



INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA AISLADA DE RED PARA ESTACIÓN DE SERVICIO

2016

AUTOR: JOSE PIQUERAS MARÍN

TUTOR: JUAN ÁNGEL SAIZ JIMÉNEZ

CONTENIDO

1	Memoria	2
1.1	Objeto	2
1.2	Introducción y justificación de la instalación	2
1.3	Condiciones de radiación	3
1.4	Elementos de consumo	5
1.5	Análisis detallado de consumo	13
1.6	Descripción detallada de la instalación.....	17
1.6.1	Sistema y subsistemas	17
1.6.2	Inventario de componentes	21
1.7	Diseño y cálculos	21
1.7.1	Módulos fotovoltaicos	21
1.7.2	Regulador	24
1.7.3	Baterías	25
1.7.4	Inversor	28
1.7.5	Cableado	30
1.7.6	Protecciones	33
1.7.7	Estructura y soportes	35
2	Condiciones de instalación	38
2.1	Módulos fotovoltaicos	38
2.2	Inversor	38
2.3	Regulador	39
2.4	Baterías	39
2.5	Cableado	39
2.6	Protecciones	40
2.7	Soportes	40
3	Planos	41
3.1	Plano de soporte de placas	41
3.2	Plano situación placas en azotea	42
3.3	Plano general de conjunto	43
3.4	Esquema general de conjunto	44
4	Estudio económico	45
4.1	Estudio de precios	45
4.2	Coste de instalación	52
4.3	Tiempo de recuperación de la inversión	54
	ANEXO 1: REFERENCIAS	57
	ANEXO 2: HOJAS DE CARACTERÍSTICAS	73

1- MEMORIA

1.1- Objeto

El presente proyecto tiene como objeto el diseño y acondicionamiento de una instalación solar fotovoltaica aislada de red para el autoconsumo de una estación de servicio. La potencia instalada a ser alimentada es de alrededor de 52 kW, habido siendo calculada ésta mediante un estudio exhaustivo de los elementos de consumo, siendo dicha estación una instalación con 51 años de antigüedad y estando ubicada en el municipio valenciano de Enguera, perteneciente a la comarca de la Canal de Navarrés.



Figura 1: Estación de servicio escogida.

1.2- Introducción y justificación de la instalación

La situación legislativa actual de autoconsumo aislado de red en España, permite la instalación de fotovoltaica aislada de red sin tener que pagar ningún peaje, por lo tanto resulta interesante estudiar la posibilidad de implantar una instalación de estas características.

Tal interés, se ve propiciado además, el coste de los equipos de fotovoltaica aislada de red se está viendo abarataos año tras año. Por hacerse una idea, hace 12 años, una instalación de este tipo resultaba en torno a 7 € por Wpico instalado, mientras que a fecha de hoy 2016, podemos disponer de tal servicio por menos de 3 € por Wpico instalado.

En nuestro caso, la elección de una estación de servicio como instalación a ser suministrada no es casualidad. Por lo general, este tipo de instalaciones suelen estar distanciadas de los núcleos urbanos, ya sea en puntos de carreteras cercanos a la red eléctrica o bien en puntos en los que esta es inexistente, ya que es económicamente inviable o por incidencias del terreno esta tiene un difícil acceso. Este último caso mencionado será sin duda el ideal para una instalación de este tipo, puesto que no dependeremos para nada de ningún punto de suministro, únicamente del sol y de la capacidad de los componentes de nuestra instalación.

La instalación escogida en el presente caso, no está especialmente aislada del núcleo urbano, pero tras el intento de haber hablado con diversos propietarios de otras estaciones y haber obtenido una respuesta negativa, será utilizada esta como base y ejemplo aplicable a cualquiera, aunque como se observará, este inconveniente supondrá un aumento significativo del coste.

1.3- Condiciones de radiación

Para la obtención de los niveles de radiación mensuales ha sido utilizada la herramienta de consulta online a nivel europeo PVGIS Climate, la cual nos permite obtener estos datos entre otros muchos y además para el ángulo que sea indicado. En el presente caso debido a la localización geográfica y al uso anual dado de la instalación, estos datos han sido obtenidos para el ángulo óptimo.



Figura 2: Interfaz de la herramienta PCGIS Climate.

Situando el cursor en las coordenadas exactas de la ubicación de los paneles solares se han obtenido los datos siguientes:

PVGIS estimaciones de las medias mensuales a largo plazo

Lugar: 38°58'55" Norte, 0°41'15" Oeste, Elevación: 303 m.s.n.m.

Base de datos de radiación solar empleada: PVGIS-CMSAF

El ángulo de inclinación óptimo es: 35 grados
Irradiación anual perdida a causa de las sombras (horizontal): 0.1 %

Mes	H_h	H_{opt}	$H(90)$	I_{opt}	T_{24h}	N_{DD}
Ene	2330	3970	3960	63	8.6	213
Feb	3200	4760	4200	55	9.5	170
Mar	4660	5810	4210	42	12.1	102
Abr	5440	5840	3240	26	14.3	46
Mayo	6470	6220	2670	14	18.0	3
Jun	7360	6730	2400	6	22.7	0
Jul	7490	7010	2610	9	25.2	0
Ago	6460	6670	3260	21	25.0	0
Sep	4900	5820	3830	37	21.5	7
Oct	3730	5160	4240	50	17.9	39
Nov	2530	4090	3930	60	12.3	172
Dic	2030	3590	3700	64	9.7	214
Año	4720	5480	3520	35	16.4	966

H_h : Irradiación sobre plano horizontal (Wh/m²/día)
 H_{opt} : Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima (Wh/m²/día)
 $H(90)$: Irradiación sobre plano inclinado:90grados (Wh/m²/día)
 I_{opt} : Inclinación óptima (grados)
 T_{24h} : Temperatura media diaria (24h) (°C)
 N_{DD} : Número de grados día de calefacción (-)

Figura 3: Tabla de valores de radiación obtenidos para diversos ángulos.

Como podemos observar, tal herramienta nos suministra una serie de datos actualizados de los tales el más relevante a tener en cuenta va a ser el nivel de radiación en Wh/m²/día para el ángulo óptimo, 35° en nuestro caso respecto al nivel de la superficie. Tal nivel de radiación será utilizado para el cálculo de los paneles fotovoltaicos necesarios, para así conseguir colocar estos de manera óptima de forma que se utilice el mínimo espacio y se obtenga la potencia necesaria con el coste más reducido posible de elementos fotovoltaicos.

1.4- Elementos de consumo

A continuación se va a proceder a analizar cada elemento de consumo presente en la instalación, de manera independiente:

Panel tubos halógenos

La iluminación del interior del local se encuentra formada por 9 paneles empotrados en el techo de láminas de escayola, cada uno de estos con 2 tubos halógenos de 36 W marca Philips. De estos 9 paneles, 3 poseen cristal y suelen estar activos más habitualmente, mientras los otros 6 se encuentran al descubierto y se encienden solo cuando es muy necesario. La energía gastada por estos elementos dependerá de la cantidad de horas solares de cada mes, así como de los horarios de apertura y cierre (de 6:00 a 22:00 para todos los meses). De día, estos elementos no suelen estar encendidos al completo, mientras que de noche si pasan a estar en activo en su totalidad.

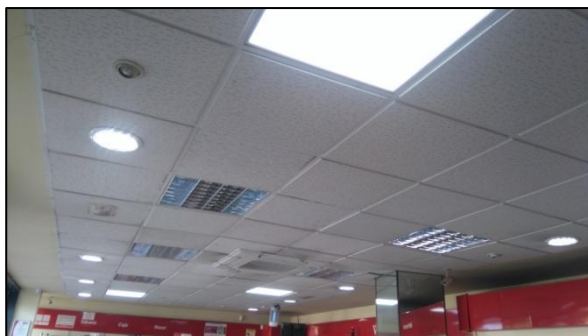


Figura 4: Techo del interior con diversos tipos de iluminación.

Plafón LED

Además de los tubos halógenos, en el techo del interior del establecimiento también podemos encontrar 10 plafones redondos con tecnología LED de 18 W de potencia. Debido al reducido consumo de estos, permanecen en activo casi a lo largo de todo el horario de apertura, independientemente de la cantidad de luz que haga en el exterior.

Máquina de tabaco



Figura 5> Máquina de tabaco

En el interior, encontramos una máquina de tabaco convencional de tamaño medio y de la marca Azkoyen Teide, modelo "blue", cuya potencia es de 140 W en funcionamiento. Dicha potencia se ve repartida entre la iluminación de la máquina y del display permanentemente, y entre la acción del mecanismo a la hora de dispensar cajetillas de tabaco. Por lo tanto, el número de horas en activo de esta, dependerá de la demanda de tabaco de cada mes, es decir, de la cantidad de personas que acuden a comprar, siendo mayor en los meses de vacaciones o en los que existe alguna fiesta local.

Refrigerador 1

Por lo que respecta a los refrigeradores, en primer lugar se encuentra uno central de dos puertas de la marca Eurofred, y cuya potencia indicada del modelo es de alrededor de 700 W para el compresor en máxima potencia. Este refrigerador contiene bebidas de todo tipo, por lo que la apertura y cierre de sus puertas es bastante habitual en la estación. Así pues, para el cálculo será supuesta una potencia intermedia ya que no está usualmente al nivel máximo, así como también será supuesto el número de horas en activo a lo largo del día, dependiendo de las condiciones climatológicas de cada mes y dependiendo de la demanda que este pueda ocasionar.



Figura 6: Refrigeradores principales para uso del consumidor.

Refrigerador 2

A su parte derecha, se encuentra otro refrigerador de una sola puerta cuyo uso es únicamente para refrescos de tamaño pequeño. La potencia de una nevera de estas características está situada en torno a 240 W y como en el caso anterior, la demanda de este y la temperatura exterior, determinará el número total de horas en activo a lo largo del día.

Refrigerador 3

Y a su parte izquierda, se puede encontrar otro refrigerador también de una puerta el cual contiene productos congelados y cuya potencia es ligeramente más elevada (400 W) ya que la temperatura requerida debe ser inferior. El consumo de energía de este dependerá de los mismos factores que los anteriores.

Refrigerador 4



Figura 7: Refrigerador de tipo compuerta abierta.

A diferencia de los anteriores refrigeradores, este es de tipo abierto, sin compuerta, por lo que el número de horas en activo del compresor será mayor ya que está directamente abierto al clima exterior, por lo tanto el promedio de horas de funcionamiento estimadas no dependerá del consumo, sino de la temperatura exterior de cada mes, La potencia de este tipo de refrigerador y para este modelo en concreto es de 715 W.

Refrigerador 5

El último de los refrigeradores presentes en la estación, posee una potencia de 550 W y su uso está destinado al mantenimiento en perfectas condiciones de los helados, por lo que los meses cuya temperatura exterior es elevada, el número de horas en activo de este será directamente proporcional.



Figura 8: Refrigerador de temperaturas más bajas.

TV



Figura 9: Televisor y lámpara anti insectos presente.

En el establecimiento, podemos encontrar un televisor de marca LG y con un tamaño de 22' el cual permanece en funcionamiento desde la apertura del local hasta su cierre todos los días. Teniendo en cuenta que se enciende en torno a las 6:00 y se apaga en torno a las 22:00, este permanece en funcionamiento en torno a 18 horas diarias durante todo el año y gastando 20 W de energía cada hora.

Lámpara anti insectos

Para evitar que existan insectos presentes en el establecimiento, en el techo se encuentra instalada una lámpara anti-insectos de tamaño pequeño cuya potencia es de 25 W y cuyo consumo se da principalmente en los meses más cálidos, siendo mayor en estos pues, el número de horas que permanece activa.

Ordenador



Figura 10: Ordenador para la venta en caja.

Al igual que en el caso del televisor, un ordenador de sobremesa de marca MXPorch y con pantalla tft 11', consume 270 W de media, ya que permanece activo durante toda la jornada laboral, puesto que se utiliza para la venta de artículos y control de los dispensadores de combustible. El consumo de este elemento es fijo y constante durante todo el año.

Aire acondicionado 1

A la entrada, se puede encontrar una cortina de aire de marca Cor-f cuya potencia es de 1000 W y la cual suele activarse durante un número de horas en los meses más cálidos del año, ya que esta no es capaz de producir aire caliente. Por lo tanto, se habrá estimado tal número de horas aproximadamente acorde a la temperatura de los meses de verano y los cercanos a estos.



Figura 11: Aire acondicionado tipo cortina de viento.

Aire acondicionado 2

Aparte de la cortina de aire, en el centro del habitáculo, encontramos un aire acondicionado industrial de 1090 W de potencia y marca y modelo Mitsubishi splz-35BA. Este aire, si podrá estar activo cualquier mes del año, ya que es capaz de producir tanto aire frío como caliente, y su gasto energético dependerá también del número de horas en activo que supongamos para cada mes del año según su temperatura.



Figura 12: Aire acondicionado tipo empotrado techo.

Cámaras de vigilancia:



Figura 13: Cámara de vigilancia en el interior.

Repartidas por toda la estación de servicio, tanto en el interior como por el exterior del mismo, hay 3 cámaras de vigilancia Camtronics ka-58 las cuales permanecen en activo las 24 horas del día almacenando las grabaciones en el ordenador. Por lo tanto, la potencia consumida por estas es de 7,7 W por elemento/hora y el total de horas en activo será todas las del año.

Cafetera

Para el consumo de la clientela hay presente una cafetera de gama media Philips saeco Vienna con potencia nominal de 1250 W, la cual permanece activa un número de minutos a lo largo del día, siendo estos principalmente a lo largo de las mañanas.

Microondas

Para el consumo de comestibles por parte tanto de los dependientes como de algunos consumidores encontramos en el interior un microondas el cual es de marca Portland y con una potencia máxima de 1000 W. Este solo permanecerá activo un número de minutos a lo largo del día dependiendo del flujo de clientes habituales de cada mes.

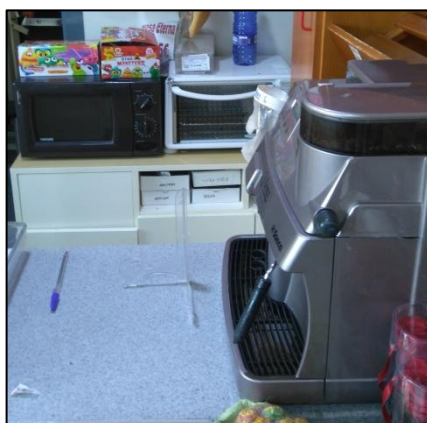


Figura 14: Conjunto cafetera, microondas y mini horno.

Mini horno

Al igual que el microondas, un mini horno para tostar el pan es usado durante las mañanas por parte de algunos consumidores, gastando energía durante cierto tiempo a lo largo del día. Este electrodoméstico, es de marca y modelo Moulinex Optichef y tiene una potencia máxima de 1700 W.

Iluminación aseos



Figura 15: Iluminación tipo LED en ambos lavabos de la estación.

En los aseos de la estación de servicio, para la iluminación se encuentran dos plafones (uno para el de damas y otro para el de caballeros) de 12 W de potencia y tecnología LED. Éste permanece en activo un tiempo total dependiente del número de clientes que acuden a la estación y siendo ligeramente inferior en el aseo de las damas puesto que habitualmente el número de clientes de sexo femenino que acude a la estación es menor.

Secador manos

En ambos aseos hay colocados dos secadores de manos de la marca Mediaclinics cuya potencia al ser accionados es de 2500 W y los cuales dependen de la cantidad de veces que se accionen estos a lo largo del día, es decir, del número de clientes que hagan uso del aseo a lo largo de cada mes. Como en el anterior caso, será ligeramente distante el tiempo de uso en un aseo y el tiempo de uso en el otro.



Figura 16: Secador de manos convencional.

Hornos

En el local interior se encuentran dos hornos industriales de tamaño medio de la marca y modelo Unox XF040 cuya potencia máxima es de 5300 W. Estos dos hornos son usados para cocinar barras de pan congeladas que son vendidas a lo largo del día. Para el cálculo de la energía consumida por estos, será tenido en cuenta las tandas de barras de pan que se cocinarán cada día así como que el horno no está a máxima potencia. Todas estas condiciones dependerán de la demanda que fije el flujo de clientes que acuden a comprar pan acorde al mes que sea.



Figura 17: Horno para cocción de barras de pan.

Tubos halógenos



Figura 18: Tubo halógeno situado en el interior del local.

Para la iluminación de esta zona interior son usados 3 tubos halógenos de 110 cm de longitud y marca Philips t5 con potencia de 54 W los cuales solo permanecerán activos durante alguna tarea de carga o descarga de material así como durante el proceso de preparación del pan en los hornos, estando así ligado su consumo y siendo directamente proporcional a la demanda de pan, y por lo tanto, al número de consumidores de cada mes.

Cámara frigorífica

Por último, en el interior del almacén, también se encuentra una cámara frigorífica de gran tamaño y una puerta de acceso, la cual se alimenta con un compresor Kide de 930 W de potencia. Esta cámara es bastante hermética y puesto que en el interior del almacén la temperatura se mantiene bastante constante, su consumo energético no se verá drásticamente modificado, estimando un promedio de horas en activo del compresor para cada mes dependiendo de la temperatura y de la demanda de hielo y pan por parte de clientes.



Figura 19: Cámara frigorífica.

Iluminación exterior



Figura 20: Iluminación de vapor de sodio del exterior.

Por lo que respecta a la zona exterior de repostaje, esta se encuentra iluminada con 9 lámparas de vapor de sodio de marca Sylvania cuya potencia es de 400 W. Esta iluminación, únicamente es activada cuando la luminosidad exterior es muy baja, ya que la energía consumida es elevada. Por lo tanto, la estimación de consumo dependerá de las horas en las que amanece y anochece cada mes, así como del horario de apertura y cierre de la estación de servicio.

Surtidores

En lo que respecta a los surtidores, la estación de servicio se encuentra dotada de 5 puestos de repostaje. Dos puestos con dos mangueras, dos puestos con tres mangueras, y un último puesto con una manguera únicamente para gasóleo agrícola. Los 4 puestos principales de gasolina y gasóleo para vehículos, se encuentran en bastante actividad, mientras que este último de gasóleo agrícola apenas posee demanda. En cada uno de estos puestos, podemos encontrar un display que indica los litros y el importe seleccionados, así como una bomba de extracción que se encarga de succionar el combustible desde los depósitos subterráneos por la manguera seleccionada. La potencia consumida por este mecanismo cuando está activo está en torno a los 750 W, y la potencia consumida a lo largo del mes dependerá de la estimación de clientes que acuden a repostar, siendo mayor en temporada de vacaciones o en meses con eventos especiales como la temporada del olivo.

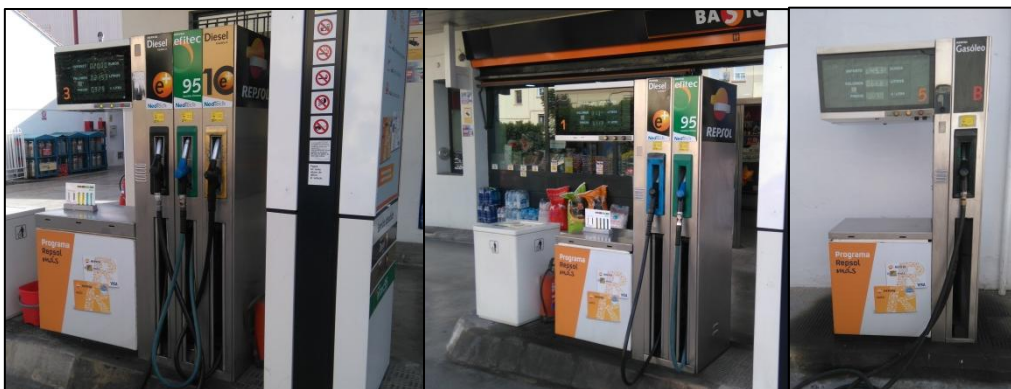


Figura 21: Diversos surtidores presentes en la estación de servicio.

Aspirador

Por lo que respecta a la zona de lavado de vehículos, se encuentra un aspirador para la limpieza de los interiores que funciona a monedas. Este aspirador es de bastante potencia, estimada alrededor de 1450 W, y el tiempo de uso de este aunque no es muy elevado en cada mes, es decir, apenas se usa unas cuantas veces a lo largo del día, se tendrá que aproximar para cada mes acorde a las veces que se utilice, siendo mayor el uso en periodos vacacionales.



Figura 22: Aspirador para limpieza de coches.

Hidrolavadora

Al igual que el aspirador, si se quiere limpiar a cambio de efectivo, también se puede encontrar una hidrolavadora industrial con potencia estimada de alrededor de 4400 W con 3 programas de limpieza: enjabonado, aclarado y encerado. Como es de esperar, el gasto energético producido por esta también depende únicamente del número de clientes que hagan uso de ella en cada mes, siendo mayor el uso para períodos vacacionales.



Figura 23: Hidrolavadora para limpieza de carrocerías.

Túnel de lavado

Como la mayoría de estaciones de servicio, también se dispone de un túnel de lavado de la marca Istobal y modelo de media generación M-7. El consumo energético por este sistema complejo de maquinaria de rodillos, carriles, guías y bombas de lavado es de 14 kW durante su uso. Teniendo en cuenta que cada lavado dura alrededor de 4 minutos y haciendo una estimación del número de veces que se utiliza a lo largo del día, podemos aproximar el gasto energético a lo largo de cada mes, siendo mayor en los meses en los que se dispone de más tiempo de ocio. Este elemento será relevante ya que debido a su elevada potencia, el consumo también variará significativamente por un mayor o un menor uso de él.



Figura 24: Túnel de lavado de la estación.

Compresor aire

Por último, el elemento restante que consume energía en la estación de servicio es un compresor de aire de alrededor de 3 cv de potencia (2,2 kW) que está destinado al hinchado de neumáticos por parte de los clientes. La estimación de este será acorde a las veces que sea accionado el compresor para tener almacenado aire, dependiendo del flujo de usuarios que hagan uso de él cada mes.



Figura 25: Zona de hinchado de neumáticos.

1.5- Análisis detallado de consumo

A continuación será expuesto un análisis del tiempo de funcionamiento de los elementos anteriormente mencionados por día, para así poder calcular los kWh consumidos por la estación de servicio cada mes. Dicho análisis habrá sido en realidad una estimación personal la cual depende de diversos factores humanos exteriores que modifican la actividad de dicho edificio.

La estimación para el primer mes del año es la siguiente:

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Enero	Tipo de elemento	Pot max (W)	Pot uso (W)	Elementos	Horas/día	Energía (kWh)
Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,5	54
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,5	30
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,5	3750
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,1	2750
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	9,5	6156
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	14,5	2610
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2	280
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	10	5000
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	7	1400
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	8	2400
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	14	6300
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	12	5100
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,8	880
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,2	1020
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,8	4200
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	4	100
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	3,5	2975
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4
Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,5	729
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10	8500
Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	3	10800
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	9	6750
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	10	7500
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	11	8250
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	12	9000
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,8	600
Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,6	1320
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,8	3520
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	1,1	15400
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,4	580

Energía total mes (kWh)	4374,9804
-------------------------	------------------

Como se puede observar, la energía consumida dependerá de las condiciones climáticas de cada mes que alterarán el uso de los elementos de consumo, así como del flujo de gente que acuda a comprar o a repostar en la estación de servicio. Tomando este mes modelo:

- Al ser un mes de temperaturas bajas, el conjunto de refrigeradores de alimentos y bebidas no activarán en exceso sus compresores y estos no estarán un número excesivo de horas en funcionamiento. Así pues, solo trabajará el aire acondicionado capaz de producir calor pero muy poco tiempo al día.
- Por lo que respecta a la iluminación, tanto interior como exterior está bastante activa puesto que en enero amanece en torno a las 7:00 y anoche en torno a las 19:00. Teniendo en cuenta que el horario laboral de la estación de servicio es de 6:00 a 22:00, y realizando una observación in situ en la estación, se ha estimado tal número de horas.
- En cuanto al uso de los surtidores por parte de los clientes, enero es un mes en el que la demanda es media, puesto que coincide con ciertos días festivos locales y con el fin de la temporada del olivo, lo cual incrementa ligeramente el uso de estos.
- La zona de limpieza es apenas usada por los usuarios ya que no es un mes en el cual se le da un uso de ocio al vehículo sino todo lo contrario, es usado para faenas relativas al trabajo principalmente.

Podemos encontrar una tabla de estimación perteneciente a cada mes en el apartado **ANEXOS** teniendo en cuenta las condiciones propias de cada uno de estos. A continuación, se recogen los resultados obtenidos y se contrasta con los facilitados en forma de factura bimestral por el propietario de la estación para un año laboral (las cuales también se pueden encontrar en el apartado **ANEXOS**):

	kWh(factura)	kWh(estimados)
Enero	7950	4374
Febrero		3669
Marzo	8328	3831
Abril		4563
Mayo	8184	3940
Junio		4218
Julio	5780	5120
Agosto	4175	5387
Septiembre	8372	4336
Octubre		4067
Noviembre	8294	3880
Diciembre		4482

Figura 26: Tabla comparativa de estimación de consumos.

En las facturas facilitadas, la medida de los kWh consumidos es dada por cada dos meses de lectura, por lo que es imposible tener una aproximación exacta de cada mes. Por lo que estas medidas en kWh proporcionadas solo han servido para aproximar de ambas formas el consumo según nuestro criterio.

Así pues, en la siguiente gráfica se muestra el contraste entre ambas series de datos, y como se puede observar, como era de esperar el consumo es más elevado en los meses de vacaciones como verano, enero, diciembre (navidades) y abril (pascuas).

Respecto a la variación en los meses de Julio y Agosto, según las facturas se producía un pico muy alto en Julio, mientras que en Agosto el consumo es bajo, y según nuestro criterio esto se ha podido producir debido a algún fallo en algún elemento de consumo, ya que no es razonable ese cambio tan brusco de un mes medianamente festivo a otro en el cual el consumo debería de ser mayor.

Por lo tanto, para la realización de los cálculos serán utilizados nuestros kWh/mes estimados, tanto para el resto de meses como para el contraste fijado en Julio y Agosto:

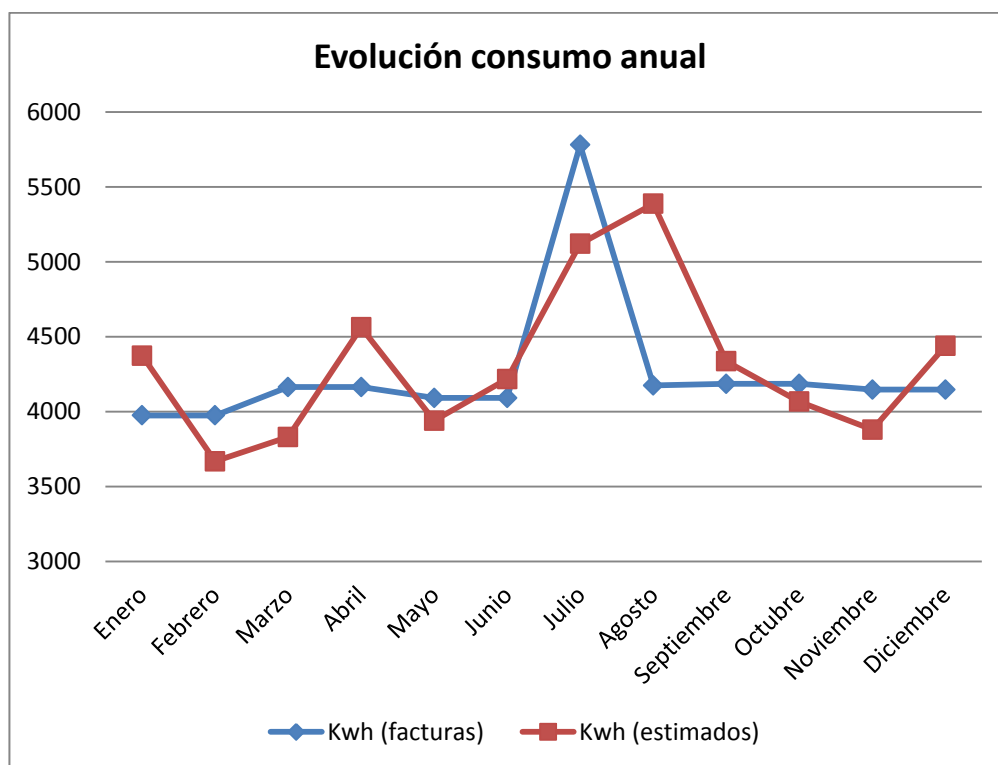


Figura 27: Gráficas correspondientes a consumos mensuales estimados.

1.6- Descripción detallada de la instalación

1.6.1- Sistema y subsistemas

La instalación fotovoltaica aislada de red puede ser dividida en varios subsistemas cada uno de los cuales desarrollan una función y están integrados por unos componentes, lo cual se va a describir a continuación:

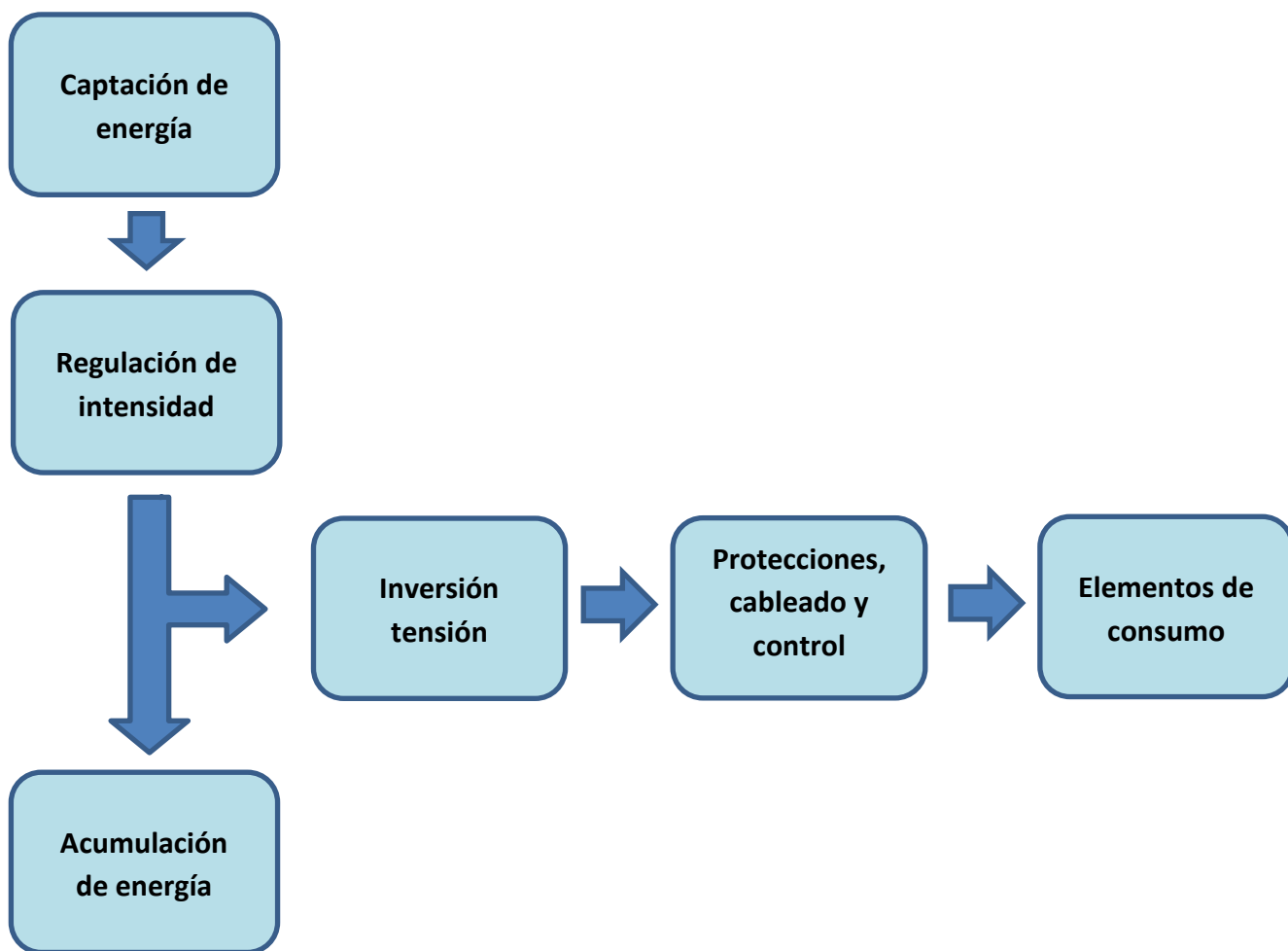


Figura 28: Esquema de bloques de estructura de un sistema fotovoltaico aislado de red.

Captación de energía

La obtención de energía a partir de la radiación solar, se iniciará a partir del efecto fotoeléctrico de las células solares fotovoltaicas. Estas, pueden ser de tres tipos, monocristalinas, policristalinas o amorfas, y por lo tanto, podremos encontrar placas o módulos solares de estos tres tipos de tecnología.

La principal diferencia entre las tres tecnologías mencionadas anteriormente es que una célula monocristalina presenta un rendimiento energético superior a la de tipo policristalina, es decir, a igualdad de potencia se necesita menor área de captación. Además, no tienen ambas el mismo comportamiento frente a la temperatura ni tienen la misma tolerancia respecto a sus valores nominales.

Aparte de poder encontrar módulos fotovoltaicos contruidos con diferentes tipos de semiconductores, también podemos encontrar de potencias comprendidas entre los 50 W y los 350 W. Dependiendo del modelo escogido, se trabajará para una tensión pico de 17,5 a 29,5 V así como de una intensidad pico propio de cada modelo de cada fabricante. Tales características de funcionamiento, son proporcionadas por el fabricante en forma de una curva I-V la cual se tendrá que tener en cuenta para realizar los cálculos de diseño pertinentes.

Por último decir que los módulos fotovoltaicos suelen ir fijados en algún tipo de soporte de manera individual o conjunta diseñado acorde al lugar en el que van colocados y con una orientación e inclinación calculada acorde a la demanda energética y la radiación de cada mes.

Regulación de intensidad

La intensidad producida por los módulos fotovoltaicos es transferida hacia las baterías pero antes debe ser controlada por unos elementos llamados reguladores de carga. Estos, son los encargados de asegurar la vida de los acumuladores durante el proceso de carga y descarga de estos, realizando las siguientes funciones:

- Control de sobrecargas, desconectando las baterías cuando estas están al cien por cien de su capacidad máxima.
- Evitar la descarga hacia las placas en horas con radiación baja o nula.
- Control de descarga, evitando sobrepasar la profundidad de descarga máxima.

Las características propias de cada regulador de carga son la tensión de trabajo, es decir, la tensión que hemos fijado para la instalación, la intensidad máxima de entrada (que es la proporcionada por las placas) y la intensidad máxima de salida (la que requiere la entrada del inversor).

Además mencionar que existen los reguladores maximizadores o MPPT los cuales además de permitir una intensidad de salida máxima superior a los 60 A de los convencionales hasta los 85 A, consiguen buscar el punto de máxima potencia del conjunto de módulos asociados. Esto es útil ya que la radiación solar que afecta a los módulos tiene un carácter muy variable según la latitud, la orientación, la estación y la hora del día y en cada célula además se pueden determinar sombras que modifiquen la temperatura. Por estas condiciones, se ve necesario determinar cíclicamente el punto de máxima potencia de la curva $V \times I$ del generador fotovoltaico, obteniendo así una máxima eficiencia energética.

Acumulación de energía

La energía eléctrica necesita ser almacenada de forma que tanto las horas en un día en las que no hay radiación suficiente, como los días en los que por incidencias climatológicas no disponemos de esta, podamos disponer de un suministro garantizado. Este número de días de autonomía de reserva, debe ser fijado acorde a la naturaleza de la instalación a la que va destinado el sistema fotovoltaico.

Así pues, la tensión de trabajo de las baterías y su capacidad también va acorde a la instalación. Puesto que para fotovoltaica las baterías más usadas suelen ser vasos de 2 V de tensión (aunque podemos encontrar de hasta 16 V), se deberán asociar estos en serie de forma que obtengamos la tensión de instalación fijada, así como se deberán asociar en paralelo para conseguir la capacidad requerida para los días de autonomía fijados.

Por último también cabe tener en cuenta otra característica propia de las baterías llamada profundidad de descarga, la cual es la máxima cantidad de energía que podemos extraer de la batería sin que afecte a su funcionamiento, siendo un valor de 0,7 el más fácil de encontrar en el mercado.

Inversión de tensión

Una vez se dispone de la energía almacenada, ésta es descargada de nuevo por los reguladores hacia el inversor. Este elemento es el encargado de transformar esta energía en forma de corriente continua, en corriente alterna para el consumo de los receptores de la instalación (230 V de salida). La tensión de entrada del inversor deberá corresponderse con la fijada para la instalación, desde 12 V hasta 48 V, y su rendimiento indica las pérdidas de energía que se producen en tal transformación, siendo generalmente de alrededor de 91-95%. Además, cada inversor proporciona una potencia de abastecimiento para un instante máximo y esta debe comprender la suma de la potencia de todos los elementos de la instalación que se desean alimentar simultáneamente en un momento determinado. Además, el inversor debe ser capaz de admitir demandas instantáneas de potencia mayores del 200% de su potencia máxima.

En el mercado podemos encontrar inversores de muchos tipos, siendo los más habituales de hasta 5 kW, hasta inversores de red trifásica que llegan a proporcionar desde 15 kW hasta 100 kW. Además, cabe mencionar los inversores cargadores, con potencias comprendidas entre 5-10 kW los cuales disponen de varios modos de funcionamiento, capaces de asociarse entre ellos para conseguir potencias más elevadas, para alinearse tres de ellos paralelamente proporcionando una red trifásica y con la función cargador capaz de activar una red externa como un grupo electrógeno para cargar los acumuladores cuando detecta que el nivel de estos es muy bajo.

Protecciones, cableado y control

Una vez realizada la conversión a 230 V de la tensión de salida, es necesario fijar una serie de mecanismos de protección capaces de proteger tanto a los usuarios destinados al uso, como a los elementos presentes de la instalación. Estos deben de ser principalmente los siguientes:

- Interruptores magneto térmicos.
- Interruptor diferencial.
- Interruptor automático de interconexión con relé de enclavamiento accionado por variación de tensión.
- Puesta a tierra independiente de las masas de la edificación.

La puesta a tierra, será muy importante puesto que trabajamos con corrientes continuas y estas no accionan los interruptores diferenciales, debiendo conexas todos los soportes metálicos de los módulos fotovoltaicos a una toma de tierra independiente de otra que irá asociada a la salida neutra de los inversores colocados.

Así pues, el cableado de la instalación deberá atenerse a las instrucciones generales fijadas por el Ministerio de Industria en el Reglamento de Baja Tensión, destacando los siguientes aspectos:

- Debe minimizarse lo máximo posible la longitud del cable a utilizar procurando que las distancias entre los paneles, el regulador, las baterías y los inversores sean reducidas al máximo.
- La sección de los cables utilizados deben elegirse de forma que la caída de tensión en estos se encuentre por debajo de determinados límites.

Por último mencionar que es recomendable colocar indicadores de carga de batería, indicadores de corriente de circuito, y opcionalmente algún contador de los kWh producidos.

Elementos de consumo

Respecto a los elementos de consumo, citar que es recomendable atender a la naturaleza y uso de cada uno de forma que la asociación de estos a un inversor sea lo más eficiente posible, de manera que se consiga distribuir la mínima potencia requerida por estos, entre la máxima potencia proporcionada por los inversores.

1.6.2- Inventario de componentes

Tras haber sido analizado cada subsistema de forma independiente, se puede hacer un recopilatorio de todos los componentes necesarios para el montaje completo de la instalación:

Captación	Regulación	Acumulación	Inversión	Protecciones
Módulos fotovoltaicos	Reguladores de carga	Baterías de vaso	Inversores de tensión	Picas puesta a tierra
Estructuras metálicas	Cableado hasta acumuladores	Soporte para baterías	Contador kWh producidos	Interruptores magneto térmicos
Cableado hasta reguladores	Tornillería y acoples	Display nivel de carga	Cableado hasta elementos	Interruptores diferenciales
Tornillería y acoples		Cableado hasta inversores	Tornillería y acoples	Cableado picas puesta a tierra
		Tornillería y acoples		Tornillería y acoples

Figura 29: Tabla recopilatorio de componentes de cada subsistema.

1.7- Diseño y cálculos

1.7.1- Módulos fotovoltaicos

Se va a proceder a calcular en primer lugar los módulos fotovoltaicos necesarios para la instalación, así como la asignación de un modelo comercial acorde a los cálculos realizados. Para comenzar dicho cálculo, en primer lugar se debe partir de las condiciones de radiación anteriormente obtenidas a través de la herramienta PVGIS. Estos datos, están expresados en Wh/m²/día por defecto, por lo que deberemos convertirlos a kWh/m²/mes dependiendo del número de días que disponga cada mes. Una vez realizada esta conversión, y conociendo los kWh de consumo de cada mes estimado, se puede calcular los coeficientes individuales de cada uno de estos:

Mes	Wh/m ² día	Días mes	kWh/m ² mes	kWh mes	Ah mes	Coficiente
Enero	3970	31	123,07	4374	96941,489	787,693
Febrero	4760	30	142,8	3669	81316,489	569,443
Marzo	5810	31	180,11	3831	84906,914	471,416
Abril	5840	30	175,2	4563	101130,311	577,227
Mayo	6220	31	192,82	3940	87322,695	452,871
Junio	6730	30	201,9	4218	93484,042	463,021
Julio	7010	31	217,31	5120	113475,177	522,181
Agosto	6670	31	206,77	5387	119392,735	577,418
Septiembre	5820	30	174,6	4336	96099,290	550,396
Octubre	5160	31	159,96	4067	90137,411	563,499
Noviembre	4090	30	122,7	3880	85992,907	700,838
Diciembre	3590	31	111,29	4439	98382,092	884,015

Figura 30: Tabla de cálculos de consumos y capacidades para diseño de módulos fotovoltaicos.

Cabe recalcar como hemos dicho anteriormente, que la radiación calculada en las coordenadas indicadas es para el ángulo óptimo de esta zona, 35 grados. Esta elección ha sido determinada bajo los criterios de que en primer lugar, el tamaño de la instalación es considerable como para seleccionar un sistema de doble inclinación para los meses de invierno y verano, ya que resultaría costoso a nivel de operario. Además, escoger una inclinación más pronunciada priorizando el consumo de los meses de invierno tampoco resultaría eficiente puesto que donde mayor consumo se da es en Julio y Agosto, y por último a nivel de capacidad de baterías el equilibrio entre los meses de verano e invierno prioriza pudiendo reducir los días de autonomía en verano. Por lo tanto se puede afirmar que el ángulo escogido para tales cálculos es apropiado.

Así pues, se procederá a calcular el número de placas necesarias teniendo en cuenta que el coeficiente más desfavorable se da para el mes de Diciembre con un valor de 884,015. Para ello, en primer lugar se debe escoger un modelo de módulo fotovoltaico comercial.

Los criterios de elección del módulo fotovoltaico serán principalmente la tensión de trabajo de la instalación, la intensidad máxima de pico que proporciona cada panel, el coste de este y las garantías de calidad a largo plazo que ofrece cada fabricante. El tamaño que ocupa cada panel (los wp/m^2) que ofrece, no se tendrá muy en cuenta en nuestra instalación ya que se supone que hay espacio suficiente para albergar una cantidad de módulos fotovoltaicos considerable. Así pues, teniendo en cuenta estas características y observando modelos de diversos fabricantes, se ha optado por escoger el módulo **SW 290** de 290 Wp del fabricante mundialmente reconocido **SolarWorld**:



Figura 31: Marca y modelo del panel fotovoltaico escogido.

Este panel, proporciona una intensidad máxima de pico de 9,33 A, tiene una tensión nominal de 24 V, unas dimensiones de 1675x1001 y está siendo utilizado en muchas instalaciones con unas valoraciones muy positivas en lo que respecta a su comportamiento y rendimiento a 25 años de vida.

Por lo que respecta al precio, será analizado posteriormente en el cálculo de presupuesto, y el resto de características pueden ser observadas en el correspondiente Datasheet adjunto en el apartado **ANEXOS**.

Así pues, para proceder con el cálculo una vez escogido un modelo comercial de módulo fotovoltaico y una vez calculado el coeficiente más desfavorable, utilizamos la expresión correspondiente:

$$N_{ps} = \frac{V_{instalación}}{V_{nomplaca}} = \frac{48}{24} = 2$$

En primer lugar se calcula el número de placas a colocar en serie, teniendo en cuenta que la tensión de instalación fijada es de 48 V (puesto que la potencia máxima instalada supera los 4000 W), y teniendo en cuenta la tensión nominal de la placa es de 24 V, el número calculada es de 2 placas.

A continuación se calcula el número de placas a colocar en paralelo:

$$N_{lp} = \frac{\text{Coeficiente más desfavorable} \cdot \text{Sobredimensionamiento}}{I_{picoplaca}} = \frac{884,015 \cdot 1,2}{9,33} = 113,69 \text{ líneas}$$

Tal cantidad de líneas en paralelo ha sido calculado para un sobredimensionamiento del 20 %, es decir, teniendo en cuenta las pérdidas producidas por:

- Caída de tensión en los cables
- Suciedad que se acumula en los paneles
- Temperatura de trabajo diferente de los 25º para el punto de máxima potencia definido por el fabricante
- Tolerancias de fabricación de los equipos
- Diferencias de funcionamiento entre unos paneles y otros
- Otros factores que producen pérdidas

Pero puesto que algunos consumos de la instalación pueden regularse de forma manual, y puesto que los trabajadores que tiene asignados se pueden encargar de la limpieza y mantenimiento de estos en ratos libres, se volverá a calcular para un sobredimensionamiento ligeramente inferior, del 18 %:

$$N_{lp} = \frac{\text{Coeficiente más desfavorable} \cdot \text{Sobredimensionamiento}}{I_{picoplaca}} = \frac{884,015 \cdot 1,18}{9,33} = 111,8 \text{ líneas}$$

Se aproxima al valor inmediato superior y se calcula el número total de módulos fotovoltaicos necesarios en la instalación:

$$N_{total} = N_{lp} \cdot N_{ps} = 112 \cdot 2 = 224 \text{ Placas}$$

Y se recalcula el sobredimensionamiento al realizar tal aproximación, quedando un valor final de 18,2 %.

1.7.2- Regulador

A continuación, se procede a calcular la cantidad y características de los reguladores necesarios en la instalación, así como a asignar un modelo comercial adecuado a tal cálculo.

Para ello, se debe calcular en primer lugar el valor máximo de corriente que puede llegar a producir todas las líneas de placas en paralelo. Este valor será la suma de la corriente de pico que produce cada placa con todas las demás líneas en paralelo que posee la instalación:

$$I_{\max} = N_{lp} \cdot I_p = 112 \cdot 9.33 = 1044.96A$$

Así pues, esta intensidad tan alta, no es posible ser repartida en un único regulador, ya que en el mercado podemos encontrar como máximo de en torno a 100 A, por lo que deberemos escoger un modelo comercial y en base a este calcular el número total necesario así como la disposición de estos.

Los criterios de elección del regulador comercial, serán pues la tensión de instalación de 48 V en nuestro caso y la corriente de carga, que puesto que en nuestro caso es tan elevada, convendrá que sea también lo más alta posible para tener que colocar menor número de reguladores e intentar reducir el coste total. En el mercado, con una tensión de instalación de 48 V solo encontramos reguladores normales de hasta 60 A, pero dentro de los de la alta gama con tecnología MPPT podemos encontrar de hasta 100 A. En nuestro caso, se ha escogido el modelo **BlueSolar MPPT 150/85** del reconocido fabricante **Victron Energy**, el cual aunque cuando calculemos el presupuesto se observará que tiene un coste superior al resto, nos dotará de un aporte extra de calidad a nuestra instalación al contar con la tecnología MPPT.

Este admite hasta una intensidad de 85 A, tiene unas dimensiones de 350x160x135 mm y el resto de características pueden ser observadas en su correspondiente "Datasheet" adjunto en el apartado **ANEXOS**.



Figura 32; Regulador Victron escogido.

Por lo tanto, teniendo en cuenta tal amperaje propio de este modelo concreto de regulador, el número en total a implementar sería el siguiente:

$$N_{pr} = \frac{\text{Intensidad del regulador}}{\text{Intensidad por placa}} = \frac{85}{9.33} = 9.11 = 9 \text{ líneas/regulador}$$

Teniendo en cuenta que el total de líneas en serie de placas es de 112, se deberá calcular el número de reguladores teniendo en cuenta que como máximo solo se pueden asociar 9 líneas de placas por cada uno de ellos:

$$N_{rr} = \frac{\text{Placas totales}}{\text{Placas por regulador}} = \frac{112}{9} = 12,4 \text{ reguladores}$$

El cálculo nos indica que se debería de colocar más de 13 reguladores quedando uno de estos con menos líneas de placas asociadas, pero puesto que este valor es muy inexacto, se ha tratado de colocar el mismo número de elementos conectados por cada regulador, obteniendo una configuración más exacta:

$$N_{rr} = \frac{\text{Placas totales}}{\text{Placas por regulador}} = \frac{112}{8} = 14 \text{ reguladores}$$

De esta, forma serán colocados un total de 14 reguladores con 8 líneas de placas por cada uno de estos, manteniéndose así la equitividad y fijando un margen de amperios de seguridad hasta los 85 máximos de cada regulador. En teoría, el máximo amperaje que puede recibir cada regulador será de 74,64 A.

Y además, comprobamos que se cumple que el total de amperios que puede procesar la instalación calculado previamente no se supera con tales reguladores:

$$I_{\max \text{ reguladores}} = I_{\max \text{ regulador}} \cdot N^{\circ} \text{ reguladores} = 85 \cdot 14 = 1190 < 1044,96 \text{ A}$$

Se puede observar que podría ser útil un modelo de regulador de 80 A. En el apartado económico se explicará la desestimación de este y la justificación del modelo de 85 A.

1.7.3- Baterías

Para el cálculo de las baterías, en primer lugar se debe conocer los Ah consumidos durante cada mes de la instalación teniendo en cuenta los consumos estimados, la tensión de instalación (fijada en 48V), y el rendimiento de los inversores (fijados en 0,94 como valor típico). Así pues, conociendo estos Ah/mes, se puede calcular los de cada día dividiendo por el número de estos de cada mes.

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Una vez realizado este cálculo sencillo, lo siguiente consiste en fijar un número de días de autonomía determinado para la instalación. Como se sabe, el coeficiente más desfavorable se daba en diciembre, por lo que inicialmente se debería de pensar en colocar un número de días de autonomía elevado, pero puesto que existen ciertos elementos que se pueden regular su consumo, y puesto que se dispone de un grupo electrógeno de diésel capaz de apoyar a la carga de baterías en caso de darse una situación desfavorable, el número de días será fijado en torno a los 6 días, teniendo en cuenta que para las baterías se va a utilizar la capacidad de descarga estándar de 0,7.

Así pues, una vez realizado el cálculo de los Ah necesarios en baterías para tal día de días de autonomía, se va a tratar de realizar el cálculo para una situación más exigente. Como se puede observar, el consumo en los meses de verano es especialmente elevado, distando 6000 Ah del mes de Diciembre, por lo tanto, se va a recalcular los Ah de estos meses para un día menos de autonomía, es decir, para 5 días. Y como se puede comprobar, aún con menor número de horas de descarga, la situación en el mes de Agosto, es más desfavorable que la del mes de Diciembre.

Mes	kWh/m ² mes	kWh mes	Ah mes	Ah día	Ah 6 días auto	Ah 5 días auto
Enero	123,07	4374	96941,489	3127,144	26804,098	-
Febrero	142,8	3669	81316,489	2710,549	23233,282	-
Marzo	180,11	3831	84906,914	2738,932	23476,566	-
Abril	175,2	4563	101130,311	3371,010	28894,376	-
Mayo	192,82	3940	87322,695	2816,861	24144,523	-
Junio	201,9	4218	93484,042	3116,134	26709,726	22258,11
Julio	217,31	5120	113475,177	3660,489	31375,625	26146,35
Agosto	206,77	5387	119392,735	3851,378	33011,814	27509,85
Septiembre	174,6	4336	96099,290	3203,309	27456,940	-
Octubre	159,96	4067	90137,411	2907,658	24922,786	-
Noviembre	122,7	3880	85992,907	2866,430	24569,402	-
Diciembre	111,29	4439	98382,092	3173,615	27202,421	-

Figura 33: Tabla correspondiente al cálculo de baterías de la instalación.

Por lo tanto, para el cálculo de las baterías necesarias, se deberá tener en cuenta estos 27510 Ah estimados, así como los 5 días de autonomía fijados que equivalen a 120 horas de descarga.

Se tratará de encontrar pues, un modelo comercial de batería que cumpla estas características, y tras realizar una búsqueda entre diferentes marcas y modelos, se ha optado por escoger uno del fabricante Technosun. Para instalaciones fotovoltaicas aisladas de red de tal dimensión, lo más apropiado es escoger elementos estacionarios (vasos) de 2 V de tensión y puesto que los totales necesarios son elevados, para intentar ahorrar en costes, tratar de escoger un modelo de batería de la mayor capacidad posible, siempre que se ajuste al total necesario.

Así pues, se ha escogido el elemento OPzs C120 transparente de plomo-ácido con una capacidad de 4620 Ah.



Figura 34: Modelo escogido del fabricante Technosun.

Se ha escogido esta capacidad entre las disponibles de este modelo, ya que además de ser la más elevada y la más económica, se ajusta muy bien al cálculo de las líneas en paralelo necesarias:

$$N_{lbp} = \frac{\text{Capacidad total necesaria}}{\text{Capacidad batería}} = \frac{27510}{4620} = 5.95 \approx 6 \text{ líneas de baterías}$$

Al dividir entre el total, el valor obtenido es muy próximo a 6, por lo que deberán ser colocar 6 líneas de baterías en paralelo de 4620 Ah para conseguir los 27510 Ah necesarios.

Además, también deberán ser colocados en serie un número determinado de vasos, puesto que la tensión en bornes de estos es de 2 V y la tensión de instalación total es de 48 V.

$$N_{vs} = \frac{\text{Tensión de instalación}}{\text{Tensión vaso}} = \frac{48 \text{ V}}{2 \text{ V}} = 24 \text{ vasos serie}$$

Por último, sabiendo las líneas a colocar en paralelo, y sabiendo los vasos a asociar en serie, se calculará el número total de baterías necesarias:

$$N_{totalbaterias} = N_{lbp} \cdot N_{vs} = 6 \cdot 24 = 144 \text{ baterías en total}$$

Este sería el total necesario de elementos estacionarios a colocar en la instalación. Por último comentar que se podría haber ahorrado ligeramente el coste en baterías si se hubiese escogido el modelo similar de este fabricante, pero en lugar de con carcasa transparente, con carcasa translúcida, ya que el coste de producción de este es menor, pero puesto que en el sitio web del fabricante no se especificaba si tal modelo está disponible para capacidades tan altas como los 4620 Ah escogidos, se ha optado por escoger el otro que si aparece con seguridad. Se puede observar la hoja de características del modelo escogido en **ANEXOS**.

1.7.4- Inversor

Respecto al inversor o inversores necesarios, dependerán básicamente de la potencia total instalada a pleno funcionamiento de la instalación. Esta puede ser calculada simplemente sumando la potencia máxima de funcionamiento que se puede dar de todos los componentes presentes.

Puesto que en el mercado solo podemos encontrar inversores de onda de hasta 10 kW de potencia para red monofásica, se deberá dividir esta potencia máxima total en un número determinado de inversores de forma que todos ellos se aprovechen el máximo y no se supere la potencia necesaria para abastecer todos los elementos a la vez que se hallen conectados.

Para ello, se deberá decidir cómo agrupar tales elementos conforme las potencias escogidas de los inversores, y tras realizar un análisis de todas las formas posibles de ordenamiento, se ha optado por la siguiente configuración:

Estación	Pot max (W)	Potencia y nº de inversores
Luz lavabo v	12	14975,1 W repartidos en 2 inversores de 8 kW. Se le sumarán los 1092 W detalladas a continuación. En total 16067,1 W.
Luz lavabo m	12	
Secador manos v	2500	
Secador manos m	2500	
Iluminación 1	648	
Iluminación 2	180	
Máquina tabaco	140	
Frigorífico 1	700	
Frigorífico 2	240	
Frigorífico 3	400	
Frigorífico 4	715	
Frigorífico 5	550	
Tv	20	
Ordenador	270	
Cafetera	1250	
Microondas	1000	
Mini horno	1700	
Lámpara insectos	25	
Aire acondicionado 1	1000	
Aire acondicionado 2	1090	
Cámara vigilancia	23,1	

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Zona interior		
Iluminación	162	1092 W conectados a los dos inversores de 8 kW del resto de elementos de la estación
Cámara frigorífica	930	
Horno 1	5300	10,6 kW, serán utilizados dos inversores de 5 W que se alternarán con el uso del túnel
Horno 2	5300	
Zona de repostaje		
Iluminación	3600	7350 kW, conectados a un inversor de 8 kW
Surtidor 1	750	
Surtidor 2	750	
Surtidor 3	750	
Surtidor 4	750	
Surtidor 5	750	
Zona de lavado		
Compresor	2200	8050 kW conectados a un inversor de 8 kW
Hidrolavadora	4400	
Aspirador	1450	
Túnel de lavado	14000	3 inversores de 5 kW conectados de forma que trabajan en modo trifásico
Total instalación W		56067,1

Figura 35: Tabla de agrupación de inversores según potencias.

Por lo tanto, se tendría que tener en cuenta que dos inversores de 5 kW utilizados para alimentar el túnel de lavado, tendrían un mecanismo de fácil conexión y desconexión para ser utilizados durante las primeras horas de apertura (en las cuales el uso del túnel de lavado es prácticamente nulo), en la alimentación de los dos hornos de pan. Estos únicamente se usan durante un breve tiempo y a una potencia que dista de la máxima, por la que se podría asumir que existe esta compartición de dos inversores para ahorrar en costes.

Así pues, el total de inversores a utilizar debe ser de 3 inversores de 5 kW de potencia y de 4 inversores de 8 kW de potencia.

Dentro de la gama comercial, solo encontramos inversores de 8 kW de tecnología inversor-cargador y de muy pocas marcas, siendo la más reconocida y de mayor prestigio de las presentes el fabricante Victron-Energy. Así pues, se escogerán también los 3 inversores de 5 kW de esta marca, pero simples, sin cargador para ahorrar en coste, de este fabricante, y que permiten acoplamiento para un uso de red trifásico.



Figura 36: Modelo escogido de inversor del fabricante Victron.

Esta tecnología de inversor-cargador, además permite utilizar un grupo electrógeno como hemos mencionado anteriormente, para que en caso de darse unas condiciones climatológicas muy adversas y superar los días de autonomía previstos para el cálculo de las baterías, poder cargar estas nuevamente mediante la quema de combustible. Esta tecnología incrementa el precio pero esto se ve equilibrado mediante el uso compartido de los inversores sencillos para el túnel y los hornos, además de dotar al sistema de una calidad y una seguridad elevada.

Por último mencionar que lo único a tener en cuenta es que estos inversores deben ser de 48 V de tensión nominal al igual que la instalación y que el resto de especificaciones técnicas de ambos modelos son detalladas en las hojas de características adjuntas en **ANEXOS**.

1.7.5- Cableado

El cableado de la instalación que se utilice en cada una de las partes de la instalación solar tiene una gran importancia, ya que de ello depende que el funcionamiento global del sistema sea bueno y sin problemas.

En nuestro caso, el cálculo del cableado se complica, puesto que las placas solares se encuentran muy alejadas de los elementos de consumo, y para realizar un cálculo más real se va a suponer que los elementos de la instalación fotovoltaica se encuentran instalados en un cuarto justo debajo de los paneles solares.

Esto es debido a que para que una longitud de cable muy elevada como nuestro caso, se necesita una sección enorme para contrarrestar la caída de tensión máxima.

CABLEADO EN CORRIENTE CONTINUA

En primer lugar, se debe de calcular el cable necesario para asociar los paneles en paralelo en líneas de 8 y conectar estos hasta los reguladores.

Se puede calcular la sección mínima que deben de tener los conductores en corriente continua, mediante la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta U \cdot K}$$

S = sección del cable deseada

L = longitud en metros estimada hasta el regulador, aproximadamente 18 m

I = Intensidad máxima que circula por tal conductor, en el caso de 8 placas asociadas en paralelo, **74,64 A**

AU = Caída máxima de tensión permitida en el tramo, expresada en voltios. En nuestro caso cuya tensión de instalación es de 48 V, se debe fijar un 1,5 % como máxima caída de tensión permitida tal y como indica el pliego de condiciones técnicas del IDEA, por lo que tal tensión se corresponderá con un valor de **0,72 V**.

K = Conductividad del cable, en el caso del cobre tal valor es de **56**

$$S = \frac{2 \cdot 18 \cdot 74,64}{0,72 \cdot 56} = 66,64 \text{ mm}^2$$

Observando en la tabla de valores normalizados, es seleccionada la sección inmediatamente superior, que se corresponde con **70 mm²**.

Así pues, se observa que se cumple el criterio de la máxima intensidad admisible, variando ésta según el tipo de aislamiento del cable desde 149 hasta 269 A, por lo que no habrá ningún problema frente a los 74,64 A máximos que pueden circular.

Así pues, el cable que une ambos paneles en paralelo será más que suficiente con la sección de **1,5 mm²**, debido a la proximidad.

Por otro lado, se deberá tener en cuenta el cableado que une los reguladores con las baterías así como con los inversores.

Para este tramo se recomienda que la distancia de cable entre la batería y el inversor no supere los 1,5 metros y que se utilice siempre un grosor de cable de 25 o **35 mm²** de sección.

Además, para las baterías se deberán conectar entre ellos lo más juntas posibles y utilizar cable eléctrico de **50 mm²**. Aunque pueda parecer exagerado, es necesario y vital para que las baterías puedan proporcionar la energía que se les pida en cualquier momento.

CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA

Una vez diseñado el cableado hasta los inversores, es necesario calcular la sección del cable que une los inversores con los elementos de consumo conectados a estos, pasando por el cuadro general de protecciones.

Hay que tener en cuenta que este cable en nuestro caso será bastante largo, puesto que los inversores están situados en un habitáculo con el resto de elementos cerca de las placas y se debe de transferir los 230 V de tensión hasta la estación de servicio.

Por lo que teniendo en cuenta esta distancia, aplicaremos la fórmula teniendo en cuenta que las intensidades, dependerán de las potencias de los dos inversores.

Para el modelo de 8000 W:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{8000}{230 \cdot 0,97} = 35,86 \text{ A}$$

Para el modelo de 5000 W:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\alpha} = \frac{5000}{230 \cdot 0,97} = 22,42 \text{ A}$$

Por lo que el cálculo de ambas secciones, teniendo en cuenta una caída del 3 % y las longitudes correspondientes hasta los elementos que van destinados:

Para el modelo de 8000 W:

$$S = \frac{2 \cdot 50 \cdot 35,86}{6,9 \cdot 56} = 9,28 \text{ mm}^2$$

Se tomará la sección normalizada inmediatamente superior, la cual es de **10 mm²**.

Para el modelo de 5000 W:

$$S = \frac{2 \cdot 35 \cdot 22,42}{6,9 \cdot 56} = 4,06 \text{ mm}^2$$

Se tomará la sección normalizada inmediatamente superior, la cual es de **6 mm²**.

1.7.6- Protecciones

Será necesario colocar ciertas protecciones que aseguren la integridad física tanto de los componentes, como de los posibles contactos por parte de los operarios con el sistema. Estas protecciones se podrán distinguir en dos grupos:

PROTECCIONES EN CC:

Los elementos los cuales trabajan con corriente continua a una tensión de 48 V, serán protegidos frente a sobre intensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos mediante el uso de fusibles. Estos fusibles escogidos serán de cuchilla, tecnología NH gPV, diseñados especialmente para instalaciones fotovoltaica y del fabricante más reconocido DF Electric.

Se colocarán estos fusibles tanto en las líneas que unen los paneles solares a los reguladores, como en las que unen las baterías/reguladores a la entrada de los inversores.

El cálculo de estos será realizado con la siguiente expresión:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \times I_{adm}$$

I_b = Intensidad de corriente que recorre la línea

I_n = Intensidad nominal del fusible asignado a la línea

I_{adm} = Máxima intensidad del cable conductor de la línea

Para los fusibles de las líneas de los paneles:

$$74,64 \leq I_n \leq 134 \text{ (} 0,9 \times 149 \text{)}$$

Para los fusibles de la entrada a los inversores:

$$35,86 \leq I_n \leq 105,3 \text{ (} 0,9 \times 117 \text{)}$$

Por lo tanto, observando el catálogo, se ha optado por escoger el modelo concreto de **80 A de** corriente nominal, ya que en ambos casos está comprendido entre los intervalos calculados y además protege a los reguladores frente a los 85 A máximos que admiten:

	I_n (A)	REFERENCIA	U (V AC)	PODER DE CORTE (kA)	EMBALAJE
NH000	20	371025	690	100	3
	25	371030	690	100	3
	32	371035	690	100	3
	40	371045	690	100	3
	50	371050	690	100	3
	63	371055	690	100	3
	80	371060	690	100	3
	100	371065	690	100	3

TENSION ASEÑADA 440 V DC (U₀/I₀=10ms) PODER DE CORTE ASIGNADO 30 kA (I₀=400V DC)

Figura 37: Extracto del catálogo del fabricante de fusibles para uso fotovoltaico.

Además, para la protección de los módulos fotovoltaicos, según el reglamento se debe colocar una puesta a tierra que conecte todos los soportes entre sí.

El cable de protección que une todos estos elementos, por normal general debe ser de la siguiente sección:

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

Figura 38: Extracto del IDAE que regula el diseño de conductores de protección.

Puesto que en nuestro caso, la sección del conductor elegido es de 70 mm^2 , la sección de puesta a tierra que una todas las placas deberá ser de **35 mm^2** . Una vez unidos todos los soportes de los módulos en paralelo, estos descenderán hasta la pica enterrada en el suelo por un cable de **75 mm^2** de sección.

Así pues, la pica de cobre escogida, tendrá una longitud de **2 m** , puesto que se supondrá que el suelo en el cual va colocada, tiene una resistividad 500 Ohm/m .

PROTECCIONES EN CA:

Al igual que en una instalación con red eléctrica de una vivienda, será necesario colocar las protecciones pertinentes en la red de 230 V de la salida de los inversores. Estos, ya tienen una serie de protecciones las cuales protegen su mecanismo en caso de sobrecarga o cortocircuito, pero será necesario colocar otras que garanticen la seguridad de los usuarios, y más siendo una instalación de uso público.

Se colocará un interruptor diferencial de calibre **40 A** y **30 mA** de sensibilidad para el caso de los inversores de 8000 W .

Así pues, se colocará a continuación un interruptor magneto térmico también de **40 A** de calibre para estos.

Para el caso de los inversores de 5000 W no se colocarán protecciones en su salida, puesto que estarán trabajando en modo trifásico para alimentar el túnel de lavado y se tratará de evitar problemas de funcionamiento en este modo.

Por último comentar que se aprovechará la instalación de puesta a tierra original de la instalación, para unir todas las tomas de protección de los inversores con cable de sección **10 mm^2** a esta.

1.7.7- Estructura y soportes

La estación de servicio escogida, está situada dentro del núcleo urbano de un pueblo, por lo que como es de imaginar, no se tendrá una explanada disponible cerca de esta donde ubicar los paneles con facilidad, así pues los módulos fotovoltaicos se encontrarán instalados en la azotea de un edificio.



Figura 39: Vista aérea de situación de la estación y el pabellón cercano.

Como se puede observar, justo colindante en la parte de detrás de la estación de servicio, se encuentra el pabellón municipal del municipio, el cual tiene una altura más que suficiente para evitar cualquier sombra de edificio cercano, y tiene una terraza amplia y disponible para colocación de paneles solares, además de estar orientado en dirección sur por una de sus fachadas. Así pues, el ayuntamiento municipal estaría dispuesto a ceder tal azotea para la colocación de las placas, así como un cuarto para la ubicación de los elementos necesarios como muestra de fomento hacia las energías renovables.

Por lo tanto, el cálculo y diseño de los soportes necesarios, se hará en función a esta terraza con su ángulo correspondiente de inclinación y al número de placas a instalar. Las medidas según escala del mapa desde arriba del pabellón, son 60 metros de longitud frente a 34 de ancho, quedando 17 a cada parte de inclinación de este. La inclinación de cada parte del tejado es del 10 %, y la inclinación de una fachada de este es casi exactamente hacia el sur como se puede observar en la brújula de la imagen, por lo que se podrá aprovechar una de las inclinaciones del tejado con su desnivel.

Así pues, se procede a calcular la cantidad de placas que pueden ser situadas a lo largo de la azotea, tomando como configuración la colocación de la placa tumbada en horizontal:

$$\text{N}^\circ \text{ placas en fila} = \frac{\text{Longitud total azotea}}{\text{Longitud máxima panel}} = \frac{60 \text{ m}}{1,675 \text{ m}} = 35.82 \text{ placas}$$

Es decir, a lo largo del pabellón podrían ser colocadas 35 placas. Dejaremos un margen entre los extremos de la distancia perteneciente a 3 placas, es decir, 3,2 m a cada parte, colocando así 32 placas “enfiladas”.

Ahora, sabiendo el total de placas, se deberá conocer cuántas de estas filas serán necesarias colocar para instalar todas:

$$\text{N}^\circ \text{ filas de placas} = \frac{\text{Total placas}}{\text{N}^\circ \text{ placas por fila}} = \frac{224}{32} = 7 \text{ filas}$$

Es decir, 7 filas completas de 32 placas. Además, hay que destacar que este número de placas por fila facilita la distribución de las placas en paralelo por cada regulador, puesto que en cada uno de estos deben ser conectadas 8 placas en paralelo y 32 es múltiplo de este. Teniendo en cuenta que hay que asociarlas en serie de 2 en 2, la distribución queda muy apropiada puesto que por cada fila pertenecerán 2 reguladores hasta los 14 totales.

Por último, sólo quedará conocer el diseño de los soportes necesarios para estas 7 filas de placas teniendo en cuenta que van a ser dependientes y van a estar separadas a cierta distancia.

Teniendo en cuenta la inclinación del tejado, se puede calcular la superficie hábil para distribuir estas 7 filas:

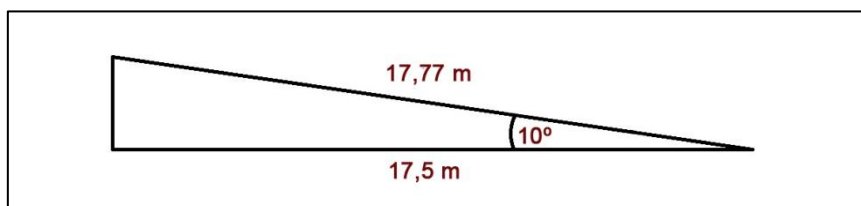


Figura 40: Medidas de la vertiente de la azotea para la instalación.

De estos 17,77 m se considerará un margen desde el punto más alto de 1,77 m y un margen desde el punto más bajo de 1 m, quedando así a dividir 15 m entre 7 filas. La distancia a priori calculada será de **2,5 m** entre ellas, la cual parece más que suficiente, pero deberá ser comprobada calculando la distancia mínima según la inclinación y tamaño de las placas:

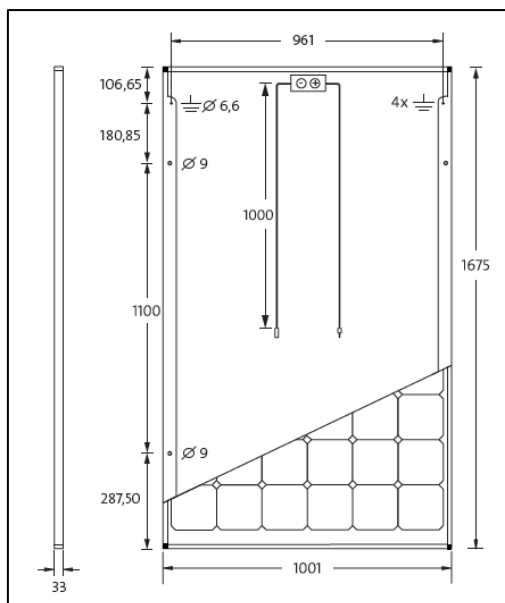


Figura 41: Extracto de las medidas del módulo fotovoltaico.

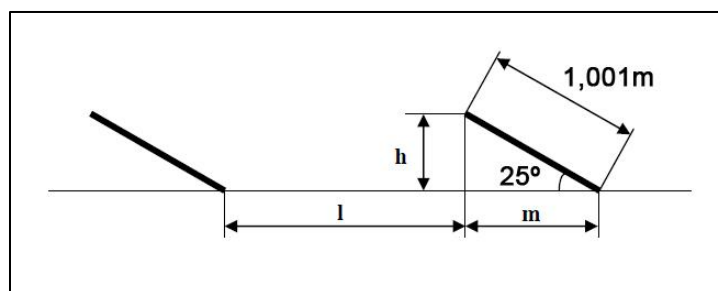


Figura 42: Esquema para cálculo de distancias entre módulos.

El ángulo que se tomará en cuenta es 25°, puesto que el óptimo que se debe conseguir es 35°, pero se debe contar con los 10° de inclinación de la parte del tejado.

Por tanto los cálculos:

$$h = 1,001 \text{ m} \times \sin 25^\circ = 0,424 \text{ m}$$

$$m = 1,001 \text{ m} \times \cos 25^\circ = 0,907 \text{ m}$$

$$l = 0,424 \text{ m} \times 2,475 = 1,05 \text{ m}$$

El valor de la k utilizado para el cálculo de la distancia depende de la latitud, en nuestro caso la latitud es de 38,99 y se corresponde con un valor de 2,475.

Por lo tanto, como mínimo entre filas, se debe considerar una distancia de $m+l$, es decir, de 1,957 m, redondeando desfavorablemente a **2 m**. Esta distancia es 0,5 metros menor a los 2,5 m que se ha optado por dejar, por lo que además de ser apropiada, se dispone de un margen de seguridad y que facilitará a la limpieza de los mismos.

El diseño de los soportes será realizado en aluminio y bajo diseño indicado en plano, con una inclinación de 25° y de manera que abarque las distancias m y h apropiadamente.

2- CONDICIONES DE INSTALACIÓN

2.1- Módulos fotovoltaicos

- Los módulos fotovoltaicos deberán ir fijados mediante tornillería a los soportes metálicos.
- El conexionado en serie se realizará mediante cable de 1,5 mm² de sección y con conectores hembra/macho fijados con la herramienta de ensamblaje pertinente.
- El conexionado en serie se realizará mediante cable de 70 mm² de sección y con conectores hembra/macho fijados con la herramienta de ensamblaje pertinente.
- Se deberá respetar fielmente las distancias calculadas, así como la orientación e inclinación de los módulos.
- Se comprobará su correcto funcionamiento con multímetro una vez colocada cada unidad midiendo tensión e intensidad en bornes de estas.
- Se deberá realizar una limpieza con agua y producto destinado para tal fin cada 6 meses de todos los paneles así como una rápida inspección visual del conexionado y cableado.



Figura 43: Detalle fijación a realizar.

2.2- Inversor

- Los inversores deberán ser colocados a una distancia pertinente de la bancada de acumuladores, de manera que los vapores producidos por estas no puedan interferir en su funcionamiento o dañar sus componentes.
- Se conectarán los cables pertinentes en las clavijas de estos, fijados firmemente y con conectores destinados a tal fin.
- Una vez instalados, se procederá a comprobar que la tensión de salida se corresponde con la tensión de red necesaria, y que el rendimiento es el especificado por el fabricante mediante el multímetro.

2.3- Regulador

- Los reguladores, también deberán ser colocados a una distancia pertinente de la bancada de acumuladores, de manera que tampoco puedan sufrir daños por los vapores.
- Se conectarán los cables pertinentes en las clavijas de estos, fijados firmemente y con conectores destinados a tal fin.
- Se comprobará que la intensidad de entrada y de salida de estos es la correspondiente, así como que la tensión no supera el voltaje establecido.

2.4- Baterías

- Las baterías serán colocadas en una bancada, sobre soporte metálico especificado para tal uso.
- Se deberá asegurar que la ubicación de estas será un entorno ventilado, libre de temperaturas extremas y con acceso restringido.
- La conexión será realizada con cable de 50mm² y utilizando conectores especiales para bornes de batería OPzS.
- Se comprobará la tensión en bornes de cada uno de los vasos instalados comprobando que se establecen los máximos y mínimos establecidos por el fabricante en torno a 2 V.
- Una vez instalados, se observará cada 3 meses que no se produce ningún precipitado así como que no se liberan vapores de ácido en exceso de ningún vaso.

2.5- Cableado

- El cableado en corriente continua deberá ir protegido por las mangueras correspondientes o canaletas, dependiendo del tramo exterior que recorra.
- Se deberá de fijar el cableado interior entre los diversos elementos de forma ordenada y tratando de evitar tramos de cable colgante.
- Se aprovecharán las canalizaciones ya existentes en la medida de lo posible hasta el CGP así como las canalizaciones hasta los elementos a partir de este.

2.6- Protecciones

- Para el caso de los fusibles, serán colocados mediante la intersección de porta fusibles del calibre adecuado en el cableado pertinente, de manera que se pueda acceder fácilmente en caso de fallo de estos.
- Se fijará en un cuadro general de protección toda la serie de interruptores destinados a tal uso, de forma que se pueda acceder fácilmente al rearme de estos.
- Se comprobará anualmente el correcto funcionamiento de los interruptores magneto térmicos y diferenciales, activando estos manualmente.



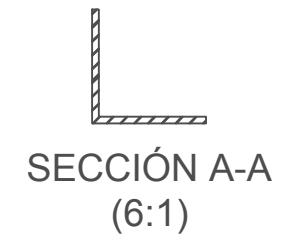
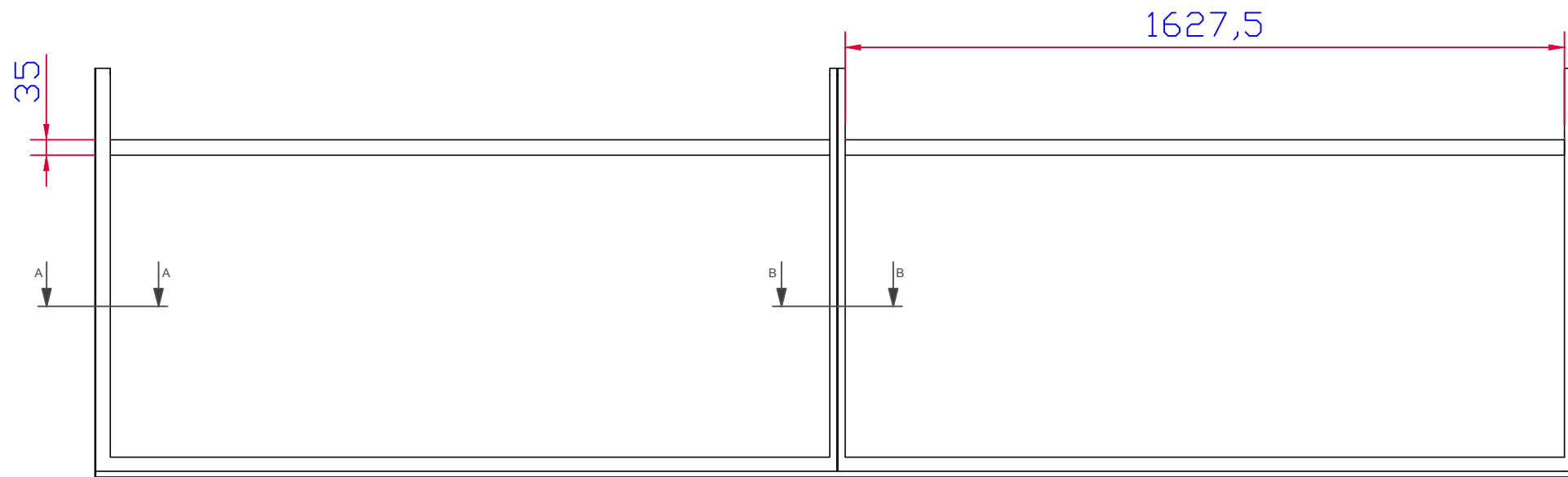
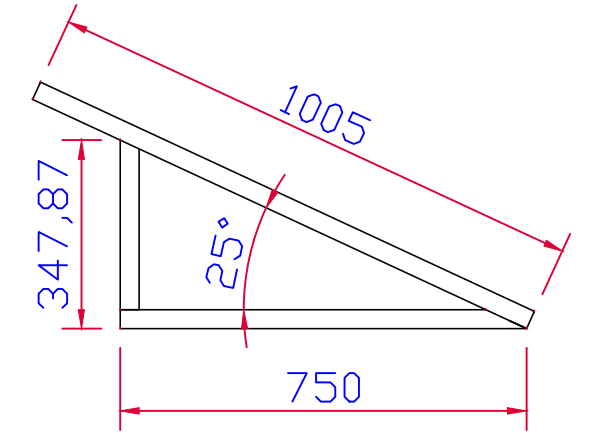
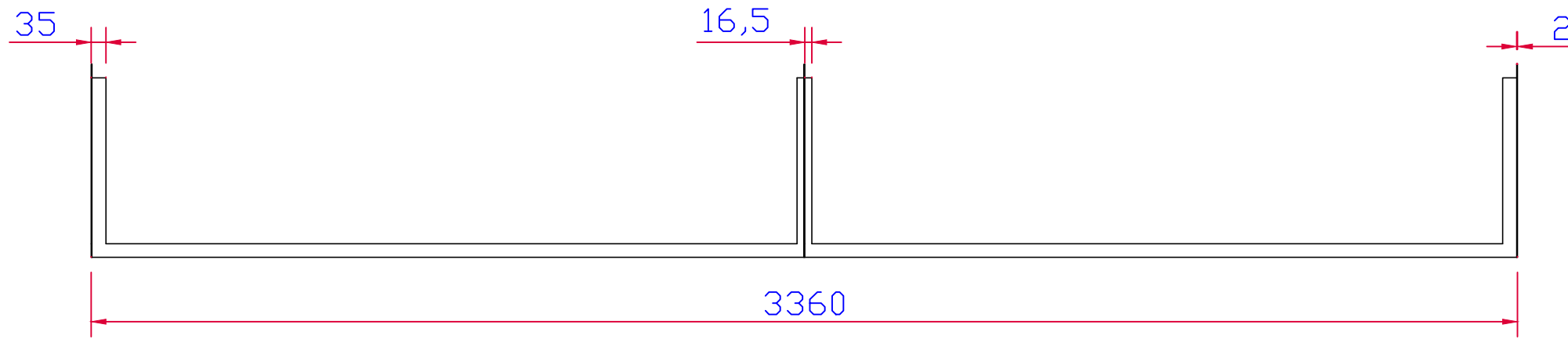
Figura 44: Porta fusibles necesarios para la colocación.

2.7- Soporte

- Los soportes, serán fijados sobre la azotea del edificio manteniendo el paralelismo entre líneas y asegurando una resistencia frente a viento y nieve de la zona.
- Para la fijación de estos, se utilizarán tornillos de la métrica apropiada, destinados para fijación en chapa metálica respetando fielmente la estanqueidad de la azotea con el aislante necesario.

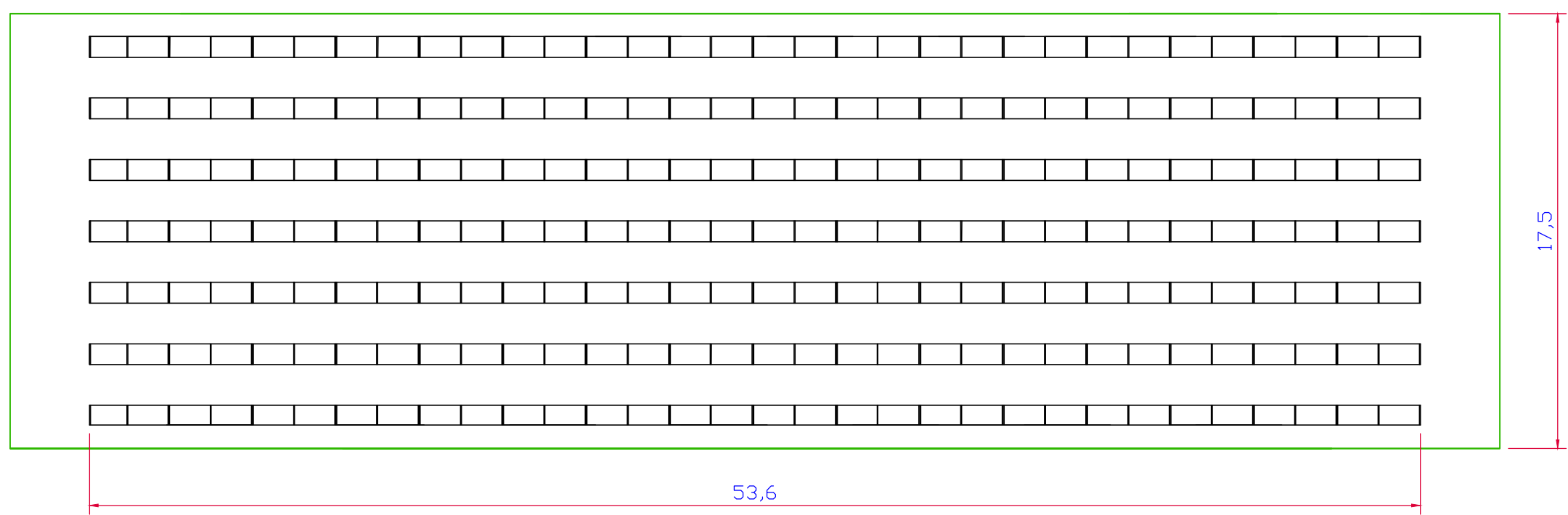
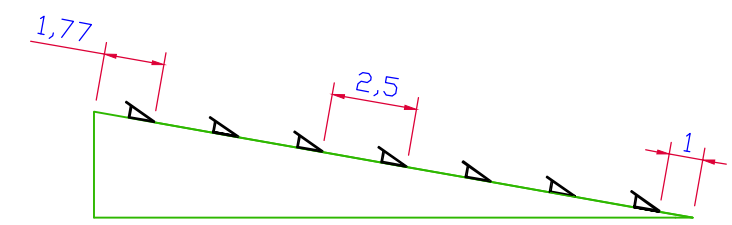
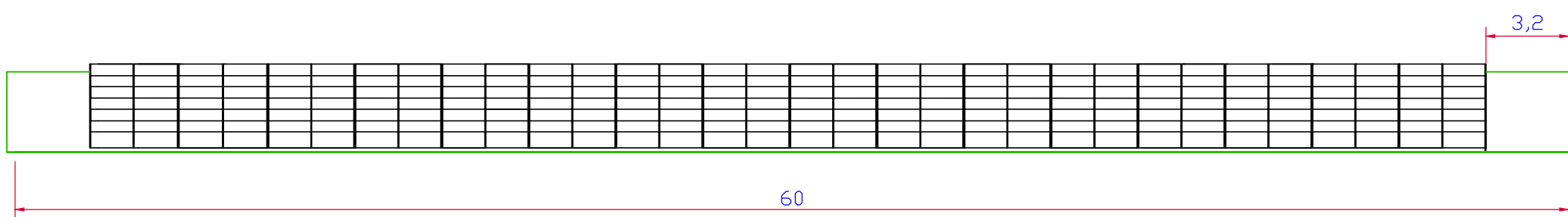
3- PLANOS

3.1- Plano de soporte de placas



<i>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO</i>		Soporte de módulos	
Autor:		Nº de plano:	1
Jose Piqueras Marín		Escala	1:100
		Fecha	9/05/2016

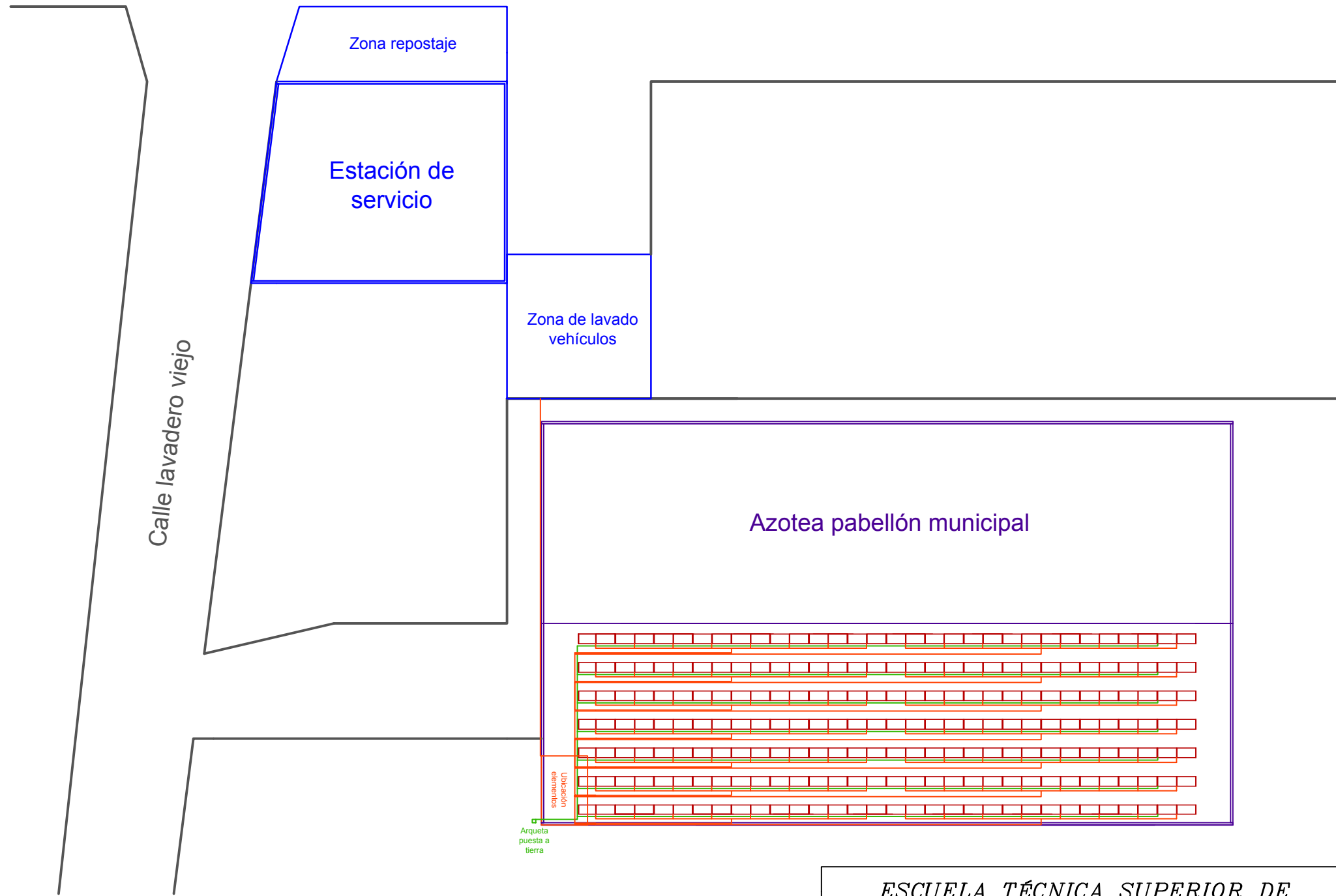
3.2- Plano de situación de placas en azotea



<i>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO</i>		Situación de módulos	
Autor:		Nº de plano:	2
Jose Piqueras Marín		Unidades	m
		Fecha	9/05/2016

3.3- Plano general de conjunto

CV-590



*ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIERÍA DEL DISEÑO*

Plano aéreo de situación

Autor:

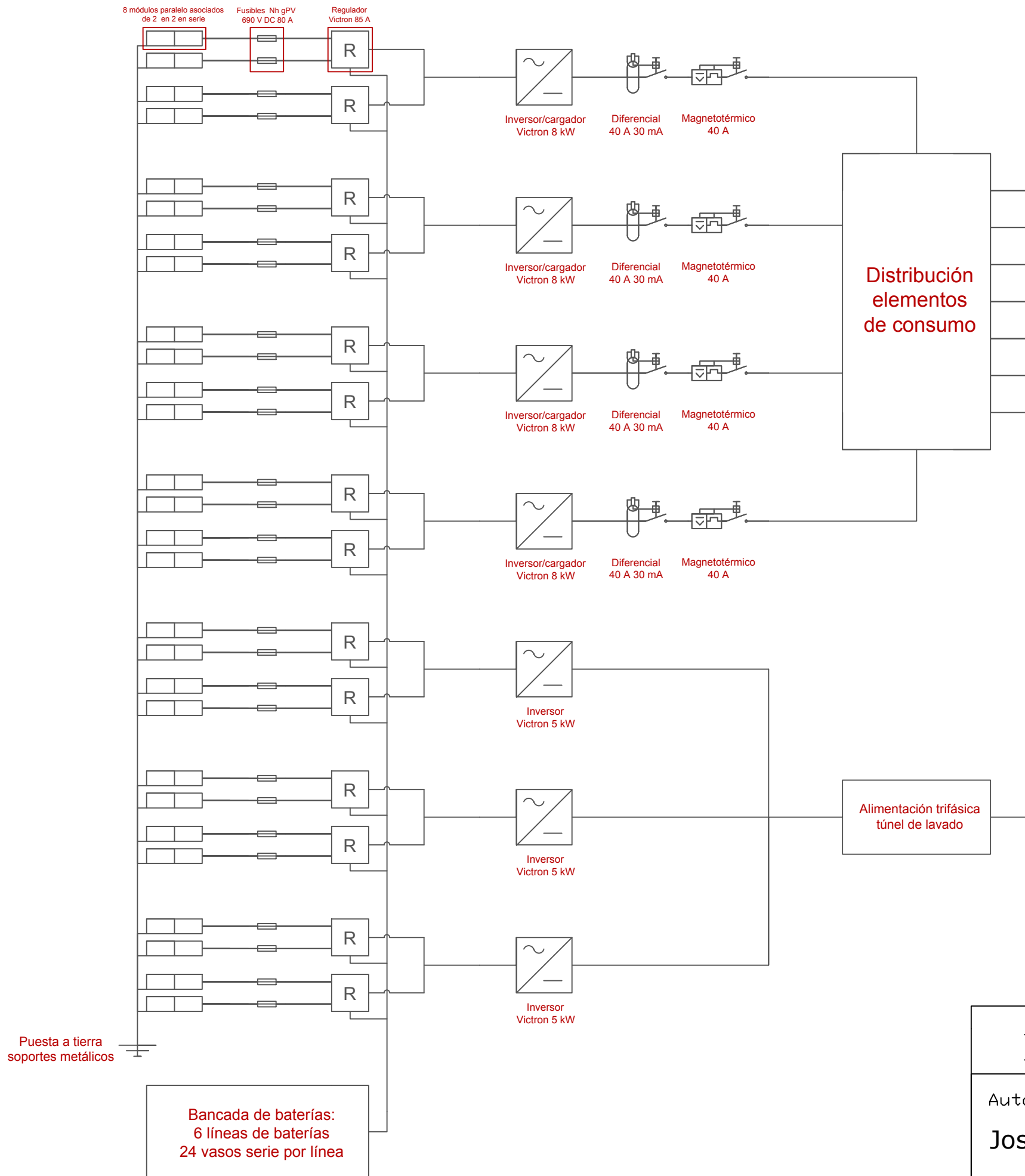
Nº de plano: 3

Jose Piqueras Marín

Escala 1/200

Fecha 9/05/2016

3.4- Esquema general de conjunto



<i>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO</i>		Esquema unifilar elementos
Autor:	Jose Piqueras Marín	Nº de plano: 4
		Escala N/A
		Fecha 9/05/2016

4- ESTUDIO ECONÓMICO

4.1- Estudio de precios

A continuación se va a proceder a realizar un estudio económico de los precios reales de los componentes, puesto que los indicados en los sitios web, distan mucho de los precios finales de venta a un público especialista y dedicado al sector de la energía, así como de una compra para un volumen de elementos importante. En muchos casos, se puede conseguir hasta un descuento del 35 % respecto al precio indicado inicial. Para asegurarse de este hecho, se ha procedido a solicitar por correo un presupuesto personalizado de los componentes y cantidades que se necesitan en nuestro diseño de la instalación para dos fabricantes diferentes. Se ha podido comprobar este hecho en la respuesta de los proveedores tal y como se puede observar en los correos adjuntados en el apartado **ANEXOS**.

A continuación se va a proceder a justificar brevemente la elección de cada componente:

MÓDULO FOTOVOLTAICO

En primer lugar, se va a mostrar el precio obtenido del módulo escogido, el modelo Monocrystalino de 290 W del fabricante SolarWorld. Este fabricante de procedencia alemana, no distribuye en gran cantidad a España, por lo que no es fácil encontrar un distribuidor-proveedor que disponga el modelo solicitado y en stock. Tras solicitar información a varios distribuidores, SFE-SOLAR nos adjuntó en un correo un listado de precios de sus componentes según unidades de compra. El coste €/Wp perteneciente a nuestro modelo, se fija en 0,68 IVA incluido, puesto que las placas necesarias son 224 y para un envío de 6-8 palets con 30 paneles por palet (180-240) se corresponde tal importe, estando incluido el transporte. Por lo tanto, siendo conocida la potencia de cada unidad se puede calcular el coste de esta, siendo de **197,2 €**.

Sin tal descuento, el precio inicial de cada módulo vía online se establecía en torno a **266,2 €**.

S/P001006	Sunmodule Plus SW 280 Mono	280W	0,69	0,68	0,67	Consultar
S/P001007	Sunmodule Plus SW 285 Mono	285W	0,695	0,685	0,675	Consultar
S/P001008	Sunmodule Plus SW 290 Mono	290W	0,70	0,69	0,68	Consultar

Figura 45: Extracto del correo recibido del proveedor de módulos SunWorld.

Pero teniendo en cuenta la situación actual del mercado, se va a proceder a continuación a calcular el importe real que se está llegando a vender, con descuentos muchos mayores hasta llegar a encontrar costes de **0,5 €/Wp** en algunos fabricantes.

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Fabricante	Tecnología	Potencia (W)	Corriente máxima (A)	Precio (€)	€/Wp
AMERISOLAR	Policristalino	250	8,26	255	0,56
SUNLINK PV	Monocristalino	230	7,69	390	0,93
REC SOLAR	Policristalino	240	8,04	380	0,87
LDK	Policristalino	230	7,68	348	0,83
LG	Monocristalino	250	8,37	329	0,72
SHINEW	Monocristalino	190	5,2	295	0,85
SHARP	Policristalino	250	8,1	285	0,63
HANWHA	Policristalino	240	7,95	275	0,63
JINKO	Policristalino	250	8,23	246	0,54
ECOSOLAR	Policristalino	260	8,34	245	0,52
TRINASOLAR	Policristalino	230	7,9	179	0,43
PANASONIC	Monocristalino	240	5,51	374	0,86
BOSCH	Policristalino	240	8,11	263	0,6
ATERSA	Policristalino	295	8,14	313	0,58
SOLARWORLD	Monocristalino	290	9,33	282	0,53

Figura 46: Tabla comparativa de coste €/Wp para diversos fabricantes de módulos.

Como se puede observar, se pueden encontrar modelos de otros fabricantes con costes de €/Wp inferiores que el escogido, pero suelen ser de tecnología policristalina y el modelo escogido es monocristalino, lo que produce un mejor rendimiento, además de poseer una corriente nominal mucho más elevada, consiguiendo así colocar menos líneas de placas en paralelo. Además, tal fabricante está más que probado, posee unas valoraciones muy positivas en el mercado de usuarios que lo han colocado en sus instalaciones, y su vida útil y comportamiento a largo plazo es excepcional.

REGULADOR

Para la justificación del regulador, lo principal en la elección a tener en cuenta es la intensidad nominal de éste. Cuanto mayor sea esta, menor número de reguladores serán necesarios para repartir la intensidad total, y aunque estos sean de mayor coste, proporcionalmente serán más económicos y por consiguiente también lo resultará la instalación.

Se puede comprobar con este ejemplo en la tabla de precios del fabricante Technosun:

CHA067	45A	Regulador Maximizador Blue Solar 45A 12/24/48V-MPPT 150/45-Tr - VICTRON	450,61€
CHA068	45A	Regulador Maximizador Blue Solar 45A 12/24/48V-MPPT 150/45-MC4 - VICTRON	450,61€
CHA031	50A	Regulador Maximizador de 50A y 12v/24v con MPPT 75/50 de VICTRON	270,36€
CHA020	80A	Regulador Maximizador de 80A y 12v/24v/48v/60v, modelo FM80 de OUTBACK	824,70€
CHA024	80A	Regulador Maximizador de 80A 24v/48v, modelo XW-MPPT 80 600V de SCHNEIDER	1.065,85€
CHA036	85A	Regulador Maximizador de 85A y 12v/24v/48v con MPPT 150/85 de VICTRON	801,08€

Figura 47: Extracto del catálogo de Technosun

Si escogemos dos modelos del fabricante Victron Energy, uno de 45 A y otro de 85 A (el cual es de los de mayor amperaje que podemos encontrar en el mercado), podemos encontrar que estos tienen un precio de 450,61 € y 801 € respectivamente.

Supongamos, que debemos repartir un amperaje en placas de 765 A entre varios reguladores:

- Al dividir entre el modelo de 45 A, se necesitarían **17** unidades, con un coste total de **7660,37 €**
- Al dividir entre el modelo de 85 A se necesitarían **9** unidades, con un coste total de **7209,72 €**.

Es decir, al elegir el modelo de mayor intensidad, en este ejemplo se conseguiría reducir el coste en **450,65 €**.

Por lo tanto, se justifica así la elección del modelo de 85 A, además de que en nuestro caso el cálculo encaja perfectamente con este modelo al ser repartidas equitativamente en **14** reguladores todas las placas en 8 líneas de por unidad.

Y respecto al modelo elegido, además de tener en cuenta el fabricante Victron Energy el cual tiene un alto reconocimiento por su calidad en regulación e inversión, cabe destacar que este cuenta con la tecnología MPPT descrita anteriormente, la cual dota a nuestro sistema de un plus de calidad y “contrarresta” el ajustado sobredimensionamiento aplicado a los módulos fotovoltaicos.

Un modelo de 80 A también podría haber sido escogido, puesto que la intensidad máxima que puede circular es de 74,64 A, pero como se puede observar, los modelos de 80 A de otros fabricantes presentes en el catálogo tienen un coste superior al de 85 A, por lo que este modelo contará con un margen mayor de seguridad.

El coste final por unidad teniendo en cuenta el correo proporcionado por el proveedor Technosun en el que se detalla que los elementos previstos en la lista de precios tendrían un descuento final del 35 % es de 520,702 €. Pero se aplicará un 40 % de descuento debido a la situación actual de la fotovoltaica, obteniendo **480,7 €**.

BATERÍAS

El cálculo del coste de las baterías como se sabe es importante, puesto que la mayor parte del coste de la instalación dependerá de estos elementos. El problema, es que debido al importante tamaño de la instalación, no existe gran variedad de baterías compatibles con esta. Para instalaciones aisladas de red tan importantes, el modelo más apropiado es el acumulador estacionario en vasos de 2 V. Además cabe tener en cuenta que las baterías que se deben escoger deben de ser de categoría c120, es decir, deben de tener una capacidad de descarga de 5 días, por lo que el rango de búsqueda se reduce aún más.

Así pues, manteniendo el proveedor escogido para la compra de los reguladores con fin de obtener un mayor descuento final, se deberá escoger un elemento del catálogo de Technosun compatible.

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

BAT072	4075AH	Elemento acumulador transparente tipo abierto de 2V a 2926A (C10) y 4076A a (C120), modelo RES20OPzS4075 de SUNLIGHT	947,24€
BAT073	4620AH	Elemento acumulador transparente tipo abierto de 2V a 3361A (C10) y 4620A a (C120), modelo RES24OPzS4620 de SUNLIGHT	1.173,55€

Figura 48: Extracto del catálogo de costes de baterías del proveedor Technosun.

El elemento escogido, es el vaso acumulador de plomo-ácido con carcasa transparente, con tensión nominal de 2 V y con capacidad de 4620 Ah por los cálculos justificados anteriormente.

Se ha escogido este modelo de acumulador en concreto, ya que en comparativa con los otros es el que resulta más económico. Si existiese este modelo con la carcasa translúcida en lugar de transparente, se habría conseguido disminuir el coste, pero en este otro modelo solo se puede encontrar hasta capacidades de 1380 Ah, por lo que no merecerá la pena duplicar el número de baterías con este otro modelo.

Por otro lado, el otro modelo que podría haber sido compatible es el vaso de 2 V pero en lugar de plomo-ácido, de gel, las cuales tienen una vida útil más prolongada.

El problema de estas, es que su coste es significativamente mayor como se puede observar para el modelo con mayor capacidad comercializado:

BAT075	3520AH	Elemento acumulador tipo gel de 2V a 2700A (C10) y 3523A a (C120), modelo 20RESOPzV3520 de SUNLIGHT	1.173,77€
BAT074	4245AH	Elemento acumulador tipo gel de 2V a 3240A (C10) y 4248A a (C120), modelo 24RESOPzV4245 de SUNLIGHT	1.420,55€

Figura 49: Extracto del catálogo de costes de baterías del proveedor Technosun.

Por lo tanto, al modelo escogido se le aplicará el correspondiente descuento aplicado a profesionales del sector, quedando el coste por unidad en **704,13 €**.

INVERSOR

Respecto a elementos principales, solo queda calcular el coste de los inversores escogidos y justificarlo. Como hemos comentado antes, se va a seguir confiando en el mismo proveedor de los anteriores elementos, Technosun. Respecto a modelos a escoger, tampoco se podrá seleccionar entre un amplio abanico, puesto que en el mercado es difícil encontrar inversores de 8 kW de potencia, que no sean inversor-cargador y del fabricante Victron-Energy.

Así pues, el único otro fabricante de esta tecnología dentro del catálogo de Technosun es Schneider, pero hasta una potencia de 6,8 kW que no se ajusta tan bien a nuestra distribución de los elementos de consumo, además que este otro fabricante tiene un coste más elevado, y con la marca Victron-Energy ya se tiene suficiente calidad, además de compartir la misma marca en la elección de los reguladores.

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

OFF063	6,8kW	Inversor cargador de 6800W a 48V y 230VAC, modelo Conext XW+8548E de SCHNEIDER ELECTRIC	3.208,04€
OFF114	8,0kW	Inversor cargador de 8000W a 48v, modelo GS8048E con dos entradas AC de OUTBACK	6.346,63€
OFF177	8,0kW	Inversor cargador de 8000w a 24v y 200A, modelo QUATTRO 24/8000/200-100/100 de VICTRON	3.602,25€
OFF179	8,0kW	Inversor cargador de 8kW a 48v y 110A, modelo QUATTRO 48/8000/110-100/100 de VICTRON	3.300,74€
OFF180	10,0kW	Inversor cargador de 10kW a 48v y 140A, modelo QUATTRO 48/10000/140-100/100 de VICTRON	3.944,43€
OFF219	10,0kW	TURIA 10K48 MPPT60 - Inversor 10000VA 48V con cargador y regulador MPPT de 60A Con cable - CONVERSION DEVICES	2.976,22€

Figura 50: Extracto del catálogo de costes de inversores del proveedor Technosun.

Por lo tanto, según el catálogo, y aplicando el descuento correspondiente al precio, el coste por unidad de este elemento resultará ser de **1980 €**.

Por otro lado, en nuestra instalación también colocamos 3 inversores del mismo fabricante pero de 5 Kw y sin tecnología de cargador. No se va a comparar entre otros modelos de otros fabricantes de la misma potencia, ya que se prefiere no “mezclar” diversos fabricantes, además de que se han valorado opiniones de usuarios que indican que la asociación de estos 3 elementos para funcionamiento trifásico es muy positiva:

OFF148	5,0kW	Inversor sinusoidal de 4500w (5000w a 30min) a 24v, modelo Phoenix 24/5000 de VICTRON	2.144,29€
OFF155	5,0kW	Inversor sinusoidal de 5kw a 48v, modelo Phoenix 48/5000 de VICTRON	2.144,29€

Figura 51: Extracto del catálogo de costes de inversores del proveedor Technosun.

Por lo tanto, el coste por unidad de este modelo aplicado el descuento es de **1286,58 €**.

Por último, se podría comparar con la posibilidad de haber colocado un inversor trifásico de 15 kW para el túnel de lavado, y los dos hornos con otro inversor independiente de 8 KW para observar la diferencia de coste:

Opción 1:

GRI039	12,5kW	Inversor de conexión a red de 12.5kW de potencia reactiva más monitorización, modelo TLXPro+ 12.5kW de DANFOSS	2.624,26€
GRI037	15,0kW	Inversor de conexión a red de 15kW de potencia reactiva, modelo TLX+ 15kW de DANFOSS	2.712,38€
GRI040	15,0kW	Inversor de conexión a red de 15kW de potencia reactiva más monitorización, modelo TLXPro+ 15kW de DANFOSS	2.922,91€
GRI045	15,0kW	Inversor de conexión a red trifásico de 15kW, modelo Conext TL15000E de SCHNEIDER ELECTRIC	2.672,46€

Figura 52: Extracto del catálogo de costes de inversores del proveedor Technosun.

Inversor trifásico 15 kW DANFOSS + Inversor-cargador 8 kW Victron Energy:

1763.047 € (con descuento) + 1980 € = **3743.047€**

Opción 2:

3 Inversores 5 kW Victron-Energy:

1393.8 x 3 = **3859.74 €**

A priori resultaría más cómodo y casi 150 € más económico la colocación del inversor trifásico y otro inversor extra, pero en este caso, le vamos a dar prioridad a la posibilidad de tener esta potencia distribuida en 3 inversores y así disponer de algún inversor de 5 kW extra de reserva a coste de “sacrificar” el funcionamiento del túnel de lavado.

CABLEADO

Respecto al cableado, se procederá a calcular aproximadamente los metros necesarios de la sección correspondiente:

70 mm² = 18 m (por cada línea) x 7 líneas = 490 m (500 m de cable rojo y 500 m de cable negro)

6250 €

1,5 mm² = 1,7 m (distancia entre placas) x 112 (hay que unir la mitad de placas en serie) = 190,4 (200 m de cable rojo)

210 €

25 mm² = 15 m (unir entre componentes)

45 €

50 mm² = 10 m (unir entre baterías y componentes)

27 €

10 mm² = 50 m (salida inversores hasta cuadro eléctrico) x 8 inversores = 400 m (manguera eléctrica)

2040 €

6 mm² = 35 m (salida inversores hasta túnel) x 3 inversores = 105 m (manguera eléctrica)

360 €

Elementos de conexión = A placas, a bornes de batería...

250 €

Tales precios, se han calculado de manera orientativa entre varios sitios web escogiendo cables de alta sección RZ1-K y cables de baja sección de tipo fotovoltaico PV-ZZ f.



Figura 53: Cable fotovoltaico de tecnología PV ZZ-f.

El total asciende a 9182 € IVA incluido, pero supondremos que por la compra de tanto material se aplicaría un descuento a profesionales del 20 %, siendo el total de alrededor de **7400 €**

Se le añadirán 1000 € más por la tornillería, así como por el recubrimiento de los cables en las manguera o canaletas pertinentes. Finalmente, **8400 €**.

PROTECCIONES

Para el cálculo del coste en protecciones, se debe conocer la cantidad necesaria de estas:

40	500	120	3/120	381045	4,90
50	500	120	3/120	381050	4,90
63	500	120	3/120	381055	4,90
80	500	120	3/120	381060	4,90
100	500	120	3/120	381065	4,90




Figura 54: Extracto catálogo costes del fabricante de fusibles escogido.

Fusibles de cuchilla: 21 + (4 de repuesto) = 25 unidades

122,5 €

Interruptor diferencial: 4 unidades

32,95 € (Schneider) x 4 = 131,8 €

Interruptor magneto térmico: 4 unidades

35,15 (Schneider) x 4 = 140,6 €

Pica puesta a tierra: 1 unidad de 2 m (más arqueta, mas brida..)

40 €

Cable 35 mm²: 200 m (unión de todos los soportes)

1080 €

Cable de 75 mm²: 10 m (descenso desde azotea hasta suelo)

65 €

En total, 1571,1 €, que aplicando un descuento del 20 % su coste se reduce a **1250 €**.

SOPORTE

Los soportes serán realizados bajo diseño, pero puesto que el ángulo de inclinación es muy pequeño, la cantidad de material a emplear no es exagerada, por lo que se podría fijar en torno a 2500 €.

DISEÑO Y MONTAJE

El coste por diseño, comprobación y supervisión del sistema, así como el coste de los operarios encargados de realizar el montaje de toda la instalación, suele fijarse en un 15 % respecto a los componentes, pero puesto que estos costes son variables y para una instalación de tal envergadura como la aquí presente, darían un valor muy elevado, se va a fijar en **9000 €** en total.

4.2- Coste de instalación

Resumiendo todos los costes calculados y justificados anteriormente en una tabla, se puede calcular el coste total de la instalación de manera aproximada, así como observar que partes son las que influyen más significativamente:

	Unidades	Coste/unidad (€)	Coste total (€)
Módulos solares			
Sunworld 290 Mono	64940 Wp	0,53 €/Wp	34418.2
Regulación			
85 A MPPT Victron	14	480.7	6729.8
Acumulación energía			
Technsun 2 V OpZs 4620 Ah	144	704.13	101395
Inversión			
8 kW inversor-cargador Victron	4	1980	7920
5 kW inversor Victron	3	1286.6	3859.8
Protecciones			
Interruptores, puesta a tierra y medida	-	-	1250
Soportes			
Total de estructuras	-	-	2500
Cableado			
Cables y conexionado	-	-	8400
Diseño y montaje			
Diseño ingeniería y montaje operarios	-	-	9000

Coste sin IVA	175472.8 €
Coste con IVA	207881 €

Figura 55: Tabla recopilatorio de costes.

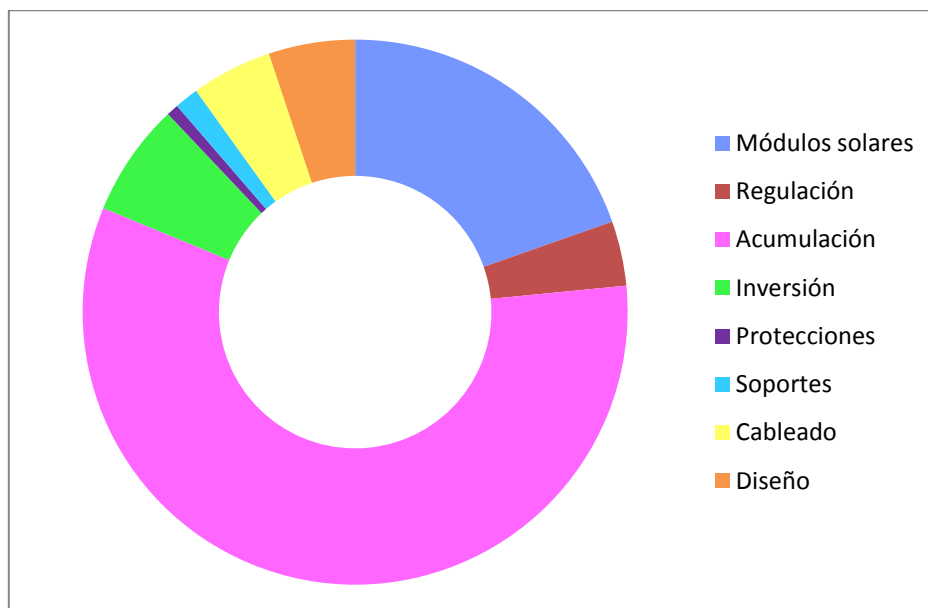


Figura 56: Gráfica comparativa de costes.

Como se puede observar en el gráfico, más de la mitad del coste de la instalación es debida a las baterías, siendo también importante el papel de los módulos solares.

A continuación, se va a proceder a calcular el coste por Wpico instalado respecto al coste total para así poder realizar una apreciación de si la instalación diseñada es rentable.

En primer lugar, se debe conocer el total de Wp instalados en placas:

$$Wpico\ totales = Wp\ placa \cdot placas\ totales = 290 \cdot 224 = 64940\ Wpico$$

Y conocidos estos, serán calculados los costes por Wpico para los costes con y sin IVA:

$$Coste/Wpico\ sin\ IVA = \frac{175472.8\ €}{64940\ Wpico} = 2.7\ €/Wpico$$

$$Coste/Wpico\ con\ IVA = \frac{207881\ €}{64940\ Wpico} = 3.2\ €/Wpico$$

Como se puede observar, ambos costes están comprendidos entre los 2,5 y los 3,5 € los cuales cuestan actualmente este tipo de instalaciones, por lo que podremos afirmar que el diseño resultaría rentable. Comentar, que la situación en 2010 era de en torno a 7 €/Wpico, por lo que es interesante observar la disminución producida, y además teniendo en cuenta que las baterías no han disminuido de precio proporcionalmente a como lo han hecho los módulos solares. Además comentar que nuestro presupuesto se ve incrementado por la mala situación de las placas a mucha distancia de los elementos de consumo.

4.3- Tiempo de recuperación de la inversión

Se puede realizar una aproximación del tiempo de recuperación de la inversión, teniendo en cuenta los importes reales de las facturas de la compañía eléctrica proporcionadas por el propietario de la estación pertenecientes a un año. Se sumaría el coste de todas ellas y suponiendo que el precio de kWh así como de los impuestos se mantiene constante durante el tiempo (aunque la tendencia es el incremento año tras año):

La suma del importe de las facturas anuales asciende a **8927.55 €**.

Se procederá a calcular el coste por kWh generado también. Para ello, se deben aplicar los cálculos a un espacio de tiempo determinado teniendo en cuenta:

- El coste inicial de la instalación
- El coste de reposición de los elementos que deben ser sustituidos tras un tiempo determinado
- La energía generada (que depende de la zona geográfica) y la energía aprovechada

Se debe de plantear un primer plazo de tiempo de en torno a **25** años desde el montaje de la instalación. Este tiempo fijado, coincide con la garantía que nos indica el fabricante de los paneles solares.

En este tiempo, el fabricante nos indica que como mucho, el rendimiento de estos habrá disminuido en 0,7 % x 25 años, es decir, en un **17,5 %**. Respecto a otros paneles en los cuales esta reducción suele llegar al 20 % resulta muy positiva la elección del fabricante realizada.

With its linear performance warranty covering a period of 25 years, SolarWorld guarantees a maximum performance degression of 0.7% p.a., a significant added value compared to the two-phase warranties common in the industry. Therefore, the service certificate offers comprehensive protection for your investment in the long term.

Figura 57: Extracto de hoja de características del módulo fotovoltaico.

El resto de componentes, si se habrán tenido que sustituir a los 15 años, por lo que transcurrido el tiempo fijado, el coste total será de:

Coste total = Coste inicial + Inversores + Baterías + Reguladores + Costes de mantenimiento

$$\text{Coste total} = 207881 \text{ €} + 11780 \text{ €} + 101395 \text{ €} + 6730 \text{ €} + 3000 \text{ €} = 330227 \text{ €}$$

Respecto al mantenimiento anual de limpieza de los paneles y revisión general de la instalación, como hemos dicho anteriormente será realizado por operarios de la estación de servicio con frecuencia, por lo que tal coste se corresponderá a la reparación o sustitución de algún desperfecto.

Así pues, se procede a medir la energía producida en este período teniendo en cuenta las horas solares pico por año, las cuales como valor efectivo en Valencia son 1520 horas/año.

Como pérdida por rendimiento de las placas, fijaremos un valor medio entre el máximo que nos indica el fabricante, en nuestro caso 17,5 % y el mínimo posible, por lo que las pérdidas a 25 años de los módulos quedarán fijadas en 8,75 %.

Por lo tanto, la producción acumulada a 25 años del montaje será de:

$$\text{kWh totales} = 64940 \text{ Wpico} \times 1520 \text{ horas/año} \times 0,875 \times 25 \text{ años} = 2159\ 255\ 000 \text{ kWh}$$

Por lo tanto, se podrá calcular también el coste por kWh:

$$\begin{aligned} \text{Coste/kWh} &= \text{Coste total/kWh totales} = 330227 / 2159255000 = \\ &0,0001552 \text{ €/kWh} = 0,0155 \text{ cents/kWh} \end{aligned}$$

Pero como es lógico, no toda la energía que producen los paneles es consumida, por lo que este cálculo es poco realista. Se volverá a recalcular pero eliminando el excedente, es decir, tomando los valores reales de los kWh de las facturas en un año de la compañía (en nuestro caso tomaremos nuestro cálculo aproximado de cada mes ya que se aproxima más a la realidad):

$$\text{kWh anuales consumidos} = 51824 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh a los 25 años consumidos} = 51824 \times 25 = 1295600 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} \text{Coste/kWh} &= \text{Coste total/kWh totales} = 335227 / 1295600 = \\ &0,2587 \text{ €/kWh} = 25.87 \text{ cents/kWh} \end{aligned}$$

Como se puede observar, este valor si es realista y dista mucho del anteriormente calculado, ya que en instalaciones con tantos Wpico instalados es normal que la producción se dispare si se calculan todos los kWh que se producen anualmente.

Esta infrautilización de la instalación se puede calcular proporcionalmente para observar el porcentaje que la instalación aprovecha realmente:

$$(1295600 \text{ kWh} / 2159255000 \text{ kWh}) \times 100 = 0.06 \%$$

El porcentaje obtenido es muy bajo, por lo que se puede apreciar lo poco que se aprovecha una instalación aislada de red en proporción al coste de sus componentes.

Así pues, serán rehechos los cálculos para un marco temporal más prolongado, es decir, para **45 años**. En este tiempo, se habrá necesitado volver a cambiar todos los componentes exceptuando los paneles solares:

Coste total = Coste 25 años + Inversores + Baterías + Reguladores + Costes de mantenimiento

$$\text{Coste total} = 330227\text{€} + 11780 \text{€} + 101395 \text{€} + 6730\text{€} + 3000 \text{€} = 453132 \text{€}$$

Así pues, para volver a calcular la producción eléctrica acumulada, deberemos volver a tener en cuenta las pérdidas de eficiencia de los paneles solares. Por lo que atendiendo a la hoja de características del fabricante, se calculará como máximo el porcentaje de pérdidas que puede producirse, y para el cálculo se tomará un valor medio:

$$0,7 \% \times 45 \text{ años} = 31,5 \%$$

Como valor medio se tomaría **15,75 %**, pero nos situaremos en un caso más desfavorable situándolo en un **20 %**.

Por lo tanto, la producción acumulada a 45 años del montaje será de:

$$\text{kWh totales} = 64940 \text{ Wpico} \times 1520 \text{ horas/año} \times 0,8 \times 45 \text{ años} = 3\ 553\ 516\ 800 \text{ kWh}$$

Por lo tanto, se podrá calcular también el coste por kWh:

$$\text{kWh anuales consumidos} = 51824 \text{ kWh}$$

$$\text{kWh a los 45 años consumidos} = 51824 \times 45 = 2332080 \text{ kWh}$$

$$\text{Coste/kWh} = \text{Coste total/kWh totales} = 453132 / 2332080 =$$

$$0,1964 \text{ €/kWh} = 19.64 \text{ cents/kWh}$$

Se tendría una reducción de 7 cents/kWh respecto a la predicción a 25 años.

Y teniendo en cuenta el coste actual de un año mediante la compañía eléctrica:

$$\text{A los 45 años: } 8927.55 \text{ €} \times 45 \text{ años} = 401739,75 \text{ €}$$

Este valor sigue siendo inferior a los 458132 € del coste de la instalación fotovoltaica a tal plazo temporal, pero hay que tener en cuenta que el precio del kWh tiene a aumentar año tras año, los precios de los elementos fotovoltaicos disminuyen muy rápidamente y el diseño de la instalación se ha realizado para unas condiciones muy desfavorables. Por lo que en 40 años muy probablemente la situación de costes sería inversa. De todos modos, se ha podido comprobar la posibilidad de abastecimiento de una estación de servicio en la cual exista una situación muy desfavorable respecto al tendido eléctrico, pese a la diferencia de rentabilidad que las instalaciones fotovoltaicas aisladas de red tienen a diferencia de las de conexión a red.

ANEXO 1: REFERENCIAS

- **Enlaces web de modelos de elementos de consumo.**
- **Estimación de consumo del resto de meses.**
- **Facturas de consumo proporcionadas por el propietario de la estación.**
- **Correos recibidos de los proveedores.**

- **Cortina aire cor f 1000 n**

<http://www.solerpalau.com/cor-f-1000-n.html>

- **Aire acondicionado 2**

<http://www.mitsubishielectric.es/aire-acondicionado/producto/gama-comercial-mrslim/cassette/serie-slz-serie-s-inverter#>

- **Cámara de vigilancia**

<http://www.msmcomunicaciones.com/index193.htm>

- **Cafetera**

http://www.usa.philips.com/c-p/RI9737_20/vienna-super-automatic-espresso-machine/specifications

- **Microondas portland**

<http://www.chandalu.com/hornos/1207-Microondas-industrial-PORTLAND-acero-inox.html>

- **Horno moulinex optichef**

<http://www.amazon.es/Moulinex-Uno-Silver-Horno-capacidad/dp/B0051ZC4S0>

- **Plafón led teta**

<http://www.lamparayluz.es/plafon-avant-12w-led-blanco.html>

- **Horno unox xf040**

<http://pdf.archiexpo.es/pdf/unox/linemicro/52255-225373.html>

- **Tubo philips t5 54 w**

<https://www.lamparadirecta.es/philips-t5-ho-54w-827-115cm-master>

- **Cámara frigorífica**

http://www.kide.com/gestor/recursos/uploads/productos/fichas_tecnicas/camaras/Camara_universal.pdf

- **Iluminación exterior**

<https://www.getalamp.es/sylvania-shp-t-400w.html>

- **Surtidor combustible**

<http://www.fuelingequipments.es/3-3-compact-fuel-dispenser.html>

- **Aspirador**

<http://www.mator.es/index.php/maquinaria-limpieza/aspiradores/aspirador-industrial-1450-54-Mator-Industrial.html>

- **Hidrolavadora industrial**

<https://www.kaercher.com/ar/profesional/hidrolavadoras-de-alta-presion/hidrolavadoras-de-agua-fria/gama-especial/hd-7-17-4-cage-15242150.html>

- **Túnel lavado istobal m-7**

<http://www.istobal.com/wp-content/uploads/2014/06/MSTART-esp.pdf>

- **Compresor aire agua**

<http://exclusivasicrespo.es/index.php?s=g1.php&g=gal&gal=1&codsec=1&subsec=2&tit=EQUIPOS%20AIRE/AGUA&sel=s2>

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

	Tipo de elemento	Pot max (W)	Pot uso (W)	Nº de elementos	Horas/día	Energía consumida (kWh)
Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,3	51,6
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,3	27,6
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,3	3250
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	0,95	2375
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	9,25	5994
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	13,75	2475
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	1,9	266
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	9	4500
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	6,5	1300
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	7,75	2325
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	12,5	5625
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	10,2	4335
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,75	825
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,21	1028,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,4	3600
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	3,8	95
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	3,3	2805
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4
Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	3,54	573,48
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	1	4500
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10	8500
Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	2,5	9000
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	8,2	6150
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	9,3	6975
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	10,1	7575
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	11,15	8362,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,6	450
Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,5	1100
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,7	3080
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	0,75	10500
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,35	507,5

Febrero

Energía total mes (kWh)

3669,7674

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,25	51
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,35	28,2
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,35	3375
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	0,95	2375
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	9,25	5994
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	13,75	2475
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	1,9	266
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	9,15	4575
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	6,5	1300
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	7,85	2355
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	12,55	5647,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	10,1	4292,5
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,75	825
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,21	1028,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,4	3600
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	3,8	95
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	3,2	2720
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	3,54	573,48
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	1	4500
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10	8500

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	2,5	9000
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	8,3	6225
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	9,2	6900
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	10,2	7650
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	11,35	8512,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,65	487,5

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,55	1210
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,7	3080
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	0,8	11200
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,4	580

Marzo

Energía total mes (kWh) **3831,46298**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,5	54
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,5	30
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,5	3750
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,1	2750
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	9,25	5994
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	14,5	2610
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,2	308
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	10,5	5250
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	7,25	1450
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	8,3	2490
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	14,1	6345
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	12,2	5185
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,8	880
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,2	1020
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,8	4200
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	3	75
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	3,45	2932,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,5	729
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10	8500

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	2,95	10620
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	9,55	7162,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	11,2	8400
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	11,85	8887,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	12,7	9525
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,9	675

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,75	1650
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	1,45	6380
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	1,45	20300
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,55	797,5

Abril

Energía total mes (kWh)

4563,732

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,35	52,2
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,4	28,8
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,45	3625
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	0,95	2375
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	6,5	4212
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	10,5	1890
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,3	322
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	11	5500
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	7,1	1420
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	8,8	2640
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	14,1	6345
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	12,2	5185
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,95	1045
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,25	1062,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,65	3975
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	2,95	73,75
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	0,75	637,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,5	729
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10	8500

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	1,5	5400
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	8,65	6487,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	9,7	7275
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	10,25	7687,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	11,75	8812,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,65	487,5

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,55	1210
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,72	3168
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	0,95	13300
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,35	507,5

Mayo

Energía total mes (kWh) **3940,95715**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	5,1	61,2
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,95	35,4
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,85	4625
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,25	3125
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	4,5	2916
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	9,5	1710
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,5	350
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	11,65	5825
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	8,4	1680
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	9,75	2925
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	15,65	7042,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	13,95	5928,75
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	1,2	1320
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,75	1487,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,95	4425
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	4	100
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	4,25	3187,5
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	3,75	3187,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,5	729
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10	8500

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	1,5	5400
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	9,35	7012,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	10,35	7762,5
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	11,25	8437,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	12,15	9112,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,95	712,5

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,66	1452
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,82	3608
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	1	14000
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,55	797,5

Junio

Energía total mes (kWh) **4218,8925**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	3,85	46,2
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,65	31,8
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,95	4875
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,43	3575
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	3,5	2268
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	7,75	1395
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,6	364
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	11,3	5650
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	9,56	1912
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	10,63	3189
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	15,46	6957
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	14,05	5971,25
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	1,45	1595
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	2,65	2252,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,5	3750
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	4,25	106,25
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	6,12	4590
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	9,75	8287,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	5,5	891
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2,5	11250
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2,5	11250
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10,85	9222,5

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	1	3600
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	10,35	7762,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	11,85	8887,5
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	12,01	9007,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	13,21	9907,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	1,4	1050

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	1,18	2596
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	1,21	5324
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	1,52	21280
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,79	1145,5

Julio

Energía total mes (kWh) **5120,0809**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	3,98	47,76
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,88	34,56
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	2,06	5150
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,55	3875
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	6,3	4082,4
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	9,21	1657,8
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,74	383,6
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	11,92	5960
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	9,76	1952
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	10,98	3294
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	15,69	7060,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	14,27	6064,75
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	1,49	1639
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	2,7	2295
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,55	3825
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	4,29	107,25
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	6,28	4710
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	9,87	8389,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	5,5	891
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2,5	11250
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2,5	11250
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10,85	9222,5

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	1,35	4860
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	10,57	7927,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	11,99	8992,5
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	12,64	9480
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	13,72	10290
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	1,45	1087,5

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	1,28	2816
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	1,35	5940
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	1,62	22680
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,97	1406,5

Agosto

Energía total mes (kWh) **5387,67662**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,45	53,4
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,52	30,24
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,65	4125
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,05	2625
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	6,95	4503,6
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	11,95	2151
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,2	308
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	10	5000
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	6,95	1390
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	8,15	2445
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	13,65	6142,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	12,55	5333,75
Tv	22' LED	20	20	1	15,21	304,2
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,8	880
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,2	1020
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,8	4200
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	4	100
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	3,15	2362,5
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	6,65	5652,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	2,5	405
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2,05	9225
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	10,25	8712,5

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	3	10800
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	9,05	6787,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	10,45	7837,5
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	11,15	8362,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	12,85	9637,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,75	562,5

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,55	1210
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,75	3300
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	1,05	14700
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,35	507,5

Septiembre

Energía total mes (kWh) **4336,4577**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	3,75	45
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	1,85	22,2
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,3	3250
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	0,95	2375
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	8,25	5346
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	12,4	2232
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	1,85	259
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	9,85	4925
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	7,3	1460
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	8,12	2436
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	14,05	6322,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	12,5	5312,5
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,8	880
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,05	892,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,65	3975
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	3,5	87,5
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	0	0
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,25	688,5
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	1,5	6750
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	9,65	8202,5

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	4,75	17100
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	8,4	6300
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	8,7	6525
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	9,21	6907,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	11,35	8512,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,74	555

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,62	1364
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,75	3300
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	0,75	10500
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,35	507,5

Octubre

Energía total mes (kWh)

4067,4201

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	3,7	44,4
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	1,75	21
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,25	3125
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	0,9	2250
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	7,75	5022
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	12	2160
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	1,8	252
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	9,45	4725
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	7,1	1420
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	7,75	2325
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	13,65	6142,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	11,55	4908,75
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,75	825
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	0,95	807,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,55	3825
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	3	75
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	1,5	1275
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,25	688,5
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	1,5	6750
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	9,15	7777,5

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	4,5	16200
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	8,2	6150
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	8,56	6420
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	8,095	6071,25
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	11,15	8362,5
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,68	510

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,55	1210
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,625	2750
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	0,6	8400
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,35	507,5

Noviembre

Energía total mes (kWh) **3880,4188**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

Estación						
Luz lavabo v	Plafón LED	12	12	1	4,5	54
Luz lavabo m	Plafón LED	12	12	1	2,2	26,4
Secador manos v	Aire caliente	2500	2500	1	1,45	3625
Secador manos m	Aire caliente	2500	2500	1	1,3	3250
Iluminación 1	Tubos halógenos	36	36	18	8,4	5443,2
Iluminación 2	Plafón LED	18	18	10	13,2	2376
Máquina tabaco	Convencional pie	140	140	1	2,3	322
Frigorífico 1	Dos puertas	700	500	1	9,05	4525
Frigorífico 2	Una puerta	240	200	1	6,68	1336
Frigorífico 3	una puerta	400	300	1	7,17	2151
Frigorífico 4	Abierto expositor	715	450	1	13,11	5899,5
Frigorífico 5	Vitrina helados	550	425	1	11,01	4679,25
Tv	22' LED	20	20	1	15	300
Ordenador	Sobremesa	270	270	1	16	4320
Cafetera	Alta potencia	1250	1100	1	0,95	1045
Microondas	Tamaño estándar	1000	850	1	1,25	1062,5
Minihorno	Tamaño estándar	1700	1500	1	2,75	4125
Lámpara insectos	Convencional techo	25	25	1	2,5	62,5
Aire acondicionado 1	Tipo cortina	1000	750	1	0	0
Aire acondicionado 2	Empotrado techo	1090	850	1	4,25	3612,5
Cámara vigilancia	Fija pared	7,7	7,7	3	24	554,4

Zona interior						
Iluminación	Tubo halógeno	54	54	3	4,5	729
Horno 1	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2,5	11250
Horno 2	Tamaño mediano pan	5300	4500	1	2	9000
Cámara frigorífica	Una puerta	930	850	1	9,05	7692,5

Zona de repostaje						
Iluminación	Lámpara vapor sodio	400	400	9	5,2	18720
Surtidor 1	2 mangueras	750	750	1	8,65	6487,5
Surtidor 2	2 mangueras	750	750	1	9,35	7012,5
Surtidor 3	3 manguera	750	750	1	8,55	6412,5
Surtidor 4	3 mangueras	750	750	1	12	9000
Surtidor 5	1 manguera	750	750	1	0,71	532,5

Zona de lavado						
Compresor	3 cv para inflado	2200	2200	1	0,69	1518
Hidrolavadora	Industrial para lavado	4400	4400	1	0,74	3256
Túnel de lavado	Gama baja Istobal	14000	14000	1	0,87	12180
Aspirador	Industrial limpieza	1450	1450	1	0,44	638

Diciembre

Energía total mes (kWh) **4439,13025**

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

DATOS DE FACTURA

Periodo de facturación 28/04/2015 – 23/06/2015
 Número de factura 20150625010314534
 Fecha de emisión de factura 25 de junio de 2015
 Fecha prevista de cargo 03/07/2015
 Factura con lectura real
 Titular E S ENGUERA, S.L.
 CIF titular B96756325
 Referencia contrato suministro 521384783

TOTAL IMPORTE FACTURA: 1.449,30 €

RESUMEN DE FACTURACIÓN

ENERGÍA	1.194,95 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	2,82 €
IVA 21% s/1.197,77 €	251,53 €

TOTAL A PAGAR 1.449,30 €

DATOS DE FACTURA

Periodo de facturación 23/02/2015 – 28/04/2015
 Número de factura 20150430010320469
 Fecha de emisión de factura 30 de abril de 2015
 Fecha prevista de cargo 08/05/2015
 Factura con lectura real
 Titular E S ENGUERA, S.L.
 CIF titular B96756325
 Referencia contrato suministro 521384783

TOTAL IMPORTE FACTURA: 1.468,15 €

RESUMEN DE FACTURACIÓN

ENERGÍA	1.210,13 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	3,22 €
IVA 21% s/1.213,35 €	254,80 €

TOTAL A PAGAR 1.468,15 €

DATOS DE FACTURA

Periodo de facturación 23/06/2015 – 29/07/2015
 Número de factura 20150826010249503
 Fecha de emisión de factura 26 de agosto de 2015
 Fecha prevista de cargo 03/09/2015
 Factura con lectura real
 Titular E S ENGUERA, S.L.
 CIF titular B96756325
 Referencia contrato suministro 521384783

TOTAL IMPORTE FACTURA: 989,88 €

RESUMEN DE FACTURACIÓN

ENERGÍA	816,27 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	1,81 €
IVA 21% s/818,08 €	171,80 €

TOTAL A PAGAR 989,88 €

DATOS DE FACTURA

Periodo de facturación 19/12/2014 – 23/02/2015
 Número de factura 20150224010337260
 Fecha de emisión de factura 24 de febrero de 2015
 Fecha prevista de cargo 04/03/2015
 Factura con lectura real
 Titular E S ENGUERA, S.L.
 CIF titular B96756325
 Referencia contrato suministro 521384783

TOTAL IMPORTE FACTURA: 1.415,57 €

RESUMEN DE FACTURACIÓN

ENERGÍA	1.166,57 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	3,32 €
IVA 21% s/1.169,89 €	245,68 €

TOTAL A PAGAR 1.415,57 €

Total a pagar

Periodo de facturación	FÓRMULA LUZ	Importe
(21.10.2015 - 24.12.2015)	Total electricidad - 4% de descuento en consumo	1.216,85 €
	Total servicios - 30% de descuento en funcionaria	16,27 €
	Total IVA (21%) de 1.233,12	258,96 €
	Total a pagar	1.492,08 €

Ver detalle de factura en el documento adjunto

Total a pagar

Periodo de facturación	FÓRMULA LUZ	Importe
(25.08.2015 - 20.10.2015)	Total electricidad - 4% de descuento en consumo	1.116,80 €
	Total servicios - 30% de descuento en funcionaria	16,27 €
	Total IVA (21%) de 1.133,07	237,95 €
	Total a pagar	1.371,02 €

Ver detalle de factura en el documento adjunto

Instalación fotovoltaica aislada de red para estación de servicio

Universidad Politécnica de Valencia

 **Antonio Ramos** <antonio@technosun.com> 26 abr. (hace 8 días) ☆  
para mí ▾
Por favor nos pueden dar mas datos fiscales y telefono.? Lo necesitamos para hacer formal la oferta.
Gracias.
Antonio Ramos


 **pikeras15eng** . <pikeras15eng@gmail.com> 26 abr. (hace 8 días) ☆  
para Antonio ▾
Muy buenas de nuevo.
La realidad es que no dispongo de tales datos porque soy un intermediario de tal empresa. Soy un estudiante de ingeniería que está realizando el trabajo de fin de carrera y lo estoy realizando de una estación de servicio la cual estaría interesada en implementar mi diseño en caso de resultar muy satisfactorio. Por ello le había pedido el presupuesto, ya que lo he hecho en base a tales componentes mostrados en su sitio web, y necesito una aproximación del precio para el cálculo del presupuesto.
Si con tales condiciones no puede indicarmelo aproximadamente lo entendería perfectamente, pero eso, únicamente necesito saber que porcentaje aproximado se descontaría en total o por elemento para la venta de tales cantidad a un profesional del sector.
Un saludo, disculpe las molestias y muchas gracias por la atención.
Jose.


 **Antonio Ramos** 26 abr. (hace 8 días) ☆  
para mí ▾
Buenas tardes:
35% sobre la lista.
Saludos

 **"José A. Alonso (SunFields Europe)"** 26 abr. (hace 8 días) ☆  
para mí ▾
Hola Jose:
Gracias por tu respuesta.
Como entiendo que se trata de un presupuesto para un proyecto, te paso la lista de precios de paneles que trabajamos. Ahí podrás encontrar lo que necesitas.
Cualquier duda o consulta, quedamos a tu disposición.
Saludos,

Jose A. Alonso/ Engineer Sales Manager
jose@sfe-solar.com
Phone: [+34 981595856](tel:+34981595856) Mbl: [+34 658325118](tel:+34658325118)
Address: Lope Gómez de Marzoa - FEUGA 12
Santiago de Compostela 15705 | Spain
<http://eng.sfe-solar.com>
 Follow us in Facebook !!
 **SunFields®** Official Distributors:
Providing solar projects since 2007
Suministrando proyectos desde 2007
   
Confidential Information from SFE is contained in this message and any of its annexes. If you are not the addressee indicated in this message you are hereby informed that such information is private and confidential and any unauthorized use of said information is strictly forbidden. If you are not the addressee of this message, you may not copy, forward or deliver this message to

ANEXO 2: HOJAS DE CARACTERÍSTICAS

- Datasheets de todos los elementos instalados en la estación fotovoltaica.

Sunmodule[®] Plus

SW 260 - 290 mono



Data Sheet



Produced in Germany,
the center for solar technology



www.tuv.com
ID 0000039351

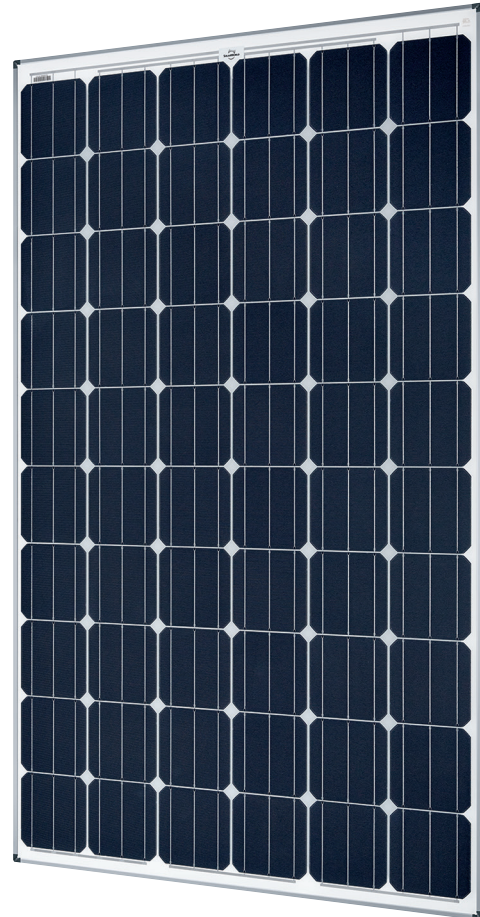
TUV Power controlled:
Lowest measuring tolerance in industry



Sunmodule Plus:
Positive performance tolerance



25 year linear performance warranty and
10 year product warranty



SolarWorld AG relies on Germany as its technology location, thereby ensuring sustainable product quality.

The TUV Rheinland Power controlled inspection mark guarantees that the nominal power indicated for solar modules is inspected at regular intervals and thus ensured. The deviation to TUV is maximum 2 percent.

The positive power tolerance guarantees utmost system efficiency. Only modules achieving or exceeding the designated nominal power in performance tests are dispatched. The power tolerance ranges between -0 Wp and +5 Wp.

With its linear performance warranty covering a period of 25 years, SolarWorld guarantees a maximum performance degradation of 0.7% p.a., a significant added value compared to the two-phase warranties common in the industry. Therefore, the service certificate offers comprehensive protection for your investment in the long term.

Sunmodule[®] Plus SW 260 - 290 mono



PERFORMANCE UNDER STANDARD TEST CONDITIONS (STC)*

		SW 260	SW 265	SW 280	SW 285	SW 290
Maximum power	P_{max}	260 Wp	265 Wp	280 Wp	285 Wp	290 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	38.9 V	39.0 V	39.5 V	39.7 V	39.9 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	30.7 V	30.8 V	31.2 V	31.3 V	31.4 V
Short circuit current	I_{sc}	9.18 A	9.31 A	9.71 A	9.84 A	9.97 A
Maximum power point current	I_{mpp}	8.56 A	8.69 A	9.07 A	9.20 A	9.33 A
Module efficiency	η_m	15.51 %	15.81 %	16.7 %	17 %	17.3 %

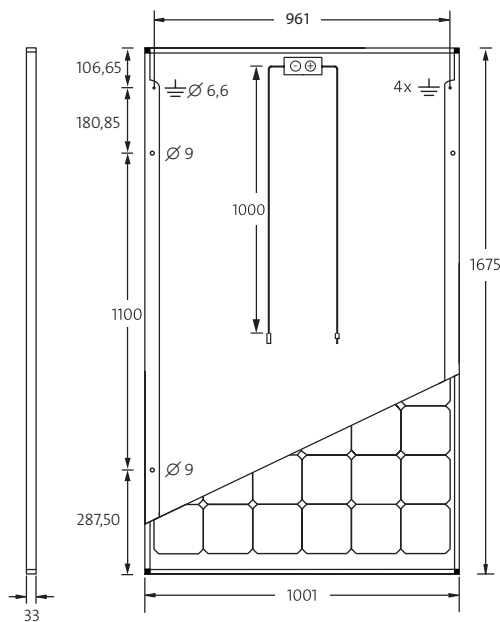
Measuring tolerance (P_{max}) traceable to TUV Rheinland: +/- 2% (TUV Power controlled)

*STC: 1000W/m², 25°C, AM 1.5

PERFORMANCE AT 800 W/m², NOCT, AM 1.5

		SW 260	SW 265	SW 280	SW 285	SW 290
Maximum power	P_{max}	194.2 Wp	197.8 Wp	209.2 Wp	213.1 Wp	217.1 Wp
Open circuit voltage	U_{oc}	35.6 V	35.7 V	36.1 V	36.4 V	36.6 V
Maximum power point voltage	U_{mpp}	28.1 V	28.2 V	28.5 V	28.7 V	28.8 V
Short circuit current	I_{sc}	7.42 A	7.53 A	7.85 A	7.96 A	8.06 A
Maximum power point current	I_{mpp}	6.92 A	7.02 A	7.33 A	7.43 A </td <td>7.54 A</td>	7.54 A

Minor reduction in efficiency under partial load conditions at 25°C: at 200 W/m², 100% (+/-2%) of the STC efficiency (1000 W/m²) is achieved.



DIMENSIONS

Length	1675 mm
Width	1001 mm
Height	33 mm
Frame	Clear anodized aluminum
Weight	18.0 kg

THERMAL CHARACTERISTICS

NOCT	46 °C
TC I_{sc}	0.040 %/K
TC U_{oc}	-0.30 %/K
TC P_{mpp}	-0.41 %/K

COMPONENT MATERIALS

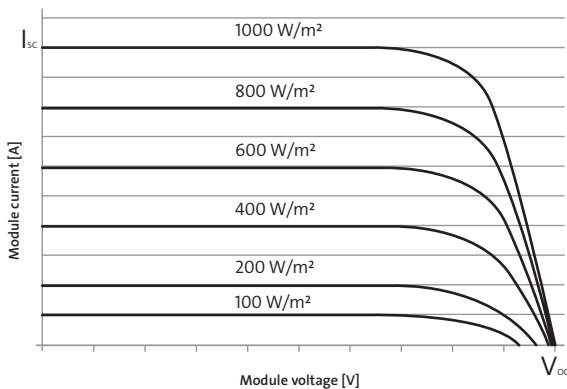
Cells per module	60
Cell type	Mono crystalline
Cell dimensions	156 mm x 156 mm
Front	tempered glass (EN 12150)

ADDITIONAL DATA

Power sorting	-0 Wp / +5 Wp
J-Box	IP65
Connector	H4

PARAMETERS FOR OPTIMAL SYSTEM INTEGRATION

Maximum system voltage SC II	1000 V
Maximum reverse current	25 A
Load / dynamic load	5.4 / 2.4 kN/m ²
Number of bypass diodes	3
Operating range	-40 °C to +85 °C



SolarWorld AG reserves the right to make specification changes without notice. This data sheet complies with the requirements of EN 50380.

Your SolarWorld Official Distributor:



www.sfe-solar.com · info@sfe-solar.com
Phone: +34 981595856

BlueSolar charge controller MPPT 150/70 & 150/85

www.victronenergy.com



**Solar charge controllers
MPPT 150/70 and 150/85**

PV voltage up to 150 V

The BlueSolar MPPT 150/70 and 150/85 charge controllers will charge a lower nominal-voltage battery from a higher nominal voltage PV array.

The controller will automatically adjust to a 12, 24, 36, or 48 V nominal battery voltage.

Ultra fast Maximum Power Point Tracking (MPPT)

Especially in case of a clouded sky, when light intensity is changing continuously, an ultra fast MPPT controller will improve energy harvest by up to 30% compared to PWM charge controllers and by up to 10% compared to slower MPPT controllers.

Advanced Maximum Power Point Detection in case of partial shading conditions

If partial shading occurs, two or more maximum power points may be present on the power-voltage curve. Conventional MPPT's tend to lock to a local MPP, which may not be the optimum MPP.

The innovative BlueSolar algorithm will always maximize energy harvest by locking to the optimum MPP.

Outstanding conversion efficiency

Maximum efficiency exceeds 98%. Full output current up to 40°C (104°F).

Flexible charge algorithm

Several preprogrammed algorithms. One programmable algorithm.

Manual or automatic equalisation.

Battery temperature sensor. Battery voltage sense option.

Programmable auxiliary relay

For alarm or generator start purposes

Extensive electronic protection

Over-temperature protection and power derating when temperature is high.

PV short circuit and PV reverse polarity protection.

Reverse current protection.

BlueSolar charge controller	MPPT 150/70	MPPT 150/85
Nominal battery voltage	12 / 24 / 36 / 48V Auto Select	
Rated charge current	70A @ 40°C (104°F)	85A @ 40°C (104°F)
Maximum solar array input power 1)	12V: 1000W / 24V: 2000W / 36V: 3000W / 48V: 4000W	12V: 1200W / 24V: 2400W / 36V: 3600W / 48V: 4850W
Maximum PV open circuit voltage	150V absolute maximum coldest conditions 145V start-up and operating maximum	
Minimum PV voltage	Battery voltage plus 7 Volt to start	Battery voltage plus 2 Volt operating
Standby power consumption	12V: 0,55W / 24V: 0,75W / 36V: 0,90W / 48V: 1,00W	
Efficiency at full load	12V: 95% / 24V: 96,5% / 36V: 97% / 48V: 97,5%	
Absorption charge	14.4 / 28.8 / 43.2 / 57.6V	
Float charge	13.7 / 27.4 / 41.1 / 54.8V	
Equalization charge	15.0 / 30.0 / 45 / 60V	
Remote battery temperature sensor	Yes	
Default temperature compensation setting	-2,7mV/°C per 2V battery cell	
Remote on/off	No	Yes
Programmable relay	DPST AC rating: 240VAC/4A DC rating: 4A up to 35VDC, 1A up to 60VDC	
Communication port	VE.Can: two paralleled RJ45 connectors, NMEA2000 protocol	
Parallel operation	Yes, through VE.Can. Max 25 units in parallel	
Operating temperature	-40°C to 60°C with output current derating above 40°C	
Cooling	Natural Convection	Low noise fan assisted
Humidity (non condensing)	Max. 95%	
Terminal size	35mm ² / AWG2	
Material & color	Aluminium, blue RAL 5012	
Protection class	IP20	
Weight	4,2 kg	
Dimensions (h x w x d)	350 x 160 x 135 mm	
Mounting	Vertical wall mount	Indoor only
Safety	EN60335-1	
EMC	EN61000-6-1, EN61000-6-3	

1) If more solar power is connected, the controller will limit input power to the stated maximum

OPzS-TCH Batteries

Technical Data



BATTERIES



SOLAR PV



WIND



GENSET



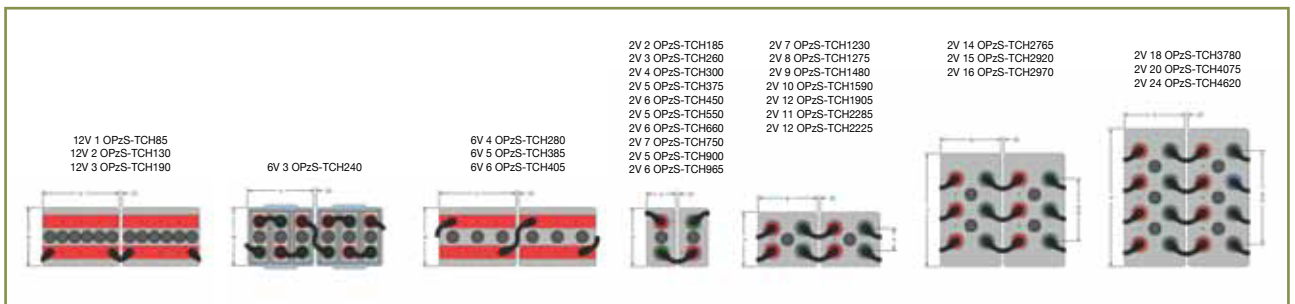
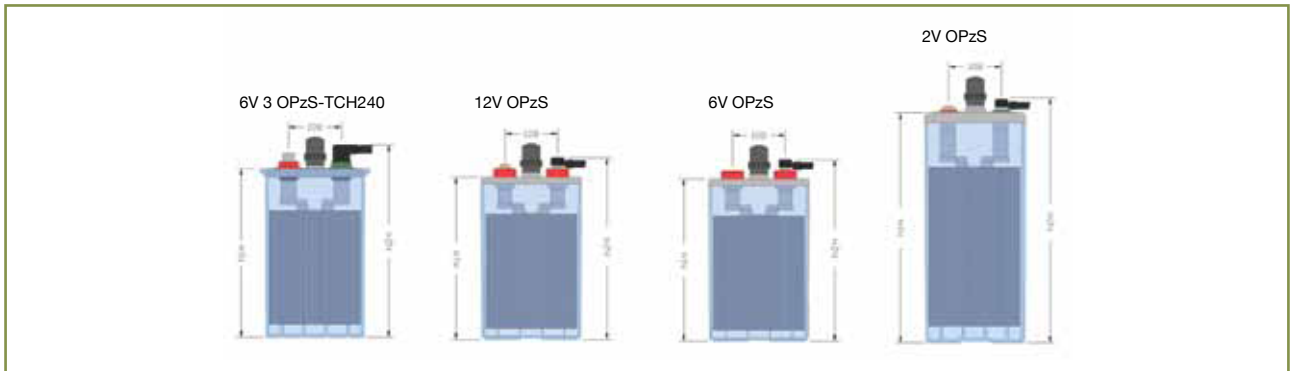
TECHNO SUN

Product Range

Type	Positive Plates Number	Number of Poles	Nom. capacity (Ah at 20°C)					Length (mm)	Width (mm)	Height (mm)	Height ₂ * (mm)	Poles Distance	Filled Weight (approx. kg)	Dry Weight (approx. kg)	Internal Resistance (mOhm)	Short Circuit Current (A)
			C240 1.85 Vpc	C120 1.85 Vpc	C48 1.80V pc	C24 1.80 Vpc	C12 1.80 Vpc									
2V OPzS-TCH185	2	2	197	187	168	148	132	103	206	355	369	-	14	8	1.620	1240
2V OPzS-TCH260	3	2	274	263	235	209	188	103	206	355	369	-	16	11	1.083	1860
2V OPzS-TCH300	4	2	310	300	272	243	224	103	206	355	369	-	18	13	0.847	2380
2V OPzS-TCH375	5	2	391	378	343	307	281	124	206	355	369	-	21	15	0.671	3000
2V OPzS-TCH450	6	2	470	454	411	368	338	145	206	355	369	-	26	19	0.575	3500
2V OPzS-TCH550	5	2	574	553	498	444	413	124	206	471	485	-	28	21	0.608	3300
2V OPzS-TCH660	6	2	686	661	596	530	494	145	206	471	485	-	34	24	0.518	3900
2V OPzS-TCH750	7	2	780	750	676	602	564	166	206	471	485	-	39	28	0.453	4450
2V OPzS-TCH900	5	2	948	904	797	695	639	145	206	646	660	-	42	29	0.537	3750
2V OPzS-TCH965	6	2	1006	966	859	754	703	145	206	646	660	-	46	33	0.447	4500
2V OPzS-TCH1230	7	4	1286	1230	1088	950	877	191	210	646	660	80	60	43	0.378	5350
2V OPzS-TCH1275	8	4	1330	1278	1139	1001	934	191	210	646	660	80	64	47	0.327	6200
2V OPzS-TCH1480	9	4	1546	1484	1319	1157	1076	233	210	646	660	110	73	53	0.292	6950
2V OPzS-TCH1590	10	4	1656	1592	1419	1248	1165	233	210	646	660	110	78	57	0.261	7750
2V OPzS-TCH1905	12	4	1985	1908	1695	1487	1391	275	210	646	660	140	91	66	0.228	8850
2V OPzS-TCH2285	11	4	2369	2286	2064	1830	1698	275	210	797	811	140	111	76	0.238	8500
2V OPzS-TCH2225	12	4	2294	2226	2024	1807	1701	275	210	797	811	140	115	81	0.225	9000
2V OPzS-TCH2765	13	6	2868	2770	2505	2224	2069	397	212	772	786	110	143	96	0.195	10350
2V OPzS-TCH2920	15	6	3019	2921	2650	2361	2208	397	212	772	786	110	149	103	0.176	11500
2V OPzS-TCH2970	16	6	3065	2972	2710	2424	2279	397	212	772	786	110	155	109	0.160	12600
2V OPzS-TCH3780	18	8	3917	3780	3419	3038	2811	487	212	772	786	110	184	125	0.140	14450
2V OPzS-TCH4075	20	8	4217	4076	3696	3291	3057	487	212	772	786	110	201	135	0.125	16200
2V OPzS-TCH4620	24	8	4769	4620	4199	3747	3508	576	212	772	786	140	230	158	0.108	18800
6V OPzS-TCH240	3	2	252	242	221	199	184	233	203 +	345	377	-	41	30	1.138	1780
6V OPzS-TCH280	4	2	293	283	261	237	223	272	205	332	361	-	47	35	0.900	2240
6V OPzS-TCH385	5	2	403	389	355	320	298	380	205	332	361	-	61	44	0.760	2660
6V OPzS-TCH405	6	2	422	408	376	341	323	380	205	332	361	-	67	51	0.667	3040
12V OPzS-TCH85	1	2	91	86	78	71	65	272	205	332	361	-	38	24	3.226	620
12V OPzS-TCH130	2	2	137	132	121	111	106	272	205	332	361	-	49	38	1.613	1260
12V OPzS-TCH190	3	2	199	191	176	161	155	380	205	332	361	-	70	53	1.138	1780

* Includes installed connectors and shrouds

Drawings



Technical Features

Design

Positive plates	Tubular plates with special low-antimony lead alloy ($\leq 1.65\%$ Sb)
Negative plates	Pasted negative plates of grid design with optimized low-antimony lead alloy
Separators	Low resistance, microporous PVC
Electrolyte	Diluted sulphuric acid
Container, lid material	High impact, transparent SAN (Styrene Acrylonitrile) for container. Robust ABS (Acrylonitrile Butadien Styrene) Material for lid.
Poles	Premium design with insert and rubber seal in the lid for hardness and acid resistance. M10 brass inlay. Impedance measurements possible.
Connectors	Voltage measurements possible due to bolt-on type design. Steel bolts with plastic encapsulated heads. Insulated flexible connectors, optional solid connectors available.
Ceramic Plugs	Flame arresting design. Ceramic funnel plugs also available.

Operation

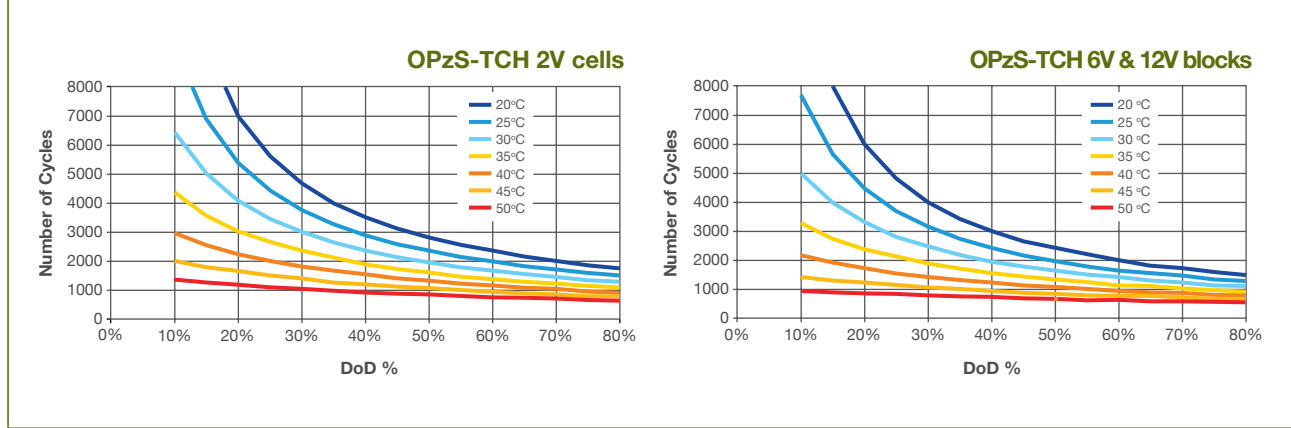
Number of cycles	2300 cycles for 2V cells, 2000 cycles for 6V & 12V blocks (60% DoD, 20°C).
Design life	20 years for 2V cells, 18 years for 6V&12V blocks (stand-by float, 20°C).
Maintenance	Low topping up requirements.
Operating temperature	Recommended 10°C to 30°C. Max: 55°C.
Storage Time	Maximum shelf life up to 3 months at 20°C, 2 months at 30°C or 1 month at 40°C.
Self discharge rate	Approx. 2.5% per month at 20°C.

Certified Quality

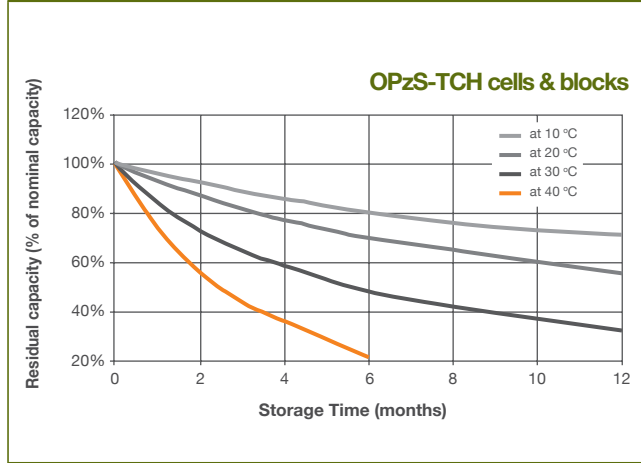
- Compliant with IEC 61427 requirements for photovoltaic energy systems
- Fully compliant with IEC 60896-11 requirements for vented lead-acid batteries
- Full conformity to DIN 40736-1 specifications for OPzS cells and DIN 40737-3 for OPzS blocks
- Compliant with the safety requirements of EN 50272-2 for stationary batteries
- Manufactured at European production facilities, certified with ISO 9001, ISO 14001, BS OHSAS 18001

Performance Curves

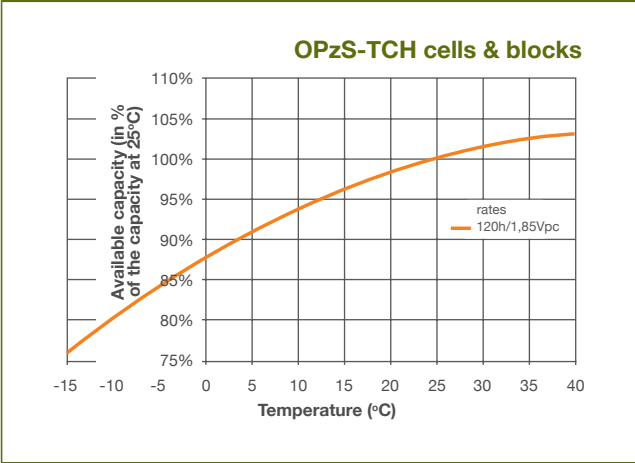
Expected Number of Cycles vs. DoD



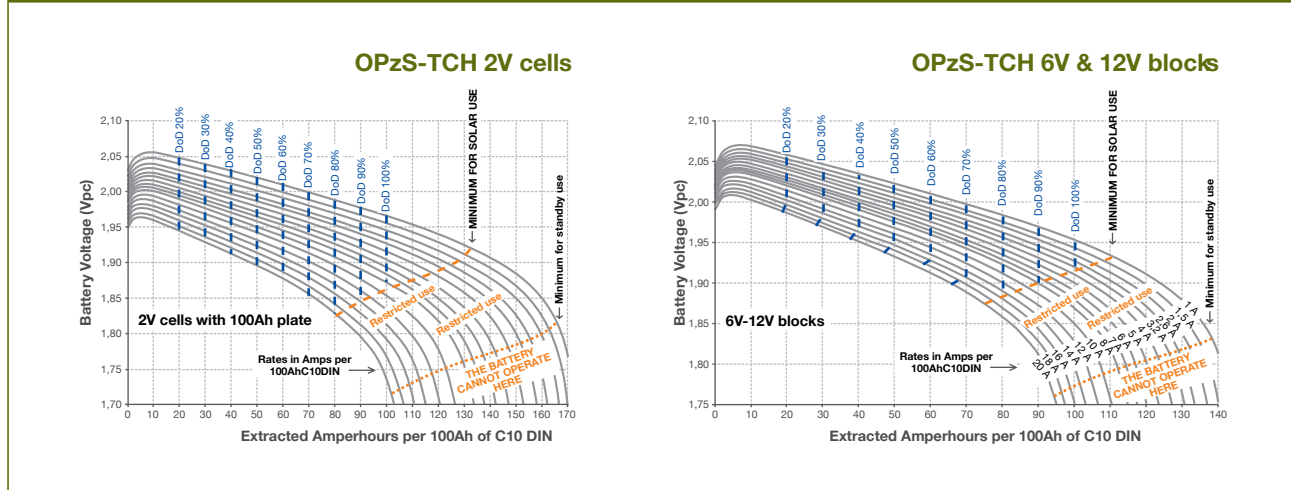
Self-discharge characteristics



Capacity vs temperature



Guidance for the Initial Low-voltage Disconnect Settings (25°C Reference Temperature)



Inversor/cargador Quattro

Compatible con baterías de Litio-Ion
3kVA - 10kVA



Quattro
48/5000/70-50/30



Quattro
24/3000/70-50/30

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

El Quattro puede conectarse a dos fuentes de alimentación CA independientes, por ejemplo a la red del pantalán o a un generador, o a dos generadores. Se conectará automáticamente a la fuente de alimentación activa.

Dos salidas CA

La salida principal dispone de la función "no-break" (sin interrupción). El Quattro se encarga del suministro a las cargas conectadas en caso de apagón o de desconexión de la red eléctrica/generador. Esto ocurre tan rápido (menos de 20 milisegundos) que los ordenadores y demás equipos electrónicos continúan funcionando sin interrupción.

La segunda salida sólo está activa cuando a una de las entradas del Quattro le llega alimentación CA. A esta salida se pueden conectar aparatos que no deberían descargar la batería, como un calentador de agua, por ejemplo.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 10 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Diez unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 90 kW/100 kVA y una capacidad de carga de 1400 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 10 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para proporcionar una potencia del inversor de 270 kW/300kVA y más de 4.000A de capacidad de carga.

PowerControl – En casos de potencia limitada del generador, del pantalán o de la red

El Quattro es un cargador de baterías muy potente. Por lo tanto, usará mucha corriente del generador o de la red del pantalán (16A por cada Quattro 5kVA a 230 VCA). Se puede establecer un límite de corriente para cada una de las entradas CA. Entonces, el Quattro tendrá en cuenta las demás cargas CA y utilizará la corriente sobrante para la carga de baterías, evitando así sobrecargar el generador o la red del pantalán.

PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la red del pantalán

Esta función lleva el principio de PowerControl a otra dimensión, permitiendo que el Quattro complemente la capacidad de la fuente alternativa. Cuando se requiera un pico de potencia durante un corto espacio de tiempo, como pasa a menudo, Quattro compensará inmediatamente la posible falta de potencia de la corriente del pantalán o del generador con potencia de la batería. Cuando se reduce la carga, la potencia sobrante se utiliza para recargar la batería.

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

El Quattro puede utilizarse en sistemas FV, conectados a la red eléctrica o no, y en otros sistemas eléctricos alternativos.

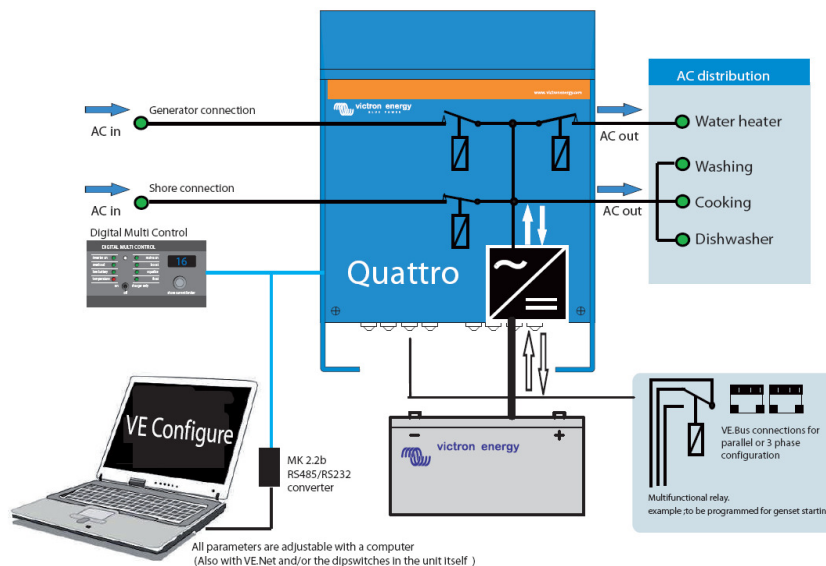
La configuración del sistema no puede ser más sencilla

Una vez instalado, el Quattro está listo para funcionar.

Si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un nuevo procedimiento de configuración del conmutador DIP. Con los conmutadores DIP se puede incluso programar el funcionamiento en paralelo y en trifásico: ¡sin necesidad de ordenador!

Además, también se puede utilizar un VE.Net en vez de los conmutadores DIP.

Y hay sofisticados programas disponibles (VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator) para configurar varias nuevas y avanzadas características.



Quattro	12/3000/120-50/30 24/3000/70-50/30	12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100	24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100	48/10000/140-100/100
PowerControl / PowerAssist	Sí			
Conmutador de transferencia integrado	Sí			
2 entradas CA	Rango de tensión de entrada: 187-265 V CA		Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz	Factor de potencia: 1
Corriente máxima (A)	50 / 30	2x100	2x100	2x100
INVERSOR				
Rango de tensión de entrada (V CC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V			
Salida (1)	Tensión de salida: 230 VAC ± 2%		Frecuencia: 50 Hz ± 0,1%	
Potencia cont. de salida a 25 °C (VA) (3)	3000	5000	8000	10000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	2500	4500	7000	9000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	2200	4000	6300	8000
Pico de potencia (W)	6000	10000	16000	20000
Eficacia máxima (%)	93 / 94	94 / 94 / 95	94 / 96	96
Consumo en vacío (W)	15 / 15	25 / 25 / 25	30 / 35	35
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	10 / 10	20 / 20 / 20	25 / 30	30
Consumo en vacío en modo búsqueda (W)	4 / 5	5 / 5 / 6	8 / 10	10
CARGADOR				
Tensión de carga de 'absorción' (V CC)	14,4 / 28,8	14,4 / 28,8 / 57,6	28,8 / 57,6	57,6
Tensión de carga de "flotación" (V CC)	13,8 / 27,6	13,8 / 27,6 / 55,2	27,6 / 55,2	55,2
Modo de "almacenamiento" (V CC)	13,2 / 26,4	13,2 / 26,4 / 52,8	26,4 / 52,8	52,8
Corriente de carga batería casa (A) (4)	120 / 70	220 / 120 / 70	200 / 110	140
Corriente de carga batería de arranque (A)	4 (sólo modelos de 12 y 24V)			
Sensor de temperatura de la batería	Sí			
GENERAL				
Salida auxiliar (A) (5)	25	50	50	50
Relé programable (6)	1x	3x	3x	3x
Protección (2)	a - g			
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema			
Puerto com. de uso general (7)	1x	2x	2x	2x
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -20 a +50 °C Humedad (sin condensación): máx. 95%			
CARCASA				
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012)		Categoría de protección: IP 21	
Conexiones de la batería	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)			
Conexión 230 V CA	Bornes de tornillo de 13 mm. ² (6 AWG)	Pernos M6	Pernos M6	Pernos M6
Peso (kg)	19	34 / 30 / 30	45/41	45
Dimensiones (al x an x p en mm.)	362 x 258 x 218	470 x 350 x 280 444 x 328 x 240 444 x 328 x 240	470 x 350 x 280	470 x 350 x 280
NORMATIVAS				
Seguridad	EN 60335-1, EN 60335-2-29			
Emisiones / Inmunidad	EN55014-1, EN 55014-2, EN 61000-3-3, EN 61000-6-3, EN 61000-6-2, EN 61000-6-1			
Directiva de automoción	2004/104/EC			
1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita				
2) Claves de protección:	3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1			
a) cortocircuito de salida	4) a 25 °C de temperatura ambiente			
b) sobrecarga	5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible			
c) tensión de la batería demasiado alta	6) Relé programable que puede configurarse como alarma general, subtensión CC o señal de arranque para el generador			
d) tensión de la batería demasiado baja	Capacidad nominal CA: 230V/4A			
e) temperatura demasiado alta	Capacidad nominal CC: 4A hasta 35VDC, 1A hasta 60VDC			
f) 230 V CA en la salida del inversor	7) Entre otras funciones, para comunicarse con una batería BMS de Litio-Ion			
g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Panel Multi Control Digital

Una solución práctica y de bajo coste de seguimiento remoto, con un selector rotatorio con el que se pueden configurar los niveles de Power Control y Power Assist.



Panel Blue Power

Se conecta a un Multi o a un Quattro y a todos los dispositivos VE.Net, en particular al controlador de baterías VE.Net. Representación gráfica de corrientes y tensiones.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:

- **Convertidor MK2.2 VE.Bus a RS232**
Se conecta al puerto RS232 de un ordenador (ver "Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor MK2-USB VE.Bus a USB**
Se conecta a un puerto USB (ver Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor VE.Net a VE.Bus**
Interfaz del VE.Net (ver la documentación VE.Net)
- **Victron Global Remote**
El Global Remote es un módem que envía alarmas, avisos e informes sobre el estado del sistema a teléfonos móviles mediante mensajes de texto (SMS). También puede registrar datos de monitores de baterías Victron, Multi, Quattro e inversores en una página web mediante una conexión GPRS. El acceso a esta web es gratuito.
- **Victron Ethernet Remote**
Para conectar a Ethernet.

Monitor de baterías BMV

El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).