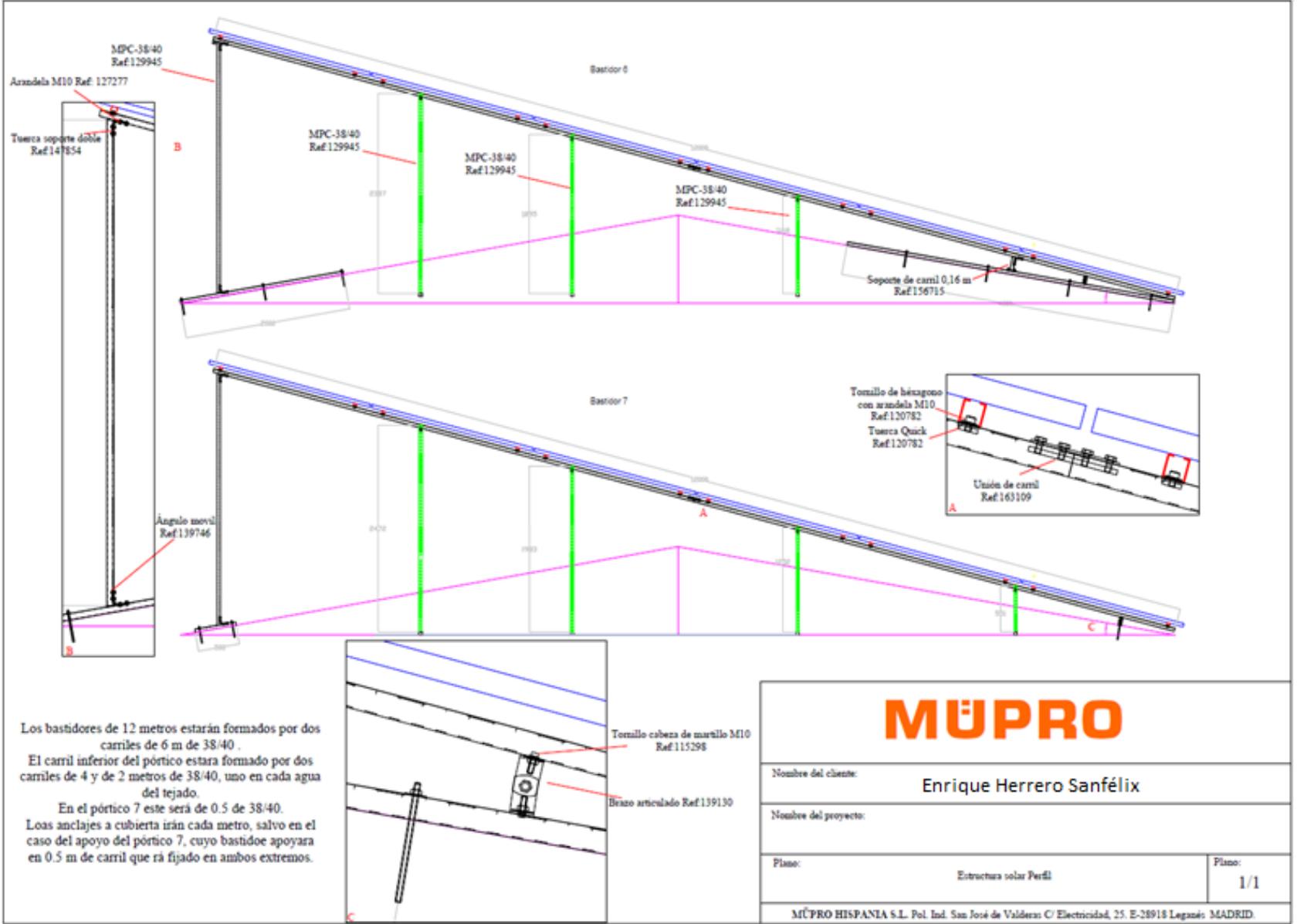
MÜPRO HISPANIA S.L. Pol. Ind. San José de Valderas C/ Electricidad, 25. E-28918 Leganés MADRID.



Los bastidores de 12 metros estarán formados por dos carriles de 6 m de 38/40 .  
 El carril inferior de los pórticos 1-2-3-4 estará formado por dos carriles de 6 metros de 38/40, uno fijado en cada agua.  
 En el pórtico 5 este será de 4 metros en cada agua.  
 Los anclajes a cubierta irán cada metro.

# MÜPRO

Nombre del cliente:		Enrique Herrero Sanfélix	
Nombre del proyecto:			
Plano:	Estructura solar Perfil	Plano:	1/1
MÜPRO HISPANIA S.L. Pol. Ind. San José de Valdeiras C/ Electricidad, 25. E-28918 Leganés MADRID.			



Los bastidores de 12 metros estarán formados por dos carriles de 6 m de 38/40 .  
 El carril inferior del pórtico estará formado por dos carriles de 4 y de 2 metros de 38/40, uno en cada agua del tejado.  
 En el pórtico 7 este será de 0.5 de 38/40.  
 Los anclajes a cubierta irán cada metro, salvo en el caso del apoyo del pórtico 7, cuyo bastidor apoyara en 0.5 m de carril que rá fijado en ambos extremos.

# ANEXO 1



# FACTURA DE ELECTRICIDAD

## DATOS DE FACTURA

Periodo de facturación 31/05/2020 – 30/06/2020  
 Número de factura [REDACTED]  
 Fecha de emisión de factura 7 de julio de 2020  
 Fecha límite de pago 27/07/2020  
 Factura con lectura real  
 Titular FLORENTINA CARDONA [REDACTED]  
 NIF: [REDACTED]  
 Referencia contrato suministro [REDACTED]

Remite: IBERDROLA CLIENTES, S.A.U. Apartado de Correos 61175 28080 Madrid

FLORENTINA CARDONA [REDACTED]

Cam LA CARRETERA (RAIGUERO DE P, 5, Bajo

LA APARECIDA  
03311 ORIHUELA (ALICANTE)

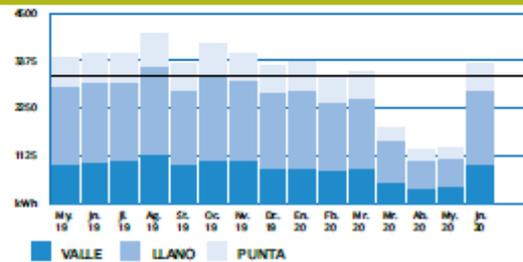
**TOTAL IMPORTE FACTURA: 750,38 €**

Dirección de suministro: Cam LA CARRETERA (RAIGUERO DE P, 5, Bajo LA APARECIDA 03311 ORIHUELA (ALICANTE)

## RESUMEN DE FACTURACIÓN

ENERGÍA	614,23 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	5,92 €
IVA 21% s/620,15 €	130,23 €
<b>TOTAL A PAGAR</b>	<b>750,38 €</b>

## EVOLUCIÓN DE CONSUMO



Este gráfico muestra la evolución de su consumo.  
 Su consumo medio diario en este último periodo facturado ha sido: 25,01 €  
 Su consumo medio diario en los últimos 14 meses ha sido: 20,93 €  
 1 kilovatio-hora (kWh) equivale al consumo de una lámpara de 100 vatios funcionando durante 10 horas.

> ver detalle de facturación y consumo en el reverso



El apartado DATOS RELACIONADOS CON SU SUMINISTRO recoge toda la información necesaria para conocer las características y datos de su contrato.



Atención al Cliente: Consultas, gestiones y reclamaciones 24 horas en el 900 225 235



Atención Averías de Red: 900171171



[www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es)



Puntos de atención cercanos:  
 PASO MOTA (DE LA) 4 30140 SANTO MERA  
 CALLE DU QUE DE TAMAMES 18 03300 ORIHUELA



@TuIberdrola

Importe  
€ 750,38

## DATOS RELACIONADOS CON SU SUMINISTRO

Referencia contrato suministro: [REDACTED]  
 Empresa distribuidora: I-DE, Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.  
 Número de contrato de acceso: [REDACTED]  
 Identificación punto de suministro (CUPS): [REDACTED]  
 Forma de pago: EN ENTIDADES BANCARIAS CONCERTADAS  
 PRESENTANDO ESTA FACTURA  
 Fecha límite de pago: 27/07/2020

Tipo discriminación horaria: 3P  
 Potencia contratada: PP: 10 kW PLL: 10 kW PV: 15,1 kW  
 Peaje de acceso a la red (ATR): 3,0A  
 Precios de peajes de acceso: B.O.E. del 27/12/2017  
 Duración de contrato hasta: 14/02/2021

Con contador inteligente efectivamente integrado en el sistema de telegestión.

Portal de medidas:

[www.iberdroladistribucionelctrica.com/consumidor](http://www.iberdroladistribucionelctrica.com/consumidor)

Puede acceder gratuitamente a los datos de la medida horaria que han servido para la facturación a través de su compañía distribuidora.

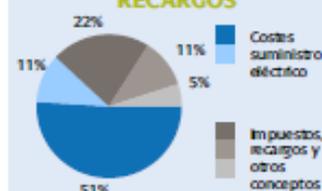
Recuerde que también dispone de dicha información en Mi Área Cliente

## CONOZCA AL DETALLE SU FACTURACIÓN Y CONSUMOS

ENERGÍA			
Potencia facturada	PP 10 kW x 30 días x 0,11577 €/kW día		34,73 €
	PLL 10 kW x 30 días x 0,070229 €/kW día		21,07 €
	PV 15,1 kW x 30 días x 0,049957 €/kW día		22,63 €
<b>Total importe potencia hasta 30/06/2020</b>			<b>78,43 €</b>
Energía facturada	P 598 kWh x 0,170181 €/kWh		101,77 €
	LL 1.733 kWh x 0,160404 €/kWh		277,98 €
	V 945 kWh x 0,107929 €/kWh		101,99 €
<b>Total 3.276 kWh hasta 30/06/2020</b>			<b>481,74 €</b>
Energía reactiva	P1 147,66 kVarh x 0,041554 €/kVarh		6,14 €
	P2 434,11 kVarh x 0,041554 €/kVarh		18,04 €
<b>Total energía reactiva hasta 30/06/2020</b>			<b>24,18 €</b>
Impuesto sobre electricidad	5,11269632% s/584,35 €		29,88 €
<b>TOTAL ENERGÍA</b>			<b>614,23 €</b>
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida	30 días x 0,197377 €/día		5,92 €
<b>TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS</b>			<b>5,92 €</b>
<b>IMPORTE TOTAL</b>			<b>620,15 €</b>
IVA	21% s/620,15 €		130,23 €
<b>TOTAL IMPORTE FACTURA</b>			<b>750,38 €</b>

## EL 38% DE SU FACTURA

### ESTÁ DESTINADO A IMPUESTOS Y OTROS RECARGOS



Costos suministro eléctrico	463,69 €
Costos de producción de electricidad	382,13 €
Costos de redes de transporte y distribución	81,56 €
Impuestos, recargos y otros conceptos	280,77 €
Impuestos aplicados	140,11 €
Incentivos a las energías renovables, cogeneración y residuos	79,76 €
Otros costes regulados	40,90 €
<b>TOTAL IMPORTE FACTURA</b>	<b>750,38 €</b>

A los importes debe añadirse el alquiler de los equipos de medida y otros servicios, en caso de tenerlos contratados.

Conozca el detalle en [www.iberdrola.es](http://www.iberdrola.es)

## CONSUMOS

Nº contador	Periodo horario	Desde	Lectura	Hasta	Lectura	Consumo/Potencia
[REDACTED]	Energía activa P1	31/05/2020	01 1552	30/06/2020	01 1958	406 kWh
[REDACTED]	Energía activa P2	31/05/2020	03 4503	30/06/2020	03 5726	1.223 kWh
[REDACTED]	Energía activa P3	31/05/2020	01 7981	30/06/2020	01 8652	671 kWh
[REDACTED]	Energía activa P4	31/05/2020	00 5717	30/06/2020	00 5909	192 kWh
[REDACTED]	Energía activa P5	31/05/2020	01 6762	30/06/2020	01 7272	510 kWh
[REDACTED]	Energía activa P6	31/05/2020	00 8319	30/06/2020	00 8593	274 kWh
[REDACTED]	Energía reactiva P1	31/05/2020	00 6334	30/06/2020	00 6573	239 kVarh
[REDACTED]	Energía reactiva P2	31/05/2020	01 9236	30/06/2020	01 9949	713 kVarh
[REDACTED]	Energía reactiva P3	31/05/2020	01 2268	30/06/2020	01 2733	465 kVarh
[REDACTED]	Energía reactiva P4	31/05/2020	00 3061	30/06/2020	00 3167	106 kVarh
[REDACTED]	Energía reactiva P5	31/05/2020	00 9250	30/06/2020	00 9543	293 kVarh
[REDACTED]	Energía reactiva P6	31/05/2020	00 5692	30/06/2020	00 5879	187 kVarh
[REDACTED]	Máxímetro P1	31/05/2020	00 00 00,00	30/06/2020	00 00 06,83	8,83 kW
[REDACTED]	Máxímetro P2	31/05/2020	00 00 00,00	30/06/2020	00 00 10,32	10,32 kW
[REDACTED]	Máxímetro P3	31/05/2020	00 00 00,00	30/06/2020	00 00 06,76	6,76 kW
[REDACTED]	Máxímetro P4	31/05/2020	00 00 00,0	30/06/2020	00 00 01,02	10,2 kW
[REDACTED]	Máxímetro P5	31/05/2020	00 00 00,0	30/06/2020	00 00 09,6	9,6 kW
[REDACTED]	Máxímetro P6	31/05/2020	00 00 00,00	30/06/2020	00 00 06,66	6,66 kW

Última lectura: real

La **lectura real** es el valor leído por su distribuidor en su contador en la fecha indicada.

La **lectura estimada** es un valor que su distribuidor calcula tomando como base los consumos históricos y según una fórmula reglamentada por el Ministerio de Industria.

# ANEXO 2



## ptimum *nueva gama*



Módulo solar fotovoltaico (144 ½ Mono PERC 6")  
**A-xxxM GS** (390/395/400/405/410 W)

- **Optimice sus instalaciones.**
- **Alta eficiencia** del módulo y potencia de salida estable, basado en una tecnología de proceso innovadora.
- **Funcionamiento eléctrico excepcional** en condiciones de alta temperatura o baja irradiación.
- Facilidad de instalación gracias a un **diseño de ingeniería innovador.**
- **Riguroso control de calidad** que cumple con los más altos estándares internacionales.
- **Garantía, 10 años** contra defectos de fabricación y **25 años** en rendimiento.



**A-xxxM GS (SS)** (xxx = potencia nominal)

Características eléctricas	A-390M GS	A-395M GS	A-400M GS	A-405M GS	A-410M GS
Potencia Máxima (Pmax)	390 W	395 W	400 W	405 W	410 W
Tensión Máxima Potencia (Vmp)	41.10 V	41.40 V	41.70 V	42.00 V	42.30 V
Corriente Máxima Potencia (Imp)	9.49 A	9.55 A	9.60 A	9.65 A	9.69 A
Tensión de Circuito Abierto (Voc)	49.30 V	49.50 V	49.80 V	50.10 V	50.40 V
Corriente en Cortocircuito (Isc)	10.12 A	10.23 A	10.36 A	10.48 A	10.60 A
Eficiencia del Módulo (%)	19.38	19.63	19.88	20.13	20.38
Tolerancia de Potencia (W)			0/+5		
Máxima Serie de Fusibles (A)			20		
Máxima Tensión del Sistema (IEC)			DC 1.000 V / DC 1.500V (**)		
Temperatura de Funcionamiento Normal de la Célula (°C)			45±2		

Características eléctricas medidas en Condiciones de Test Standard (STC), definidas como: Irradiación de 1000 w/m<sup>2</sup>, espectro AM 1.5 y temperatura de 25 °C.

Tolerancias medida STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

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

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

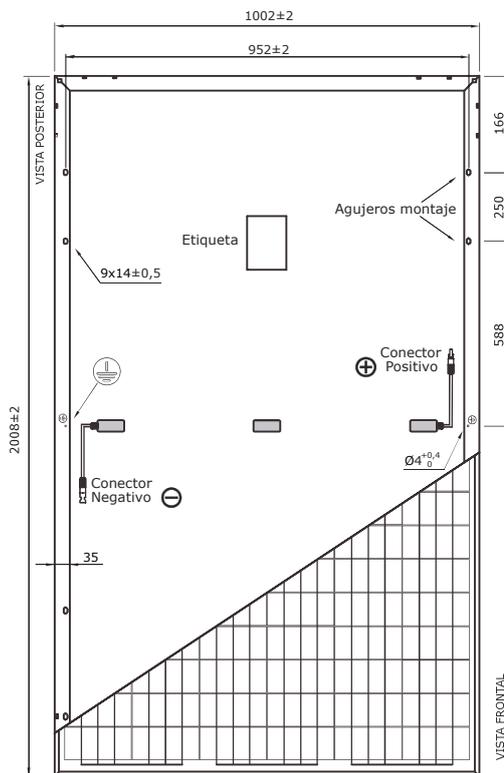
**Especificaciones mecánicas**

Dimensiones (± 2.0 mm.)	2008x1002x40 mm.
Peso (± 0.5 kg)	22.5 kg
Máx. carga estática, frontal (nieve y viento)	5400 Pa
Máx. carga estática, posterior (viento)	2400 Pa
Máx. impacto granizo (diámetro/velocidad)	25 mm / 23 m/s

**Materiales de construcción**

Cubierta frontal (material/tipo/espesor) (*)	Cristal templado/grado PV/3.2 mm
Células (cantidad/tipo/dimensiones)	144 células (6x24)/ Mono PERC/ 158.75 x 79.38 mm
Marco (material/color)	Aleación de aluminio anodizado/plata
Caja de conexiones (protección/nº diodos)	IP67/3 diodos
Cable (longitud/sección) / Connector	1.200 mm. (or customizad)/4 mm <sup>2</sup> /Compatible MC4

(\*) Con capa anti-reflectante

**Vista genérica construcción módulo**

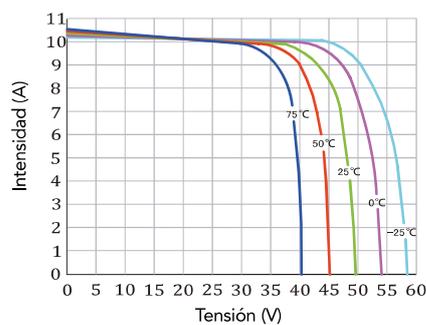
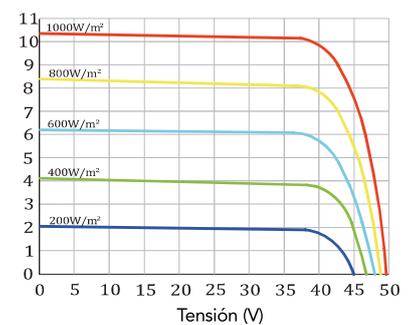
El dibujo no está a escala

**Características de temperatura**

Coef. Temp. de Isc (TK Isc)	0.048% /°C
Coef. Temp. de Voc (TK Voc)	-0.28% /°C
Coef. Temp. de Pmax (TK Pmax)	-0.36% /°C
Reducción eficiencia (200W/m <sup>2</sup> 25°C)	< 5%
Temperatura de Funcionamiento	-40 to +85 °C

**Embalaje**

Módulos/palé	27 pzas
Palés/contenedor 40´ HQ	22 palés
Módulos/contenedor 40´ HQ	594 pzas
Palés/contenedor 20´	10 palés
Módulos/contenedor 20´	270 pzas

**Temperatura Varía (A-400M GS)****Irradiación Varía (A-400M GS)**

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

# Inversor de String Inteligente

SUN2000-33KTL-A



## Inteligente

- Monitorización inteligente de 8 strings y resolución rápida de problemas.
- Soporte de comunicaciones por línea de alimentación eléctrica (PLC).
- Soporte de diagnóstico inteligente de curvas I-V.

## Eficiente

- Máxima eficiencia del 98,6%.
- Eficiencia europea del 98,4%.
- 4 MPPT para adaptarse de manera versátil a distintas disposiciones

## Seguro

- Desconexión de CC integrada; mantenimiento seguro y práctico.
- Unidad de monitorización de la intensidad Residual (RCMU) integrada.
- Diseño sin fusibles.

## Confiable

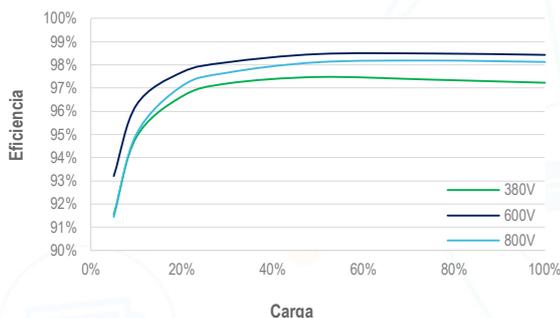
- Tecnología de enfriamiento natural.
- Clase de protección IP65.
- Protectores de sobrecorriente tipo II tanto para CC como para CA.

# Inversor de String Inteligente (SUN2000-33KTL-A)

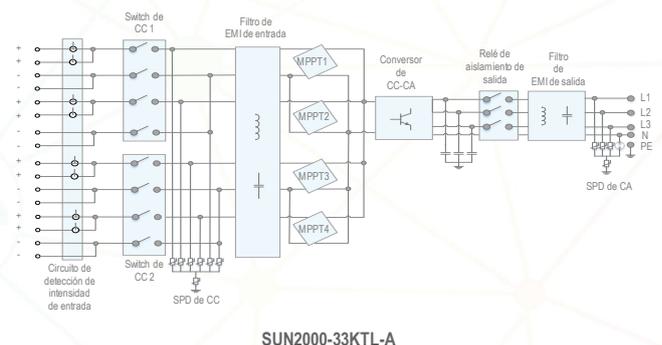


Especificaciones técnicas	SUN2000-33KTL-A
	<b>Eficiencia</b>
Eficiencia máxima	98.6%
Eficiencia europea	98.4%
	<b>Entrada</b>
Máx. tensión de entrada	1,100 V
Máx. intensidad por MPPT	22 A
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	30 A
tensión de entrada inicial	250 V
Rango de tensión de operación de MPPT	200 V ~ 1000 V
tensión nominal de entrada	620 V
Máx. cantidad de entradas	8
Cantidad de MPPT	4
	<b>Salida</b>
Potencia nominal activa de CA	30,000 W
Máx. potencia aparente de CA	33,000 VA
Máx. potencia activa de CA (cosφ=1)	30,000 W
tensión nominal de salida	230V / 400V, default 3W+N+PE;
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz
intensidad de salida nominal	43.3 A
Máx. intensidad de salida	48 A
Factor de potencia ajustable	0.8 LG ... 0.8 LD
Máx. distorsión armónica total	< 3%
	<b>Protección</b>
Dispositivo de desconexión del lado de entrada	Si
Protección contra funcionamiento en isla	Si
Protección contra sobreintensidad de CA	Si
Protección contra polaridad inversa de CC	Si
monitorización de fallas en strings de sistemas fotovoltaicos	Si
Protector contra sobreintensidad de CC	Tipo II
Protector contra sobreintensidad de CA	Tipo II
Detección de aislamiento de CC	Si
Unidad de monitorización de la intensidad Residual	Si
	<b>Comunicación</b>
Visualización	Indicadores LED, Bluetooth + APP
RS485	Si
USB	Si
Comunicación por línea de alimentación eléctrica (PLC)	Si
	<b>General</b>
Dimensiones (ancho x altura x profundidad)	930 x 550 x 283 mm (36.6 x 21.7 x 11.1 pulgadas)
Peso (con soporte de montaje)	62 kg (136.7 lb.)
Rango de temperatura de operación	-25 °C ~ 60 °C (-13°F ~ 140°F)
Enfriamiento	Convección natural
Altitud de operación	4,000 m (13,123 ft.)
Humedad relativa	0 ~ 100%
Conector de CC	Amphenol Helios H4
Conector de CA	Terminal de PG resistente al agua + Conector OT
Clase de protección	IP65
Topología	Sin transformador
	<b>Cumplimiento de normas (Más información disponible a pedido)</b>
Certificado	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC62116
Código de red	IEC 61727, NB/T 32004-2013, VDE-AR-N-4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, C10/11, EN 50438-Turkey

### Curva de eficiencia



### Esquema eléctrico



El texto y las figuras reflejan el estado técnico actual al momento de la impresión. Sujeto a cambios técnicos. Se exceptúan errores y omisiones. Huawei no será responsable de errores de impresión o de otro tipo. Para obtener mayor información, visite el sitio web solar.huawei.com. Versión No.:01-(201806)



CDC742J

### interruptor diferencial 4P 40A 30mA tipo AC

interruptor diferencial hager 4 Polos 40A, 30mA de sensibilidad, tipo AC. Conforme a la norma UNE EN 61008. Certificación AENOR.

#### Características técnicas

##### Arquitectura

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

##### Principales características eléctricas

Tensión asignada de empleo en alterna	230/400 V
Tipo de tensión de alimentación	AC
Frecuencia asignada	50 Hz

##### Tensión

Tensión asignada de aislamiento	500 V
Tensión máxima de utilización	440 V
Tensión soportada al impulso asignada	4000 V

##### Corriente eléctrica

Corriente diferencial asignada	30 mA
Corriente asignada nominal	40 A
Resistencia a la onda de corriente 8/20 $\mu$ s	0,25 kA
Poder de cierre y de corte	630 A
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	6,5 W
--	-------

**Disparo**

Disparo rápido (Short time)	no
-----------------------------	----

**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**

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	Plástico

#### Conexión

Sección de conexión en cable flexible	16 mm <sup>2</sup>
Sección de conexión en cable rígido	25 mm <sup>2</sup>
Tipo de conexión	Borne de jaula con tornillo

#### Equipo

Tipo selectivo	no
----------------	----

#### Normas

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

#### Seguridad

Índice de protección IP	IP20
Tipo de protección diferencial	AC

#### Condiciones de uso

Grado de polución / IEC60664/IEC60947-2	2
Altitud	2000 m



MUN416A

### Interruptor automático magnetotérmico serie MU, 4P, 40A, curva C, 6KA

Interruptor automático magnetotérmico hager serie MU, 4P, 40A, 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	40 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 min/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 min/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	50 A
Corriente asignada a -20°C	49,2 A
Corriente asignada a -15°C	48,4 A
Corriente asignada a -10°C	47,5 A
Corriente asignada a -5°C	46,6 A
Corriente asignada a 0°C	45,8 A
Corriente asignada a 5°C	44,8 A
Corriente asignada a 10°C	43,9 A
Corriente asignada a 15°C	43 A
Corriente asignada a 20° C	42 A
Corriente asignada a 25°C	41 A
Corriente asignada a 30° C	40 A
Corriente asignada a 35° C	38,8 A
Corriente asignada a 40° C	37,5 A
Corriente asignada a 45° C	36,2 A
Corriente asignada a 50° C	34,8 A
Corriente asignada a 55° C	33,4 A
Corriente asignada a 60° C	31,9 A
Corriente asignada a 65°C	30,3 A
Corriente asignada a 70° C	28,6 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	22,4 W
Potencia disipada por polo	6,2 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

# ANEXO 3

## Plantilla de información para presupuesto de estructuras solares

Cliente: ENRIQUE HERRERO SANFÉLIX

Nombre del proyecto: INSTALACION FOTOVOLTAICA DE 24'60 kW PARA AUTOCONSUMO EN UN BAR

Fecha de entrega del presupuesto: 05-06-2021

Potencia del proyecto: 24'60 kW

### Detalles de localización del proyecto<sup>1</sup> (Importante para determinar las cargas de viento)

Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 Km de longitud.



Categoría 1

Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia.



Categoría 2

Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas.



Categoría 3

Zona urbana en general, industrial o forestal.



Categoría 4

Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.



Categoría 5

### Información sobre la ubicación del proyecto

Provincia	ALICANTE
Altitud en m. Sobre el nivel del mar	23 m
Altura de la cubierta	6 m

<sup>1</sup> Imágenes extraídas del Eurocodigo 1991

## Categorías de corrosión (relevantes para la selección del material)

Categoría de Corrosión	Descripción	Ejemplo	
C 1 - Insignificante	Localizaciones con ambiente seco e índices de Cl <sup>-</sup> y SO <sub>2</sub> bajos. Polución muy baja o ninguna	Zonas rurales, urbanas e industriales secas con muy baja o ningún indicio de polución	<input type="checkbox"/>
C 2 - Baja	Ubicaciones de ambiente seco y pequeños indicios de polución; o bien, en ambientes húmedos con niveles bajos de sulfatos y cloruros	Zonas rurales, urbanas e industriales secas o poco húmedas bajos indicios de polución	<input checked="" type="checkbox"/>
C 3 - Moderada	Atmósferas secas con presencia de niveles moderados de cloruros y sulfatos o también ambientes húmedos con indicios de contaminación	Ciudades y atmósferas industriales con polución moderada o zonas costeras con baja salinidad	<input type="checkbox"/>
C 4 - Alta	Ambientes con polución moderada y atmosfera húmeda, también ambientes secos con niveles altos de polución	Zonas industriales húmedas con moderados niveles de polución o zonas costeras con niveles moderados de salinidad.	<input type="checkbox"/>
C5 – Muy Alta	Ambientes con niveles de polución muy alta o ambientes con polución alta en presencia de atmósferas semi-húmedas	Polígonos industriales costeros con altos niveles de polución.	<input type="checkbox"/>
C5 – Hiper-húmedos	Zonas costeras con altos niveles de salidad y humedad.	Instalaciones localizadas a primera línea de playa. Zonas como las del norte de Chile donde hay presencia de Camachaca	<input type="checkbox"/>

## Información referente a la distribución de paneles

Número de paneles por batería	1
Número de Alturas	6
Disposición del Módulo	Horizontal <input type="checkbox"/> Vertical <input checked="" type="checkbox"/>
Inclinación de la estructura respecto a la horizontal	5° <input type="checkbox"/> 30° <input type="checkbox"/> 10° <input type="checkbox"/> 35° <input type="checkbox"/> 15° <input type="checkbox"/> 40° <input type="checkbox"/> 20° <input checked="" type="checkbox"/> 45° <input type="checkbox"/> 25° <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Preferencia de Material y galvanizado para la estructura	Galvanizado Sendzimir <input checked="" type="checkbox"/> Galvanizado por Inmersión en caliente <input type="checkbox"/> Aluminio <input type="checkbox"/>

Modulo Solar		
Tipo de módulo	Fotovoltaico <input checked="" type="checkbox"/> Térmico <input type="checkbox"/>	
Fabricante del panel		Aporta ficha técnica del módulo <input checked="" type="checkbox"/>
Tipo de módulo	Monocristalino <input checked="" type="checkbox"/> Policristalino <input type="checkbox"/> Capa fina <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>	
Longitud del módulo	2008	mm
Ancho del módulo	1002	mm
Espesor del módulo	40	mm
Peso del módulo	22'5	kg
Potencia del módulo	410	Wp

Información sobre la cubierta	
Material de la cubierta	Chapa Grecada <input type="checkbox"/> Panel sandwich <input type="checkbox"/> Teja <input checked="" type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Inclinación de la cubierta	5° <input type="checkbox"/> 30° <input type="checkbox"/> 10° <input checked="" type="checkbox"/> 35° <input type="checkbox"/> 15° <input type="checkbox"/> 40° <input type="checkbox"/> 20° <input type="checkbox"/> 45° <input type="checkbox"/> 25° <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>
Material del elemento sobre el que se realizará el anclaje	Correa Metálica <input type="checkbox"/> Separación <input type="checkbox"/> Correa de hormigón <input type="checkbox"/> Separación <input type="checkbox"/> Forjado de Hormigón <input checked="" type="checkbox"/> Espesor <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/>

## Tipo de Cubierta y distribución

<p>Orientación E-O o reorientación completa</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Orientación sur</p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Coplanar</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Cubierta plana con contrapesos</p> <p><input type="checkbox"/></p>

## Foundation type

<p>Free space</p>	<p>Roof system (please attach technical drawing of roof)</p>		
<p>Tipo Marquesina</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Fijaciones Especiales</p> <p><input checked="" type="checkbox"/></p>	<p>Instalaciones sobre suelo</p> <p><input type="checkbox"/></p>	<p>Instalaciones con sobre estructura</p> <p><input type="checkbox"/></p>

## IMPRESCIDIBLE ADJUNTAR PLANO O CROQUIS

(Adjuntar otras informaciones relevantes por email)

N° art. SAP	Descripción	1
130011	MPC-Carril de instalación, 6 m, 38/40, galv.	34
163109	MPC-Unión de carril, para carriles 38/40, 39/52, 40/60, 40/80, galv.	31
163081	Clip Solar MPC QUICK Aluminio (50x30mm) con tornillo DIN 912 M8x40 (Intermedia)	108
163084	Escuadra solar 40x50mm aluminio con tornillo DIN 912 M8x40 (final)	24
120790	MPC-Tuerca soporte Quick para fijar escuadras y accesorios, M8, para carriles 38/24-40/120	132
120782	MPC-Tuerca soporte Quick para fijar escuadras y accesorios, M10, para carriles 38/24-40/120	84
121079	Tornillo de hexágono interior con arandela de fijación (allen), M10 x 16 mm, galv.	84
129964	MPC-Carril de instalación, 4 m, 38/40, galv.	17
129945	MPC-Carril de instalación, 3,04 m, 38/40, galv.	12
129917	MPC-Carril de instalación, 2 m, 38/40, galv.	12
156715	MPC-Soporte de carril, 160 mm, 38/40, galv.	6
156718	MPC-Soporte de carril, 400 mm, 38/40, galv.	4
139746	Ángulo móvil	51
139130	Brazo articulado 40x6 LG 13 M12	7
118808	Ángulo de montaje 90°, para carriles 38/40, 39/52, 40/60, 40/80, 38/80, 40/120, 41/41, galv.	9
117944	MPC-Tuerca soporte doble, M10, para carriles 38/24-40/120, galv.	102
105560	Tornillo cabeza hexagonal, M10 x 20 mm, DIN 933, galv.	222
127277	Arandela, M10, DIN 125, galv.	222
115298	MPC-Tornillo soporte cabeza martillo, M10 x 30 mm, para carriles 38/24-40/120, galv.	14
147854	MPC-Tuerca soporte M10, 31 x 16 x 6 mm para perfiles 38/24-40/120, galvanizada	18
106006	MPC-Tapa de protección para carril de instalación MPC, para carriles 38/40, 38/80	50
113467	Varilla roscada, M10, 1 m, galv.	20
105433	Tuerca hexagonal, M10, DIN 934, galv.	80
127121	Arandela, M10, 36 mm, galv.	80
162363	Mortero de inyección XV Plus incl. 2 mezcladores, para anclaje de inyección XV Plus, cartucho a 280 ml	6

N° art. SAP	Descripción	1
105798	Tornillo cabeza hexagonal, M8 x 75 mm, DIN 933, galv.	100
127214	Arandela, M8, 36 mm, galv.	100
105498	Tuerca hexagonal, M8, DIN 934, galv.	100
114810	Cinta de sujeción con cantos ondulados 25 mm, rollo a 10 m, galv.	5

**CÁLCULOS DE CARGA SOBRE ESTRUCTURA MÜPRO.**

**PERFIL HORIZONTAL**

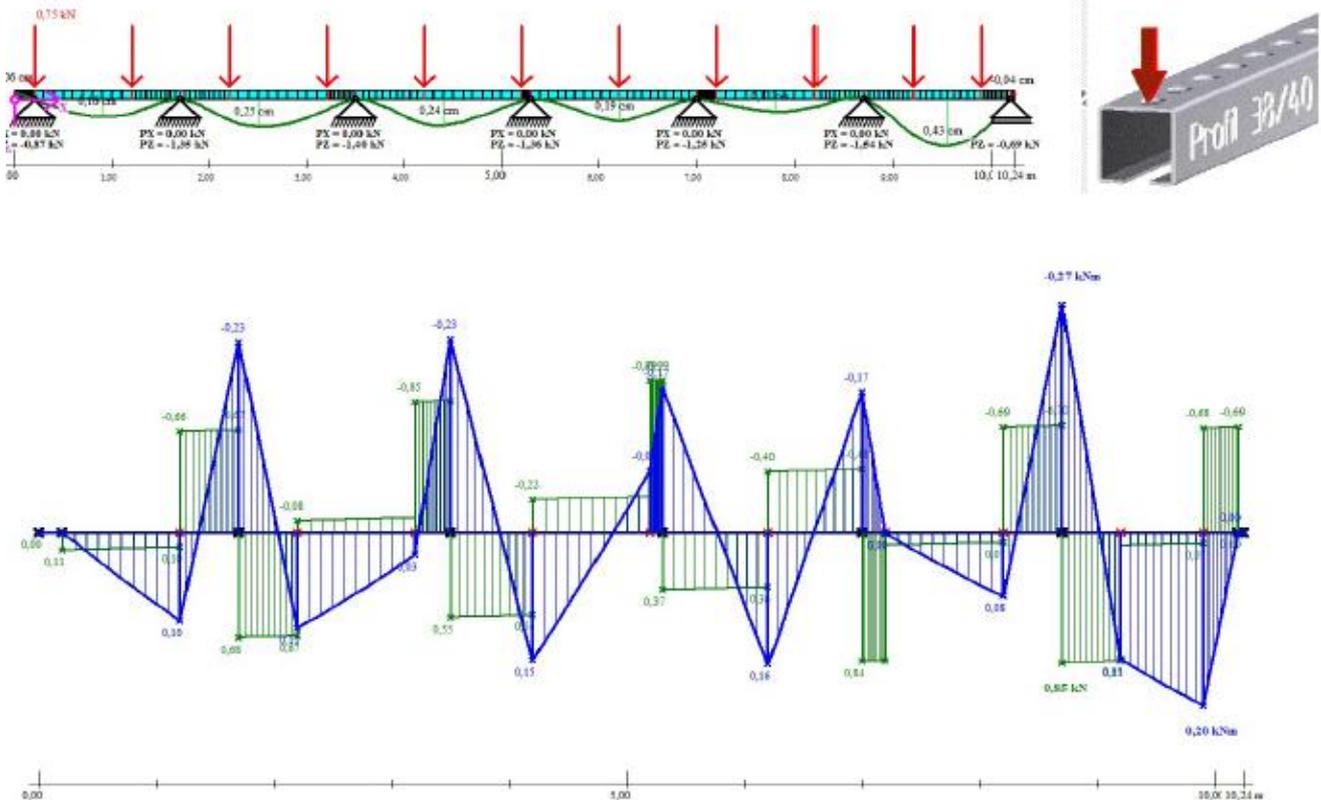
Determinamos las cargas aplicadas sobre cada perfil horizontal para ello dividimos la carga mas desfavorable entre 2 ya que sera soportada por 2 perfiles.

$P = P^*/2$

P=	411,23	N / m <sup>2</sup>		
		Largo (mm)	2010 mm	2,01 m
		Ancho (mm)	1002 mm	1,002 m
		Espesor (mm)	40 mm	0,04 m

<b>10 Paneles</b>	Longitud del Carril =	10,240 m
A= 20,1402		m <sup>2</sup>
F= PXA		
F= 8282,16		N
q= 752,92	N/punto	Donde q= F/punto

Con estos datos y utilizando como herramienta el software de cálculo de carriles Müpro, se procederá a la elección de los carriles Mpc, que cumplan con los resultados obtenidos. Dichos resultados se aprecian en el Anejo I.



## PERFIL VERTICAL

Para este cálculo se tendrá en cuenta la situación mas desfavorable en cuanto a separación entre apoyos.

$P^*$	822,45	N / m <sup>2</sup>
A (Área de trabajo)	3,35	m <sup>2</sup>
Distancia entre bastidores (mm)	1667	mm
Longitud de panel (mm)	2010	mm

$$Q \text{ total} = P^* \times A$$

Q total 2.755,76 N

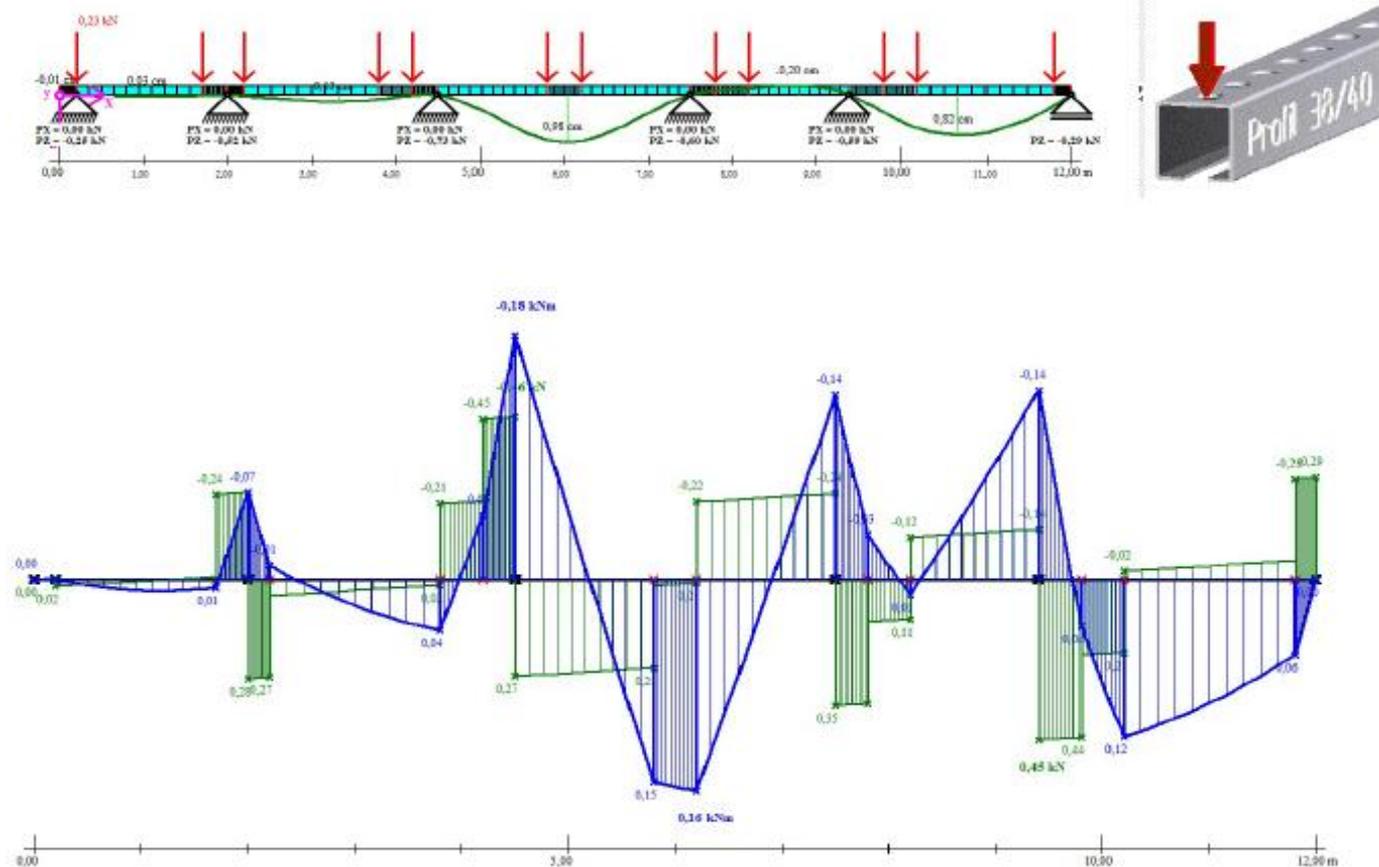
$q^{**}$  (Carga por punto ensamble con perfil horiz.)

229,65 N

0,23 KN

Numero de alturas de paneles 6

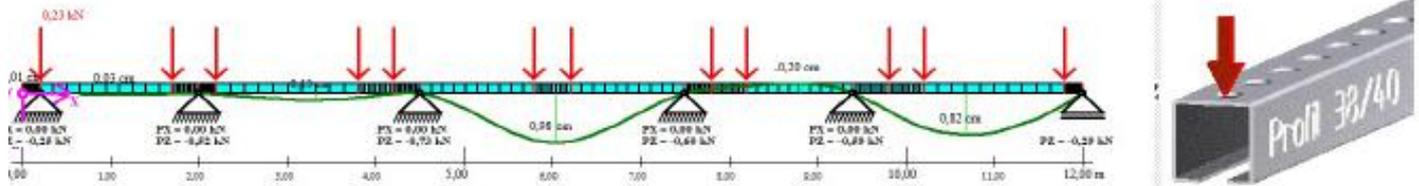
Con estos datos y utilizando como herramienta el software de cálculo de carriles *Müpro*, se procederá a la elección de los carriles Mpc, que cumplan con los resultados obtenidos. Dichos resultados se aprecian en el Anejo VI.



**PERFIL APOYO A SUELO (PATAS TRASERAS)**

Para este cálculo se tendrá en cuenta la situación mas desfavorable en cuanto a la longitud de los perfiles de apoyo. Para ello comprobaremos el perfil adecuado para resistir la carga de pandeo ocasionada

Las cargas a las que se verá sometida la estructura portante son las resultantes como reacciones en los puntos de apoyo de los bastidores de la estructura sobre la misma, que aparecen como Pz (-) en los apoyos de nuestros resultados de software en el cálculo del perfil vertical



La carga de pandeo máxima permitida por nuestro perfil MPC 38/40 es de 1,54 kN en estas condiciones, como se puede ver a continuación. Y por lo tanto este perfil será el adecuado para la ejecución.

Cargas de pandeo conforme a DIN EN 1993-1-1 Secciones 6.2 y 6.3.

Los valores de la tabla son válidos para un supuesto de carga centrada en la sección del perfil portante!

La posible torsión y pandeo lateral debe calcularse por separado!

Se tiene en cuenta el pandeo en los ejes z e y.

La carga de pandeo más desfavorable se indica en la tabla.

El coeficiente de seguridad  $\gamma = 1,54$  tiene en cuenta los coeficientes de seguridad y combinación así como el coeficiente de seguridad del material.

La longitud de pandeo  $L_k$  depende de las condiciones de fijación y de la longitud de la barra "T", conforme se indica en el dibujo.

Tomando la  $L_k$  de la tabla, leer la carga de pandeo F.

