



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



# TRABAJO FINAL DE GRADO

## GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN HÍBRIDA DE ENERGÍA RENOVABLE  
DE 350 KWP PARA UNA COMUNIDAD AISLADA

**AUTOR:** Sergio Huerta del Campo

**TUTOR:** Bernardo Álvarez Valenzuela

**DEPARTAMENTO:** Ingeniería Eléctrica

Curso Académico 2015 – 2016



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Trabajo Final de Grado  
**DISEÑO DE UNA INSTALACIÓN HÍBRIDA DE ENERGÍA  
RENOVABLE DE 400 KWP PARA UNA COMUNIDAD AISLADA**



Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño



## Índice

1. Desarrollo del proyecto.....	5
1.1 Introducción. ....	5
1.2 Localización. ....	5
1.3. Curva de Carga. ....	8
1.3.1. Viviendas Familiares.....	8
1.3.2. Centro Educativo. ....	13
1.3.3. Pabellón Deportivo.....	15
1.3.4. Ayuntamiento.....	16
1.3.5. Centro Médico.....	17
1.3.6. Sistema de Bombeo.....	19
1.3.7. Comercios.....	20
1.3.8. Alumbrado.....	21
1.3.9. Curva de carga final.....	23
1.4. Instalación Fotovoltaica y Eólica. ....	24
1.4.1. Radiación solar. ....	24
1.4.2. Curva de viento. ....	29
1.4.3. Producción de Energía y Potencia a Instalar por cada Recurso. ....	34
1.4.4. Condiciones Meteorológicas que afectan a la Instalación – Capacidad de las baterías. ....	38
1.4.5. Cálculo de los elementos de la instalación. ....	45
1.4.6. Características finales de la instalación.....	61
1.5. Viabilidad de otras fuentes de energía. ....	63
1.5.1. Tendido eléctrico.....	63
1.5.2. Energía hidroeléctrica. ....	64
1.5.3. Energía por biomasa.....	64
1.5.4. Energía mareomotriz.....	64
1.6. Referencias. ....	65
2. Presupuesto.....	66
3. Pliego de Condiciones <sup>(15)</sup> . ....	69
1. Objeto.....	69
2. Generalidades ....	69
3. Definiciones.....	70
4. Diseño.....	74
5. Componentes y materiales ....	76



6. Recepción y pruebas .....	84
7. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento .....	85
4. Anexos .....	88
4.1 Tablas utilizadas .....	88
4.1.1. Tablas de probabilidad y de Consumo .....	88
4.1.2. Ajuste de las potencias de la instalación.....	96
4.1.3. Diferentes situaciones meteorológicas.....	102
4.2. Fichas técnicas.....	107
4.3. Planos.....	107

## 1. Desarrollo del proyecto.

### 1.1 Introducción.

El presente documento consiste en la realización de un proyecto tipo en el cual se partirá del cálculo de la curva de carga necesaria para abastecer con energía eléctrica a partir de recursos energéticos renovables a una comunidad aislada de países en desarrollo. Después, una vez obtenida dicha curva, se determinarán las potencias de las fuentes a disponer para conseguir una optimización en el consumo.

Se establecerán los elementos urbanísticos a los que tendremos que suministrar la energía eléctrica, en base a lo que el criterio del ingeniero considera que es necesario para el desarrollo social de una pequeña comunidad aislada. De dichos elementos urbanísticos, estableceremos una curva de carga, calculada cada hora en base a los consumos básicos de estos elementos urbanísticos, eligiendo la más desfavorable para poder abastecer todos los casos que fuesen posibles.

En este proyecto, se ha determinado que las energías renovables a utilizar para el correcto abastecimiento de energía eléctrica de la comunidad aislada serán energía solar fotovoltaica y energía eólica. Se realizará un estudio de las distintas potencias a suministrar de cada una de las fuentes de energía, de forma que se pueda aprovechar lo máximo posible de ambas fuentes, y a partir de ahí se realizarán distintas combinaciones de casos posibles para el abastecimiento de energía, como podría ser recurrir más a la energía eólica un día nublado y de viento, o abastecer más por energía solar un día muy soleado y caluroso. Además, para garantizar la continuidad del suministro (puede suceder que una noche no haya viento) se hará uso de un grupo acumulador de energía, siendo el principal componente baterías.

Una vez recopilada esta información, se dispondrá de calcular las características de los elementos necesarios para realizar la instalación (aerogeneradores, paneles solares, inversores, reguladores, baterías...), y se realizará una pequeña esquematización de la distribución de dichos elementos en la comunidad.

### 1.2 Localización.

Siguiendo las pautas del enunciado del proyecto, se ha buscado la localización de la comunidad aislada en un país en vías de desarrollo. Debido a que se considera toda Latinoamérica como países en vías de desarrollo, y a la facilidad de obtención de información debido a los contactos existentes, se ha elegido Argentina como país base del proyecto.

Tal y como hemos comentado antes, las energías renovables a utilizar serán la energía solar fotovoltaica y la energía eólica. Siguiendo los consejos de nuestro compañero en dicho país, si nos centrásemos en energía solar fotovoltaica, toda la zona de Nuevo Cuyo (Mendoza, San Luis y San Juan), disponen de una alta radiación solar, teniendo condiciones ideales para el aprovechamiento de la energía solar; por otro lado, en el aspecto de la energía eólica, se considera toda la zona de la Patagonia, desde el Río Negro hasta el sur del país, altamente productiva para la generación de energía eléctrica con energía eólica, debido a que la zona de la cordillera es bastante baja, por lo cual los vientos que vienen desde el océano Pacífico cruzan

por la cordillera y pasan directamente la océano Atlántico, teniendo ráfagas de viento bastante fuertes y constantes. La explicación física de este suceso se debe a la variación de densidad del aire debido a la variación de temperatura, los sucesos de calentamiento y enfriamiento de masas aéreas son los fenómenos iniciales para que se origine el viento.

La experiencia mundial indica que con vientos medios superiores a 5 m/s es factible el uso del recurso eólico para la generación eléctrica. La Argentina tiene en cerca del 70% de su territorio vientos cuya velocidad media anual, medida a 50 metros de altura sobre el nivel del suelo, supera los 6 m/s. La costa atlántica de la Provincia de Buenos Aires tiene vientos similares a los de las costas del Báltico y del Mar del Norte, superiores a los 7 m/s. Vastas zonas en la Patagonia media y sur cuentan con velocidades promedio que superan los 9 m/s y hasta 12 m/s. Por lo general las granjas eólicas en Europa se encuentran en sitios con promedios de vientos del orden de 7m/s. Existen también otras regiones en la Argentina con vientos de intensidades medias entre 7 y 10 m/s, no sólo en la costa atlántica de la provincia de Buenos Aires sino también en varias provincias centrales. <sup>(1)</sup>

Por ello, analizando estas dos situaciones, y teniendo en cuenta que es una localización ficticia, se ha elegido como sede del proyecto los alrededores de **Comodoro Rivadavia**, en la provincia de Chubut. Por elegir una localización exacta, se ha situado en latitud 45°52'40.82"S, y longitud 67°34'44.34"O, quedando cerca de las vías de acceso a la ciudad principal.

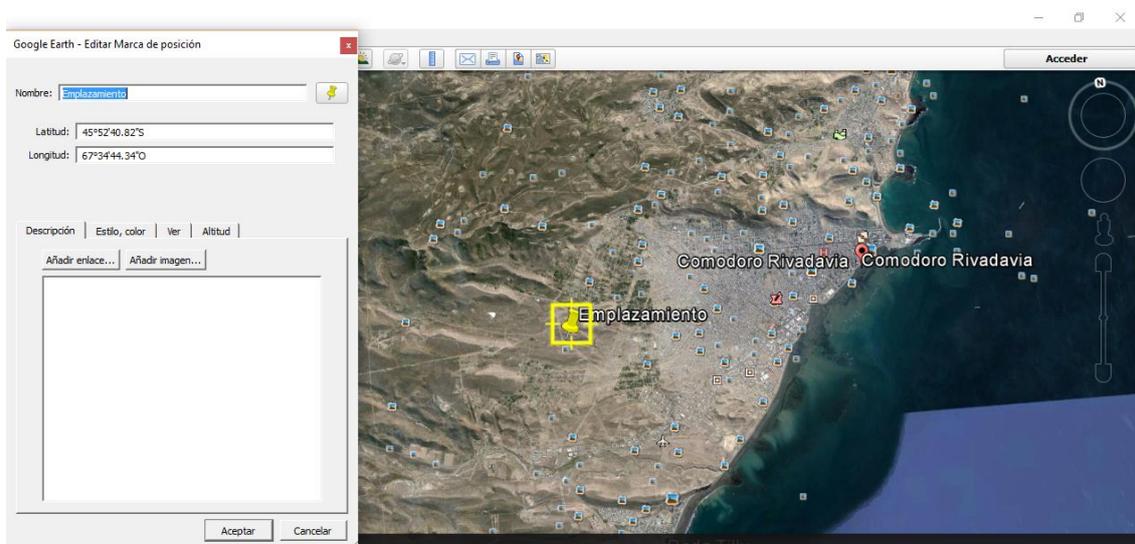


Imagen 1 – Localización geográfica del proyecto

Si se ve los históricos de viento en dicha localidad, el viento predominante es el cuadrante oeste con una velocidad media de unos 35 km/h con ráfagas violentas y persistentes.

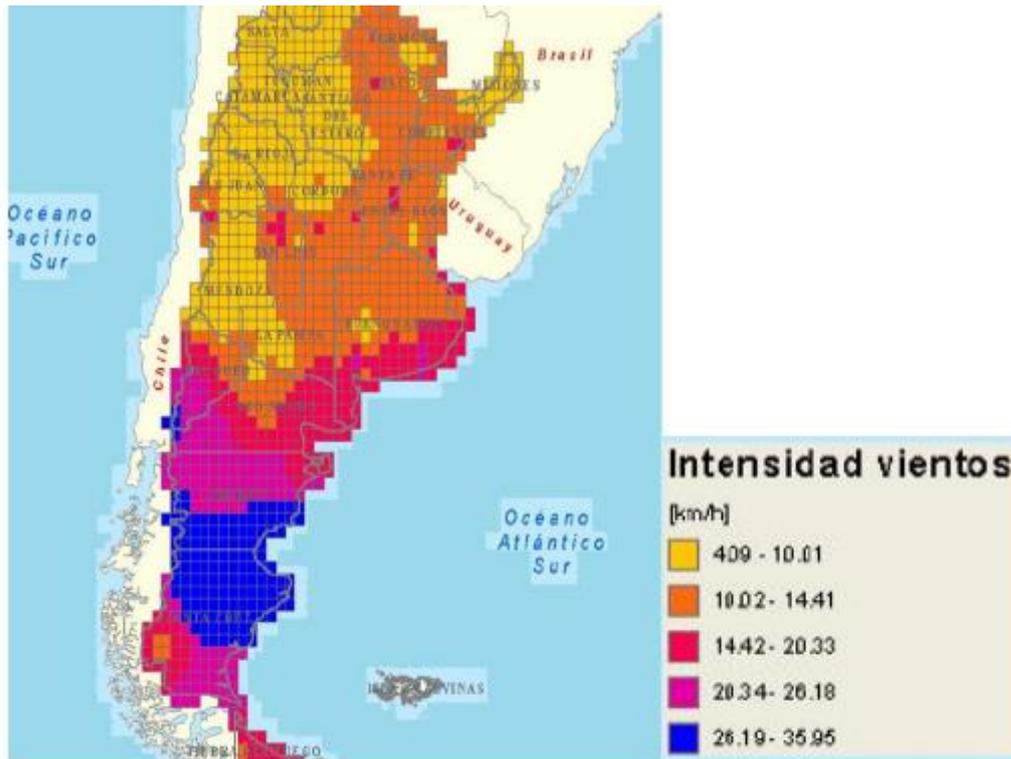


Imagen 2 – Intensidades de viento de Comodoro Rivadavia <sup>(1)</sup>

Además, es una ciudad que, aun no siendo excesivamente calurosa, sí dispone de un alto nivel de horas de sol, siendo la media anual de más de 2000 horas solares <sup>(2)</sup>, por lo que es un buen emplazamiento para el proyecto que se desea realizar utilizando estas fuentes de energía.

Parámetros climáticos promedio de Comodoro Rivadavia, CH <span style="float: right;">[ocultar]</span>													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima absoluta (°C)	39.4	37.7	37.3	29.1	25.7	22.3	22.8	24.7	28.7	32.0	35.5	37.8	39.4
Temperatura máxima media (°C)	25.6	24.8	22.2	18.5	14.1	10.9	10.5	12.4	15.4	18.6	22.1	24.2	18.3
Temperatura media (°C)	19.1	18.4	16.1	12.9	9.5	6.8	6.4	7.7	9.9	12.7	15.9	17.9	12.8
Temperatura mínima media (°C)	13.2	12.7	10.9	8.4	5.6	3.1	2.8	3.6	5.1	7.2	10.1	11.9	7.9
Temperatura mínima absoluta (°C)	3.8	2	-2.3	-3.3	-11.2	-14.2	-20.1	-13.6	-8.6	4.1	4	4.7	-20.1
Precipitación total (mm)	16.2	15.0	20.7	23.3	31.7	25.3	28.7	25.0	12.3	14.9	10.6	15.0	238.7
Días de precipitaciones (≥ 0.1 mm)	4	4	4	5	7	6	6	6	5	5	4	5	61
Horas de sol	241.8	218.4	182.9	147.0	127.1	114.0	114.7	136.4	150.0	195.3	234.0	235.6	2097.2
Humedad relativa (%)	40	43	47	50	59	61	60	56	51	47	42	40	50

Imagen 3 – Valores Climáticos Medios Anuales de Comodoro Rivadavia <sup>(3)</sup>

Bien es cierto que se podría haber escogido un método alternativo de fuentes de energía, como la forma de convencional emplear una derivación del tendido eléctrico para dar suministro a una pequeña subestación, y de ahí abastecer a toda la comunidad. Sin embargo, este proyecto se considera un proyecto a realizar en una zona ficticia en un país en vías de desarrollo, se ha optado por estimar que no hay cercanía del tendido eléctrico para poder hacer una derivación

y así transportarla hasta la comunidad, siendo lo más rentable la utilización de energías renovables.

Además, dentro de toda el área de energías renovables (fotovoltaica, hidráulica, eólica, biomasa, pilas de hidrógeno, etc), se ha elegido la energía solar fotovoltaica y la energía eólica debido a las buenas características del emplazamiento en estas áreas (muy buen viento anual, y muchas horas solares al año). Aun así, en los próximos puntos se tratará de manera superficial el hecho de utilizar otros tipos de energía.

### 1.3. Curva de Carga.

Para poder calcular la curva de carga a la cual se debe de suministrar la energía eléctrica necesaria para no quedarse nunca con falta de suministro, primero se debe de determinar cuáles serán los elementos urbanísticos que se introducirán, para conocer la potencia que se necesite instalar de fuentes de energía para cubrir la demanda.

El elemento fundamental de la comunidad aislada será la vivienda familiar, además de otros elementos urbanísticos. La estimación de dicha curva de demanda se realizará en base a las condiciones climatológicas exteriores (horas de sol, temperatura, etc.) los elementos instalados y la probabilidad que se utilice dichos elementos en cada franja de una hora en la que hemos separado la probabilidad de consumo. Debido a que todos los cálculos son muy generalistas, no tienen por qué ser exactamente como sería en la vida real, puesto que cada vivienda es un caso particular,

Cada uno de los elementos a tener en cuenta para el correcto cálculo de la curva de carga total, claramente, presentará una tipología de curva distinta, por lo que se hace necesario el analizar cada uno de estos elementos por separado. Debido a la imposibilidad de conocer de primera mano y teniendo en cuenta que, aunque Argentina se considere un país en vías de desarrollo, se le puede considerar, dentro de este grupo, de los países desarrollados, se tomará en cuenta el consumo de elementos que se utilicen en países desarrollados, como por ejemplo en España.

#### 1.3.1. Viviendas Familiares.

##### 1.3.1.1. Estructuración de las viviendas familiares.

Según el banco de datos que tiene la ONG “Banco Mundial” sobre la Tasa de Fertilidad <sup>(4)</sup>, los indicadores de los últimos años muestran que la media de hijos por mujer en Argentina es de 2,3. Siguiendo este indicador, y las posibles diferencias sociales que existen en todo el mundo, se ha considerado realizar tres tipos de viviendas para esta comunidad aislada: una vivienda familiar de un matrimonio con dos hijos con una forma de vida modesta, una vivienda familiar de un matrimonio con dos hijos con una forma de vida cómoda pero sin excesos, y un matrimonio con 3 o más hijos, con todas las comodidades posibles.

Debido a que el emplazamiento lo estamos realizando en un país en vías de desarrollo, se considera lógico que exista un mayor número de viviendas modestas que de viviendas

acomodadas. De este modo, se ha planteado que existan 40 viviendas modestas, 25 viviendas cómodas y 5 viviendas acaudaladas.

### 1.3.1.2. Cálculo de la curva de carga de las viviendas familiares.

Siguiendo el patrón de viviendas que se acababa de elegir, hay que disponer los elementos que habrá en cada una de ellas. Como elementos comunes se dispondrá de nevera y congelador, televisión, tomas de corriente, puntos de luz (2 por habitación), horno, microondas y lavadora. A partir de ahí, para las viviendas acomodadas se ha añadido también cocina eléctrica (puesto que en las modestas funcionarían a gas), y un ordenador de torre. En el caso de la vivienda acaudalada, también se ha añadido un par de portátiles, más puntos de luz debido a un mayor tamaño de vivienda, y accesorios como una aspiradora y una batidora.

Todos los consumos de los electrodomésticos se han supuesto, en base a tablas de datos generalistas, intentando evitar en mayor medida escoger electrodomésticos específicos de marcas en concreto. <sup>(5)</sup>

Además, puesto que se va a escoger las peores curvas de carga existentes, se ha calculado con el mayor consumo posible, imaginando que el mismo día se pone el horno y también la lavadora, etc. Aun así, se les explicaría a los residentes formas de ahorro energético, para que nunca se llegue a esta situación, y así evitar posibles problemas.

Para profundizar más en lo que sería la búsqueda de la peor situación posible, también se ha escogido como base el mes más desfavorable en argentina en horas solares, siendo dicho mes junio; en el caso de Argentina, las estaciones son al contrario que en España: junio, julio y agosto es invierno, mientras que diciembre, enero y febrero es verano. En el caso de junio, la hora de salida del sol es de las 9:00 <sup>(6)</sup>, y la puesta de sol es a las 18:00 <sup>(7)</sup>.

Así pues, la distribución de los electrodomésticos y sus consumos para la vivienda pequeña y modesta nos queda de esta forma:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Vivienda Pequeña y Modesta</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Nevera	1	200,00
Congelador	1	250,00
TV 22" encendida	1	50,00
TV 22" Standby	1	10,00
Bombillas bajo consumo	12	20,00
Horno	1	1200,00
Microondas	1	1300,00
Lavadora	1	400,00

Tabla 1 – Características de los elementos eléctricos en una vivienda pequeña modesta.

Además, siguiendo el proceso que hemos comentado anteriormente, podemos obtener la curva de carga de forma gráfica, siendo ésta más representativa y visual para una única vivienda:

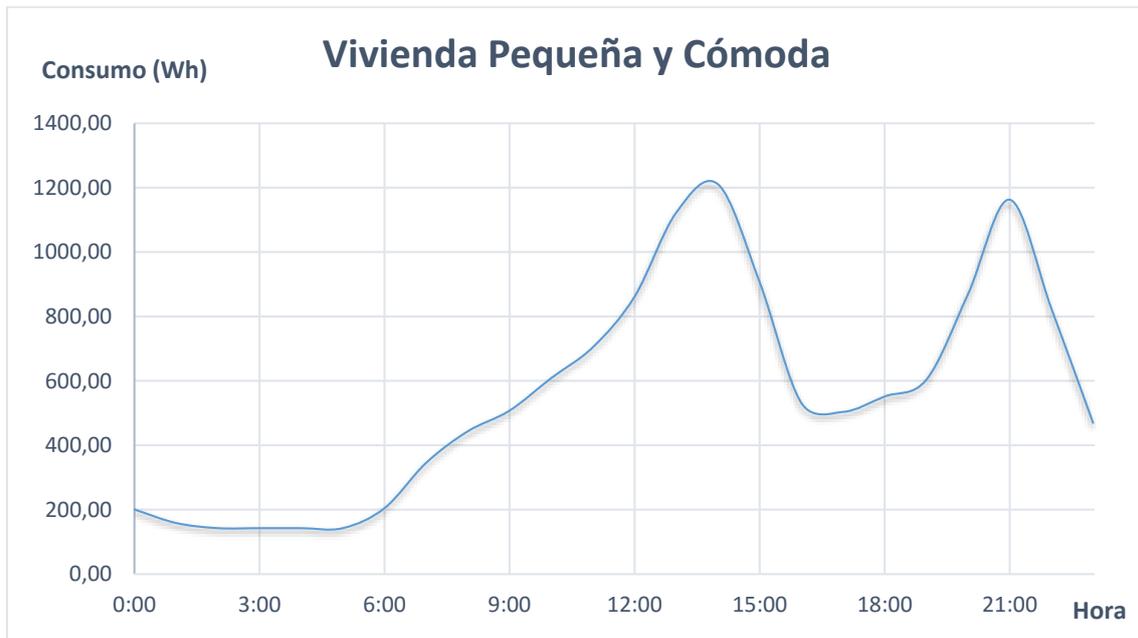


Gráfica 1 – Curva de carga de una vivienda pequeña modesta.

Todo este proceso se ha repetido para los dos tipos de viviendas restantes, añadiendo los elementos que hemos comentado con anterioridad en cada uno de estos dos tipos, quedando de esta forma, tanto la distribución de los electrodomésticos como la curva de carga:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Vivienda Pequeña y Cómoda</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Nevera	1	200,00
Congelador	1	250,00
TV 22" encendida	1	50,00
TV 22" Standby	1	10,00
Bombillas bajo consumo	12	20,00
Horno	1	1200,00
Microondas	1	1300,00
Lavadora	1	400,00
Cocina eléctrica	1	1500,00
Ordenador de torre	1	350,00

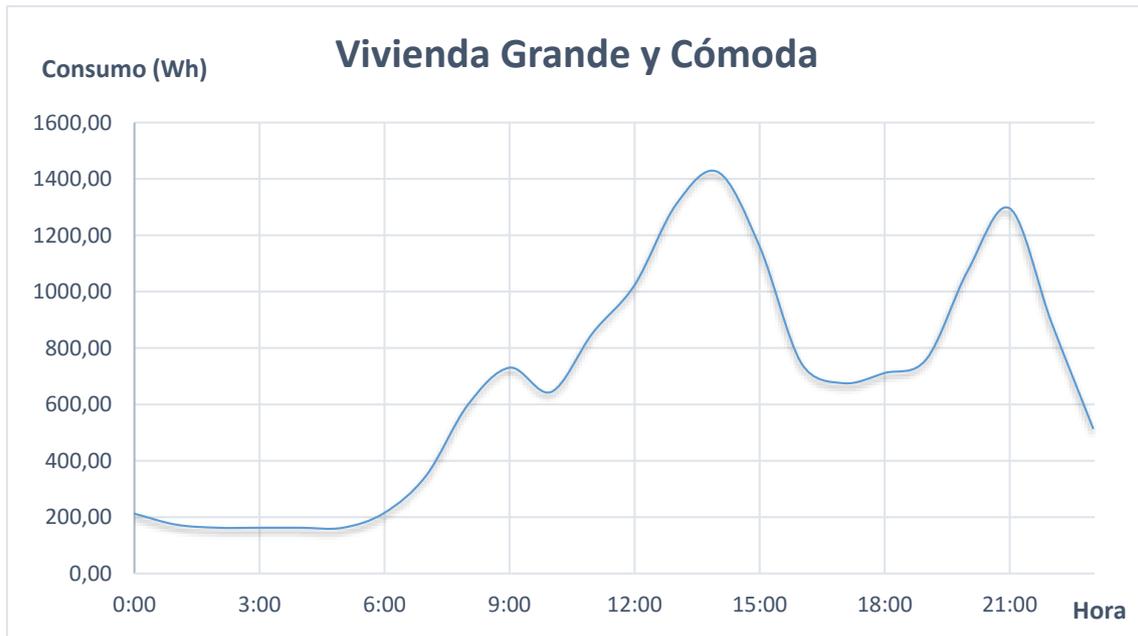
Tabla 2 – Características de los elementos eléctricos en una vivienda pequeña cómoda.



Gráfica 2 – Curva de carga de una vivienda pequeña cómoda.

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Vivienda Grande y Cómoda</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Nevera	1	200,00
Congelador	1	250,00
TV 22" encendida	1	50,00
TV 22" Standby	1	10,00
Bombillas led	18	10,00
Horno	1	1200,00
Microondas	1	1300,00
Lavadora	1	400,00
Cocina Eléctrica	1	1500,00
Ordenador de torre	1	350,00
Ordenador portátil	2	120,00
Aspiradora	1	1000,00
Batidora	1	200,00

Tabla 3 – Características de los elementos eléctricos en una vivienda grande cómoda.



Gráfica 3 – Curva de carga de una vivienda grande cómoda.

Para obtener la curva total de carga del grupo de viviendas, basta con sumar los consumos de cada tipo de vivienda por el número de viviendas de este tipo. Recordemos que la estructuración de las viviendas consistiría en 40 viviendas modestas, 25 viviendas cómodas y 5 viviendas grandes acomodadas.

Así, la curva de carga total del grupo de viviendas sería:



Gráfica 4 – Curva de carga del grupo de viviendas.

### 1.3.2. Centro Educativo.

#### 1.3.2.1. Estructuración del centro educativo.

Según el Ministerio de Educación y Deporte de Argentina <sup>(8)</sup>, el sistema educativo argentino consta de varios niveles de estudio:

- **Educación Inicial:** comprende a los niños desde los 45 días hasta los cinco años de edad inclusive, siendo obligatorio el último año.
- **Educación primaria y secundaria:** tiene una extensión de 12 años de escolaridad. Las jurisdicciones pueden optar por una estructura que contemple 9 años de primaria y 5 de secundaria, o bien de 6 años de primaria y 6 de secundaria
  - o La **educación Primaria** comienza a partir de los 6 años de edad. Consta de 6 o de 7 años según decisión de cada jurisdicción.
  - o La **educación Secundaria** consta de 6 o 5 años según cada jurisdicción lo determine. Se divide en dos (2) ciclos: un Ciclo Básico, de carácter común a todas las orientaciones y un Ciclo Orientado, de carácter diversificado según distintas áreas del conocimiento, del mundo social y del trabajo.
- **Educación Superior:** que comprende:
  - o **Universidades e Institutos Universitarios**, estatales o privados autorizados, en concordancia con la denominación establecida en la Ley N° 24.521.
  - o **Institutos de Educación Superior de jurisdicción nacional**, provincial o de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, de gestión estatal o privada

Debido a que es una comunidad aislada, por lo cual, pensado para un grupo no excesivamente grande de gente, se ha planificado que el centro educativo sea únicamente para la **educación primaria y secundaria**. Aun siendo un centro educativo pensado para la comunidad aislada, se ha supuesto que, debido a las condiciones de zona en vías de desarrollo, dicho centro educativo sea una referencia para las pequeñas localidades de los alrededores, por lo que se ha pensado que irá más gente a parte de los que viven en la comunidad. Por ello, se ha elegido que existan dos clases diferentes en cada curso, es decir, desde los 6 años que comienza la educación primaria, hasta los 18 que finaliza la educación secundaria.

Dado que a Argentina se le considera el país latinoamericano que más vive un estilo de vida europeo, se ha considerado que la estructuración de los cursos finales de secundaria es parecida a la española, por poner un ejemplo, y se ha supuesto que los dos últimos cursos se dividen en cuatro ramas, siendo las ramas tecnología, ciencias de la salud, ciencias sociales, y humanidades y artísticas.

De este modo, la estructuración de nuestro centro educativo consistirá de 2 aulas de 25 personas como máximo por cada curso académico desde los 6 hasta los 16 años, y de 4 aulas de 15 personas como máximo por cada curso académico desde los 16 hasta los 18 años. Además, habrá una sala de profesores, una sala de Dirección, una sala de Secretaría, un aula de tecnología e informática y un aula de laboratorio.

#### 1.3.2.2. Cálculo de la curva del centro educativo.

Para la estructuración de los elementos del centro, empezando por las luminarias, se ha pensado en una media de seis luminarias de 36W por cada clase de 25 alumnos como máximo

(20 aulas en total), y en el caso de 15 alumnos como máximo por cada aula (ocho aulas en total), habría cuatro luminarias en vez de seis; además, habría otras cuatro luminarias de este tipo en la sala de profesores, dos en Dirección, y otras dos en Secretaría; además, como hay cuatro pasillos, serían otras seis luminarias por cada pasillo.

En el caso de los ordenadores, se ha determinado colocar un ordenador por cada dos aulas, debido a que no es necesario que exista un ordenador por cada aula; luego, se han colocado dos ordenadores en la sala de profesores, otros dos ordenadores en la sala de dirección, y un total de 15 ordenadores en la sala de informática y tecnología. Debido a toda la documentación que fuese necesaria imprimir para la gestión del centro educativo, se ha colocado también dos impresoras fotocopadoras, una en la Dirección y otra en la Secretaría.

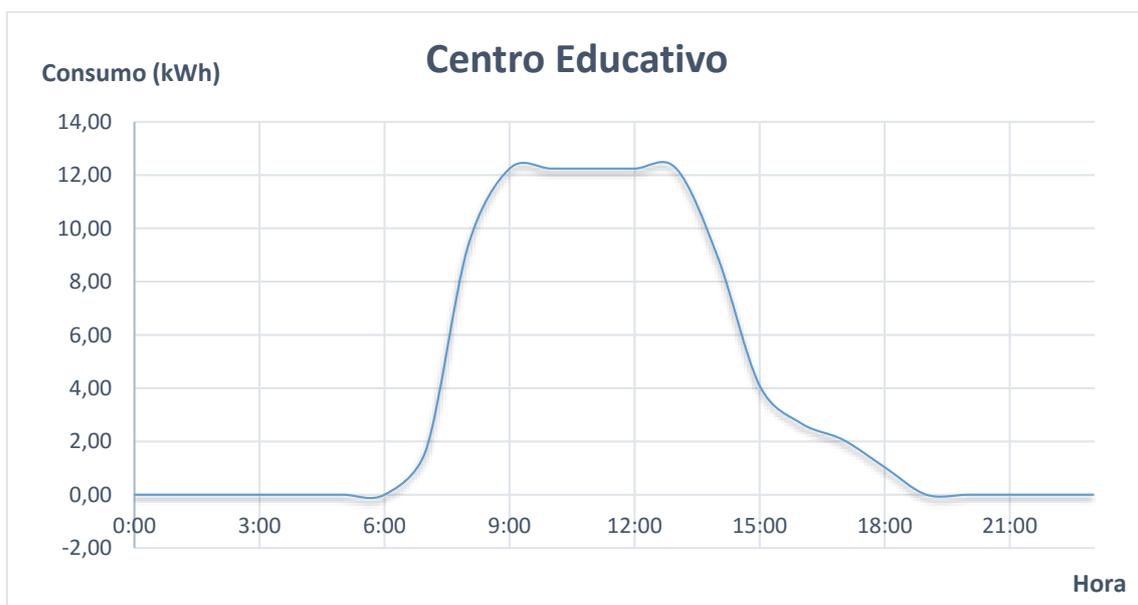
Por último, se han colocado 15 proyectores en todo el centro educativo, colocando uno en cada aula donde existieran ordenadores, además de otro en el aula de informática y tecnología. A su vez, se ha dispuesto diverso material de laboratorio para el aula de laboratorio, tales como termos y cosas por el estilo.

De este modo, los elementos que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga del centro educativo son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Centro Educativo</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Iluminación	184	36,00
Ordenador de torre	35	350,00
Impresora	2	900,00
Proyector	15	280,00
Material de Laboratorio	15	500,00

Tabla 4 – Características de los elementos eléctricos en el centro educativo.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 5 – Curva de carga del centro educativo.



### 1.3.3. Pabellón Deportivo.

#### 1.3.3.1. Estructuración del pabellón deportivo.

Generalmente, en todo centro educativo suele existir un pabellón polideportivo en donde poder ejercer la asignatura de Educación Física. Estará situado en frente del pabellón, para facilitar el acceso al mismo desde la escuela. Además, está planeado para que también se use en algún evento deportivo, ya sea por equipos de barrio de fútbol o simplemente alquilarlo para poder disfrutar del deporte de vez en cuando.

#### 1.3.3.2. Cálculo de la curva de carga del pabellón deportivo.

Para el cálculo de la curva de carga del pabellón deportivo, se ha pensado en colocar seis luminarias grandes, de unos 250W, para poder iluminar toda el área de actividades deportivas. Además del área deportiva, será necesario colocar 40 luminarias de 18W cada una en los dos aseos que hay (uno para hombres y otro para mujeres), en donde habrá baños, zonas de vestuario y duchas. Precisamente para abastecer a dichas duchas, se utilizará un termo de 1000 litros de agua, con una potencia de 12 kW, para poder calentar toda esa cantidad de agua. Por último, se ha pensado en añadir un ordenador de torre para el conserje del pabellón, así como dos luminarias en su puesto de trabajo.

De este modo, los elementos que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga del pabellón son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Pabellón</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Iluminación pabellón	6	250,00
Iluminación aseos	42	18,00
Termo Eléctrico (1000 l)	1	12000,00
Ordenador de torre	1	350,00

Tabla 5 – Características de los elementos eléctricos en el pabellón.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 6 – Curva de carga del pabellón.

#### 1.3.4. Ayuntamiento.

##### 1.3.4.1. Estructuración del ayuntamiento.

Como todo pueblo, o pequeño municipio, la comunidad aislada dispondrá de un ayuntamiento para la administración del mismo, tratando de mantener la comunidad en buen estado (limpio, arreglando calles estropeadas, etc.)

Este ayuntamiento será un ayuntamiento sencillo, debido al poco territorio y al número reducido de personas que residen en esta comunidad aislada. Tendrá un despacho para el alcalde de la comunidad, además de otro despacho para la función de secretaria, y una sala de mayor tamaño, donde trabajarán los funcionarios correspondientes para la correcta organización social de la comunidad.

##### 1.3.4.2. Cálculo de la curva de carga del ayuntamiento.

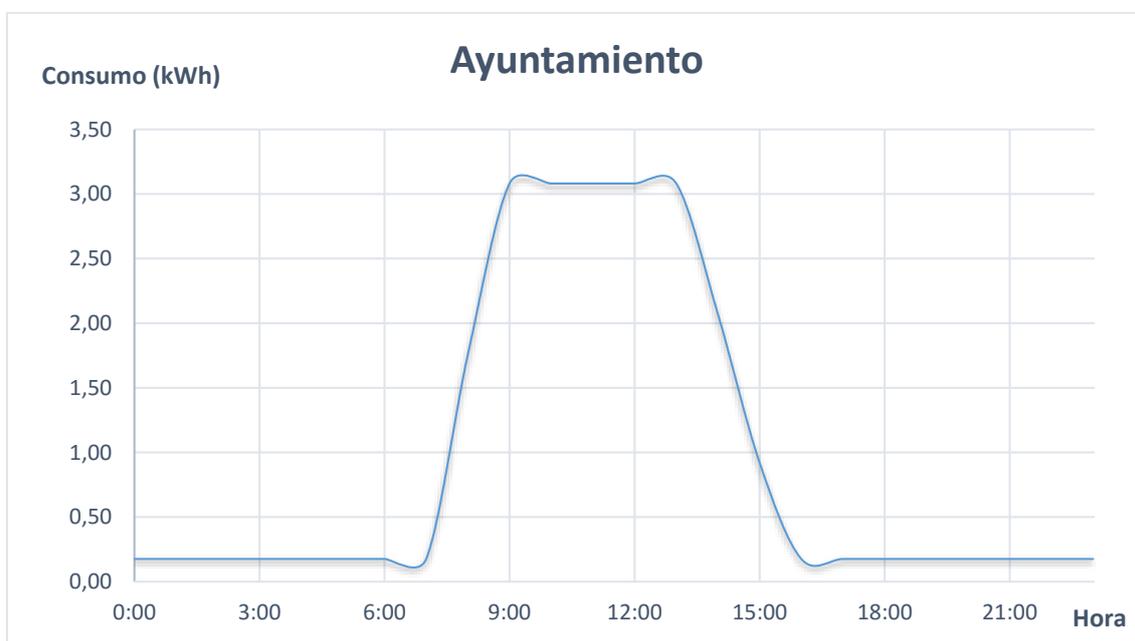
Siguiendo esta estructuración, se ha considerado colocar cuatro luminarias de 52 W en el despacho del alcalde, otras cuatro luminarias de la misma potencia en el despacho de la secretaria, y un total de 22 luminarias iguales que las anteriores para la sala mayor donde trabajen el resto de los funcionarios. Además, se ha colocado 10 ordenadores fijos en total, distribuidos uno en el despacho del alcalde, otro en el de secretaria, y ocho más en la otra sala, para la correcta gestión del ayuntamiento, y 2 impresoras para poder imprimir toda la documentación que fuese necesaria. Todo esto funcionará desde las 8:30 hasta las 15:30, siendo su horario habitual de trabajo durante todo el año.

De este modo, los elementos que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga del ayuntamiento son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Ayuntamiento</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Iluminación	30	52,00
Ordenador de torre	10	350,00
Impresora	2	900,00

Tabla 6 – Características de los elementos eléctricos en el ayuntamiento.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 7 – Curva de carga del ayuntamiento.

### 1.3.5. Centro Médico.

#### 1.3.5.1. Estructuración del centro médico.

Al igual que el ayuntamiento, se ha escogido un centro de salud para la comunidad aislada. En él, se ha determinado que existiesen cuatro salas de médicos (pediatra, médico de guardia y dos médicos de cabecera), dado que el número de personas de la comunidad no es tan elevado como para poner más salas. Si fuese necesario, está habilitado para que gente de la ratio de los alrededores de la comunidad aislada pueda asistir a este centro médico.

A parte de las cuatro salas mencionadas anteriormente, se ha considerado también colocar una salita de recepción, para poder organizar correctamente a los pacientes con los horarios, y atender urgencias en el caso de que existiese alguna.

### 1.3.5.2. Cálculo de la curva de carga del centro médico.

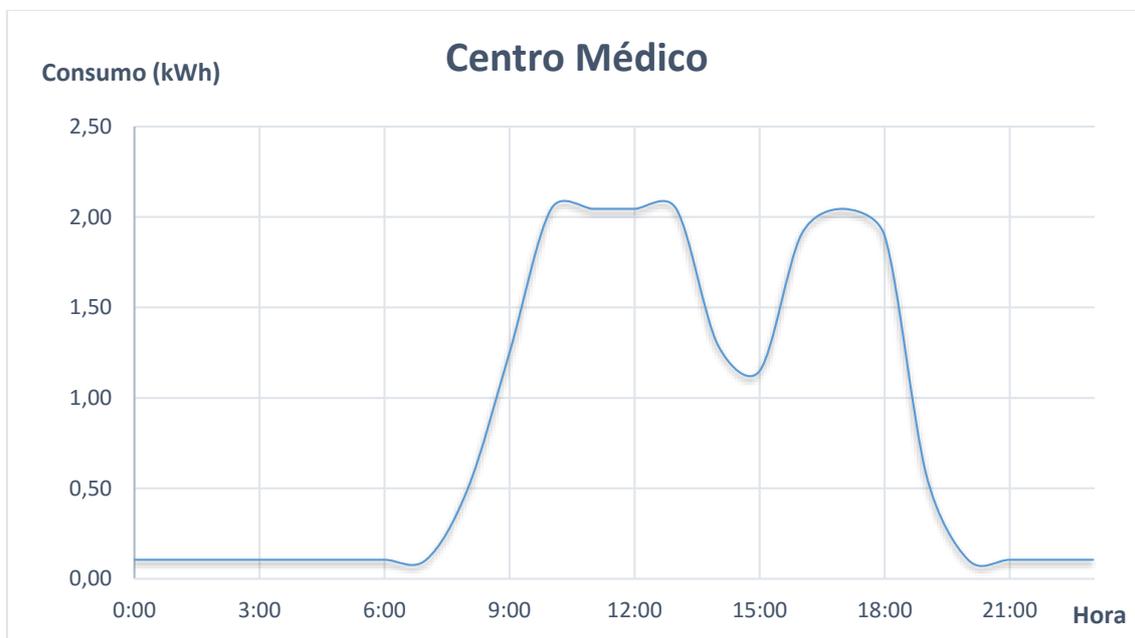
Siguiendo la estructura antes mencionada, se ha decidido poner un total de 26 luminarias de 36 W cada una en todo el centro médico, repartiendo a 4 por cada sala de cada médico, otras 4 para la sala de recepción, y el resto para el pasillo. Además, se ha colocado un ordenador por cada médico, así como dos ordenadores en recepción, para poder manejar todos los historiales de los pacientes, y una impresora básica de ordenador para imprimir las recetas y documentos varios. Por último, se ha colocado una pequeña cámara frigorífica en el caso de ser necesario guardar medicina o análisis dentro, y algunos equipos médicos.

De este modo, los elementos que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga del ayuntamiento son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Ayuntamiento</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Iluminación	26	36,00
Ordenador de torre	6	350,00
Impresora de ordenador	6	20,00
Cámara frigorífica	1	150,00
Equipo Médico	4	600,00

Tabla 7 – Características de los elementos eléctricos en el centro médico.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 8 – Curva de carga del centro médico.

### 1.3.6. Sistema de Bombeo.

#### 1.3.6.1. Estructuración del sistema de bombeo.

Para el correcto abastecimiento del agua para la comunidad aislada, será necesario colocar un sistema de bombeo. Este sistema de bombeo abastecerá el agua suficiente a la comunidad aislada durante su día a día, tanto para las viviendas como para los edificios públicos y locales.

Se situará al borde de la comunidad, y se tendrá en cuenta a la profundidad de la que se obtiene el agua, pero no las pérdidas producidas en el transporte del agua desde el pozo hasta los consumidores, con el fin de simplificar las operaciones, y puesto que el proyecto no se centra en este tema.

#### 1.3.6.2. Cálculo de la curva de carga del sistema de bombeo.

Para el cálculo de la potencia necesaria de la bomba para poder suministrar agua a toda la comunidad aislada, se ha tenido en cuenta la profundidad hasta el pozo (la cual se ha estimado en 50 metros), un gasto medio de agua por persona, teniendo en cuenta las medias de gasto europeas (por ejemplo, se sitúa en una media de 50 litros de agua por ducha, subiendo hasta los casi 100 litros de agua por persona y por día), así como un pequeño gasto en el resto de los locales, suponiendo que es un 20% del gasto que se genera en las viviendas (exceptuando el pabellón, donde sí se tendrá en cuenta el gasto de agua por ducha antes mencionado)

De este modo, considerando esos 100 litros por persona y día, esos 50 metros de profundidad, y teniendo en cuenta que la comunidad está prediseñada para 250 personas, más otras 100 personas de forma aproximada que pasan por el pabellón, y ese plus de los locales y edificios públicos, la potencia de la bomba sería:

- *Caudal necesario diario:*

$$250 \text{ personas} * 100 \text{ litros} / \text{persona} + 100 \text{ personas} * 50 \text{ litros} / \text{persona} = 30.000 \text{ litros}$$

$$30.000 \text{ litros} * 1.2 = 36.000 \text{ litros}$$

- *Energía necesaria para abastecer esa cantidad de agua diaria:*

$$J = m * g * h = 36.000 \text{ kg} * 9.81 \text{ m} / \text{s}^2 * 50 \text{ m} = 1'7658 * 10^7 \text{ J}$$

$$1'7658 * 10^7 \text{ J} * \frac{\text{W} / \text{s}}{\text{J}} * \text{kW} / 1000 \text{ W} * \text{h} / 3600 \text{ s} = 4'9 \text{ kWh}$$

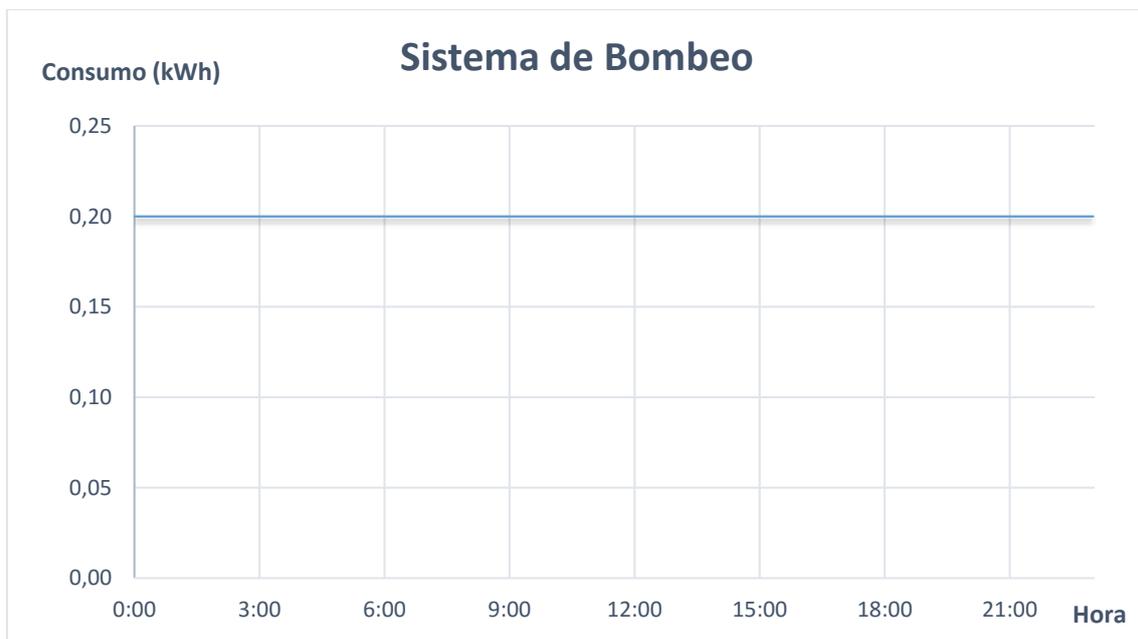
Por ello, para poder abastecer esa energía necesaria, se colocará una bomba de potencia de 1 kW y, siguiendo el mismo procedimiento que se ha estado llevando a cabo para el cálculo de la curva de carga, se establecerá un porcentaje de probabilidad de consumo y se multiplicará la potencia de la bomba por esa probabilidad, dando en total de consumo lo obtenido justo antes de este apartado. Se elige una bomba de 1 kW, y no una de menor potencia con un mayor porcentaje de probabilidad de consumo de lo mismo, para tener un margen amplio de aumento de abastecimiento de agua, en el caso de que se hiciese ampliaciones en la comunidad aislada.

De este modo, los elementos que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga del sistema de bombeo son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Bombeo</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Sistema Bombeo	1	1000,00

Tabla 8 – Características de los elementos eléctricos en el centro médico.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 9 – Curva de carga del centro médico.

### 1.3.7. Comercios.

#### 1.3.7.1. Estructuración de los comercios.

Para avivar un poco la relación social de los vecinos de la comunidad aislada, así como todos aquellos que quisieran visitarla, se ha decidido colocar algunos comercios. Se destaca la necesidad de un supermercado con horno propio, para abastecer a la comunidad aislada de comida y agua. Otro local que también se ha considerado necesario ha sido una farmacia, y lo siguiente fue una papelería para los niños del colegio. Por último, y más por añadir algún local más, se ha decidido colocar un pequeño bar/restaurante, y una tienda de ropa y calzado

#### 1.3.7.2. Cálculo de la curva de carga de los comercios.

Tanto para la papelería como para la tienda de ropa y calzado, y la farmacia, el elemento de consumo principal es el alumbrado. En el caso del supermercado, los elementos principales será

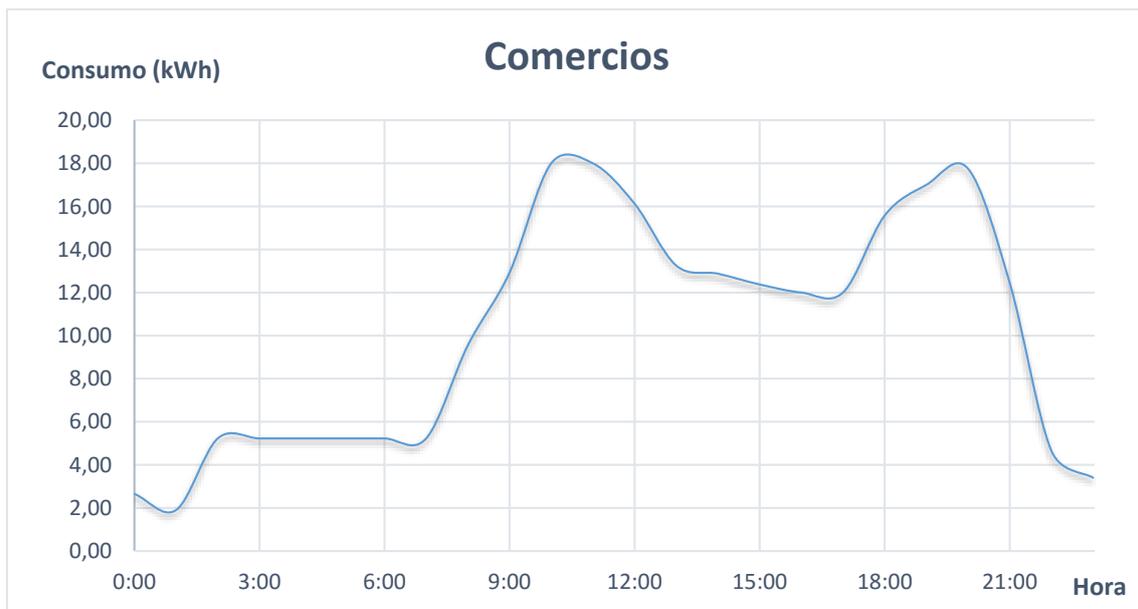
el horno por la noche, y los refrigeradores durante todo el día, y en el caso del bar se tendrá en cuenta sobre todo el alumbrado y los electrodomésticos para conservar y preparar la comida.

De este modo, las potencias que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga de los comercios, calculadas de una forma más sencilla que el resto de elementos para agilizar un poco la memoria, son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Comercios</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Farmacia	1	3500,00
Supermercado	1	9500,00
Papelería	1	3500,00
Bar	1	5000,00
Tienda de ropa y calzado	1	3500,00

Tabla 9 – Características de los elementos eléctricos en los comercios.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 10 – Curva de carga de los comercios.

### 1.3.8. Alumbrado.

#### 1.3.8.1. Estructuración de los comercios.

Con el fin de poder dar luz durante la noche, será necesario instalar un alumbrado en las vías públicas de la comunidad aislada. Constará de varios focos de luz de 150W cada uno, a una distancia de 20 metros entre un foco y otro, para que exista suficiente iluminación en todas las calles para poder ver correctamente cuando sea de noche.

1.3.8.2. Cálculo de la curva de carga de los comercios.

Con el objetivo de calcular la curva de carga del alumbrado público, habrá que basarse en el horario solar del momento. Tal y como se comentó a principio del proyecto, cuando se realiza la estimación de la instalación, es necesario irse a los peores casos posibles, para abastecer sin problemas en cualquier situación. En el caso de la iluminación, tal y como se dijo, el peor caso posible sería realizarlo en junio, donde amanece en torno a las 9:00 y anochece sobre las 18:00, por lo que ahí será cuando se realice un mayor consumo.

De este modo, los elementos que hay que tener en cuenta para calcular la curva de carga del alumbrado son:

<b>Características de los Elementos Eléctricos - Alumbrado</b>		
<b>Elemento Eléctrico</b>	<b>Unidades</b>	<b>Potencia (W)</b>
Alumbrado	75	200,00

Tabla 10 – Características de los elementos eléctricos en el alumbrado.

Quedando de esta forma la curva de carga:



Gráfica 11 – Curva de carga del alumbrado.

### 1.3.9. Curva de carga final.

Ahora que ya hemos realizado el cálculo de la curva de carga de cada elemento de nuestra comunidad aislada, estamos en disposición de calcular la curva de carga en su conjunto, que sería simplemente sumar todas las curvas:



Gráfica 12 – Curva de carga de la comunidad aislada.

Tal y como se puede observar, es una curva bastante similar a lo que sería una curva de demanda española (o europea, en general), que se podría encontrar en un día cualquiera en la web de Red Eléctrica Española, coincidiendo con lo comentado anteriormente de que Argentina podría ser un país con un estilo de vida bastante europeo.

## 1.4. Instalación Fotovoltaica y Eólica.

Una vez obtenida la curva de demanda de nuestra comunidad aislada para lo que sería el día más desfavorable posible, estamos en disposición de realizar el cálculo de la instalación fotovoltaica y eólica necesaria para abastecer a esa demanda.

Para poder realizar correctamente la instalación, primero debemos de conocer las características de las materias primas que disponemos, siendo para la energía fotovoltaica y la energía eólica el sol y el viento, respectivamente.

### 1.4.1. Radiación solar.

Para poder conocer la potencia que se podrá generar con las placas fotovoltaicas, será necesario conocer la radiación que incide sobre la zona seleccionada, Comodoro Rivadavia. Tal y como se ha podido observar cuando se ha hablado de la localización geográfica, se ha podido comprobar que se está en una localización con una gran radiación solar, habiendo incluso más de 2000 horas solares anuales:

Parámetros climáticos promedio de Comodoro Rivadavia, CH 													[ocultar]
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura máxima absoluta (°C)	39.4	37.7	37.3	29.1	25.7	22.3	22.8	24.7	28.7	32.0	35.5	37.8	39.4
Temperatura máxima media (°C)	25.6	24.8	22.2	18.5	14.1	10.9	10.5	12.4	15.4	18.6	22.1	24.2	18.3
Temperatura media (°C)	19.1	18.4	16.1	12.9	9.5	6.8	6.4	7.7	9.9	12.7	15.9	17.9	12.8
Temperatura mínima media (°C)	13.2	12.7	10.9	8.4	5.6	3.1	2.8	3.6	5.1	7.2	10.1	11.9	7.9
Temperatura mínima absoluta (°C)	3.8	2	-2.3	-3.3	-11.2	-14.2	-20.1	-13.6	-8.6	4.1	4	4.7	-20.1
Precipitación total (mm)	16.2	15.0	20.7	23.3	31.7	25.3	28.7	25.0	12.3	14.9	10.6	15.0	238.7
Días de precipitaciones (≥ 0.1 mm)	4	4	4	5	7	6	6	6	5	5	4	5	61
Horas de sol	241.8	218.4	182.9	147.0	127.1	114.0	114.7	136.4	150.0	195.3	234.0	235.6	2097.2
Humedad relativa (%)	40	43	47	50	59	61	60	56	51	47	42	40	50

Imagen 4 – Valores Climáticos Medios Anuales de Comodoro Rivadavia (3)

Como se puede observar, tal y como se ha estado comentando, junio es el mes más desfavorable, debido a que es el que tiene menos horas solares al mes y, por ende, menos horas al día de media de sol.

En el hipotético caso de haberlo realizado en alguna parte de Europa, África o Asia, se podría disponer de la herramienta PV-GIS Climate<sup>(9)</sup> (Photovoltaic Geographical Information System), un mapa interactivo en donde se puede conocer, de forma bastante acertada (puesto que van actualizando su base de datos cada poco tiempo) la radiación solar de cualquier zona que elijas.

Al estar la ubicación escogida en Argentina, América, esta herramienta no dispone datos de forma directa de la localización. Además, Argentina en este aspecto, está bastante atrasada, puesto que no dispone apenas de ninguna base de datos que recoja datos meteorológicos para poder desarrollar energías renovables; únicamente existe un *Atlas de Energía solar de la República Argentina*<sup>(10)</sup>, elaborado por el Grupo de Estudios de la Radiación Solar de la Universidad Nacional de Luján, en donde se recoge las horas solares de media en cada una de

las regiones de Argentina, pero no detalla la irradiación por horas ni información tan detallada como se podría obtener del PVGIS.

Sin embargo, para intentar realizar la instalación lo más real posible, se puede extrapolar la situación a otro sitio con unas características parecidas, en donde sí se podría obtener la radiación diaria.

Los datos geográficos de la localización son:

- Latitud: 45°52'40.82"S
- Longitud: 67°34'44.34"O
- Altura sobre el nivel del mar (m): 61

Tal y como se conoce, los niveles de radiación que alcanzar una superficie vienen determinados por la hora del día, época del año y la localización geográfica

Lo que determina los niveles de radiación solar en la localización geográfica es la latitud. La latitud es la distancia angular que hay desde un punto de la superficie de la Tierra hasta el paralelo del ecuador, midiéndose en grados, minutos y segundos sobre los meridianos <sup>(11)</sup>. De este modo, la cantidad de radiación solar que llega a la superficie es muy dependiente de la elevación del sol. En las regiones tropicales en que el sol se encuentra cerca de la vertical en los meses de verano los niveles de radiación son muy alto, mientras que en las regiones polares la elevación del sol incluso en verano es poca y los niveles de radiación debidos a este efecto son bajos o moderados. <sup>(12)</sup>

De este modo, habría que buscar una localización que estuviese a una latitud equivalente a la localización geográfica. Si se mantiene la latitud en el hemisferio sur, se podría observar que no hay ninguna zona de África continente que llegase tan al sur, por lo que no se podría obtener datos de este modo.

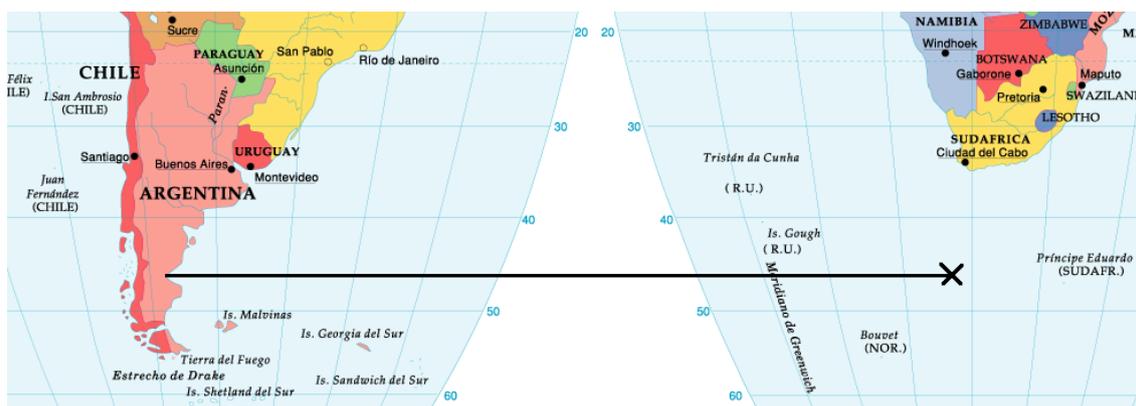


Imagen 5 – Mapamundi <sup>(13)</sup>



Por lo tanto, lo que se puede realizar es buscar una zona que tenga la misma latitud, pero en el hemisferio norte, debido a que la inclinación de los rayos del sol es la misma tanto para un lado como para el otro, por lo que el sitio elegido para poder obtener datos es Valencia.

<i>Hora</i>	<i>G</i>	<i>Gd</i>	<i>Gc</i>	<i>DNI</i>	<i>DNIc</i>	<i>A</i>	<i>Ad</i>	<i>Ac</i>
7:37	23	23	21	0	0	12	10	11
7:52	117	47	140	173	231	244	68	309
8:07	175	68	211	233	313	330	91	418
8:22	227	82	276	286	383	398	105	505
8:37	278	94	339	330	443	455	117	578
8:52	327	105	400	368	492	504	127	639
9:07	372	115	458	399	534	544	135	691
9:22	415	123	512	425	570	578	142	733
9:37	455	131	562	448	600	607	147	770
9:52	491	137	608	467	626	632	152	800
10:07	523	143	650	483	647	652	155	825
10:22	552	148	686	497	665	669	158	846
10:37	577	152	718	508	680	683	161	863
10:52	598	155	745	517	692	694	162	877
11:07	614	157	766	524	702	702	164	887
11:22	627	159	783	529	709	709	165	895
11:37	636	160	793	532	713	713	165	900
11:52	640	161	799	534	716	715	166	903
12:07	640	161	799	534	716	715	166	903
12:22	636	160	793	532	713	713	165	900
12:37	627	159	783	529	709	709	165	895
12:52	614	157	766	524	702	702	164	887
13:07	598	155	745	517	692	694	162	877
13:22	577	152	718	508	680	683	161	863
13:37	552	148	686	497	665	669	158	846
13:52	523	143	650	483	647	652	155	825
14:07	491	137	608	467	626	632	152	800
14:22	455	131	562	448	600	607	147	770
14:37	415	123	512	425	570	578	142	733
14:52	372	115	458	399	534	544	135	691
15:07	327	105	400	368	492	504	127	639
15:22	278	94	339	330	443	455	117	578
15:37	227	82	276	286	383	398	105	505
15:52	175	68	211	233	313	330	91	418
16:07	117	47	140	173	231	244	68	309
16:22	68	29	80	111	148	147	34	187
16:37	12	12	11	0	0	6	5	5

Tabla 11 – Irradiación solar en Valencia.



- La hora mostrada es la hora solar local. Para calcular la hora GMT, añadir 0.03 horas
- G: Irradiancia global sobre un plano fijo ( $W/m^2$ )
- Gd: Irradiancia difusa sobre un plano fijo ( $W/m^2$ )
- DNI: Irradiancia directa normal ( $W/m^2$ )
- DNlc: Irradiancia directa normal cielo claro ( $W/m^2$ )
- A: Irradiancia global sobre un plano con seguimiento a 2 ejes ( $W/m^2$ )
- Ad: Irradiancia difusa sobre un plano con seguimiento a 2 ejes ( $W/m^2$ )
- Ad: Irradiancia global cielo claro sobre un plano con seguimiento a 2 ejes ( $W/m^2$ )

Como Se puede observar, no coinciden las horas obtenidas en Valencia que si lo se hubiese obtenido en la zona escogida, y esto es debido a la diferencia de longitud entre un lugar y otro. Para poder utilizar esta radiación en la zona escogida, será necesario ajustarlo a la hora solar que hay en esta zona, siendo el amanecer en torno a las 9:00, y el anochecer en torno a las 18:00.

Si se fija, se puede ver que Valencia es un sitio muy equivalente a la zona de referencia, Comodoro Rivadavia. En los peores meses de cada sitio (diciembre para Valencia, y junio para Comodoro Rivadavia, puesto que, al estar en distintos hemisferios, las estaciones están opuestas), se tiene una radiación parecida (114 horas solares en Comodoro Rivadavia por 110,8 en Valencia); los dos sitios al estar cerca del mar, tienen una baja altitud sobre el nivel del mar, y tienen un clima no muy variante en cuanto a temperatura a lo largo del año, e incluso coinciden que Valencia también es una ciudad ventosa. Como apunte, aclarar que existe una equivalencia de unidad entre horas solares y radiación solar, debido a que la irradiancia solar son  $W/m^2$  que es la energía del sol que llega, y la radiación solar es la energía que producimos con esa irradiancia, que se mide en  $Wh/m^2$  o  $kWh/m^2$ , siendo de este modo 1 hora solar lo mismo que  $1 kWh/m^2$ , solo que expresado con otras unidades.

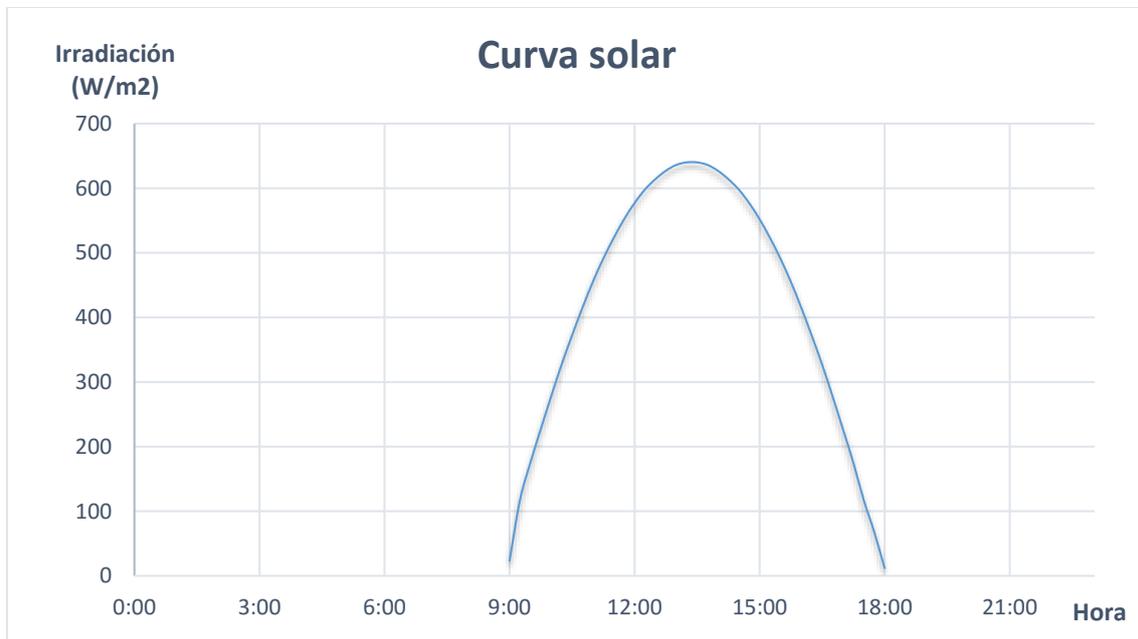
Los valores que se van a utilizar para el cálculo de la energía que se puede producir serán los obtenidos en la irradiancia global sobre un plano fijo. Si se suma los valores obtenidos de cada hora (la cual sería obtener la media de las cuatro mediciones por cada hora), se obtiene que da una irradiancia de  $3837'75 W/m^2$ , por lo que si se multiplica por los días del mes (30 días para diciembre y junio) y se pasa a radiación solar, se obtiene 115, coincidiendo con las horas solares de la localidad, por lo que se obtiene obtenido correctamente los datos de radiación solar que se necesita para poder calcular el número de placas a instalar.

De este modo, ajustando dicha tabla a la localidad, cambiándolo a la hora solar apropiada, obtenemos que:

<i>Hora</i>	<i>G</i>	<i>G<sub>d</sub></i>	<i>G<sub>c</sub></i>	<i>DNI</i>	<i>DNI<sub>c</sub></i>	<i>A</i>	<i>Ad</i>	<i>Ac</i>
9:00	23	23	21	0	0	12	10	11
9:15	117	47	140	173	231	244	68	309
9:30	175	68	211	233	313	330	91	418
9:45	227	82	276	286	383	398	105	505
10:00	278	94	339	330	443	455	117	578
10:15	327	105	400	368	492	504	127	639
10:30	372	115	458	399	534	544	135	691
10:45	415	123	512	425	570	578	142	733
11:00	455	131	562	448	600	607	147	770
11:15	491	137	608	467	626	632	152	800
11:30	523	143	650	483	647	652	155	825
11:45	552	148	686	497	665	669	158	846
12:00	577	152	718	508	680	683	161	863
12:15	598	155	745	517	692	694	162	877
12:30	614	157	766	524	702	702	164	887
12:45	627	159	783	529	709	709	165	895
13:00	636	160	793	532	713	713	165	900
13:15	640	161	799	534	716	715	166	903
13:30	640	161	799	534	716	715	166	903
13:45	636	160	793	532	713	713	165	900
14:00	627	159	783	529	709	709	165	895
14:15	614	157	766	524	702	702	164	887
14:30	598	155	745	517	692	694	162	877
14:45	577	152	718	508	680	683	161	863
15:00	552	148	686	497	665	669	158	846
15:15	523	143	650	483	647	652	155	825
15:30	491	137	608	467	626	632	152	800
15:45	455	131	562	448	600	607	147	770
16:00	415	123	512	425	570	578	142	733
16:15	372	115	458	399	534	544	135	691
16:30	327	105	400	368	492	504	127	639
16:45	278	94	339	330	443	455	117	578
17:00	227	82	276	286	383	398	105	505
17:15	175	68	211	233	313	330	91	418
17:30	117	47	140	173	231	244	68	309
17:45	68	29	80	111	148	147	34	187
18:00	12	12	11	0	0	6	5	5

Tabla 12 – Irradiación solar adaptada a Comodoro Rivadavia.

Si se realiza una gráfica, se puede observar de forma más clara el intervalo de producción solar que se tendría en la zona, con la que se tendría que jugar que se obtiene más delante de viento para poder abastecer a la comunidad aislada.



Gráfica 13 – Curva producción solar.

Para agilizar los cálculos a la hora de usar los datos para calcular las placas, dejaremos las radiaciones que se recogen, en vez de cada 15 minutos, cada hora, sacando la media de las cuatro mediciones por hora, tal y como se dijo antes. De este modo, todo se quedará en función de horas, tanto la energía producida como la energía consumida.

Hora	G	Hora	G	Hora	G
9:00	136	12:00	604	15:00	505
10:00	348	13:00	638	16:00	348
11:00	505	14:00	604	17:00	147

Tabla 13 – Irradiación solar adaptada a Comodoro Rivadavia por horas.

#### 1.4.2. Curva de viento.

Ahora que ya hemos obtenido uno de los recursos que necesitábamos, debemos de obtener el otro, el viento. Tal y como se explicó anteriormente, la zona donde tenemos la comunidad aislada es la zona de la Patagonia, la cual destaca por ser una zona altamente productiva para la generación de energía eléctrica mediante energía eólica, gracias a la buena media de viento que tiene en su zona. Según el parque eólico puesto en Comodoro Rivadavia en el año 1994, con una potencia de 500 kW, la media de viento anual está en los 9'4 m/s, lo que supondría una media de hasta casi 34 km/h<sup>(14)</sup>.



Esto es debido a que la zona de la cordillera es bastante baja, por lo cual, los vientos que vienen desde el Pacífico cruzan la cordillera y pasan directamente al océano Atlántico, teniendo ráfagas de viento bastante fuertes y constantes. La explicación física de este suceso se debe a la variación de densidad del aire debido a la variación de temperatura; los sucesos de calentamiento y enfriamiento de masas aéreas son los fenómenos iniciales para que se origine el viento.

Tal y como se puede deducir de lo expuesto ahora mismo, estos vientos que pasan del océano Pacífico al océano Atlántico, son vientos térmicos, por lo que la distribución del viento será un viento moderado y más o menos constante desde las 0:00 hasta en torno a las 10:00 u 11:00, y a partir de ahí y a lo largo del día, se repartirá la mayor concentración de aire, puesto que ya es cuando se calientan y aparecen esas diferencias de densidades de aire debido a la variación de temperatura.

Debido a que, igual que ocurría con la radiación solar, no hay una base de datos extensa sobre las direcciones e intensidades del viento, sino que únicamente hay mediciones cada cierta hora por parte de los servicios meteorológicos, se estimará una curva de viento, siguiendo la explicación expuesta anteriormente.

Esta es la tabla que se ha realizado en función de la hora para poder realizar una estimación de curva de viento



<b>Hora</b>	<b>Viento (m/s)</b>	<b>Hora</b>	<b>Viento (m/s)</b>	<b>Hora</b>	<b>Viento (m/s)</b>
0:00	6,5	8:00	5,5	16:00	16,0
0:15	6,0	8:15	5,5	16:15	16,0
0:30	6,0	8:30	5,5	16:30	16,5
0:45	6,0	8:45	5,5	16:45	16,5
1:00	5,5	9:00	6,0	17:00	16,5
1:15	5,5	9:15	6,0	17:15	17,0
1:30	5,5	9:30	6,0	17:30	17,0
1:45	5,0	9:45	6,0	17:45	17,0
2:00	5,0	10:00	6,5	18:00	17,0
2:15	5,0	10:15	6,5	18:15	16,5
2:30	5,0	10:30	7,0	18:30	16,5
2:45	5,0	10:45	7,0	18:45	16,5
3:00	5,0	11:00	7,5	19:00	16,0
3:15	5,0	11:15	7,5	19:15	16,0
3:30	5,0	11:30	8,0	19:30	15,5
3:45	5,0	11:45	8,5	19:45	15,5
4:00	5,0	12:00	9,0	20:00	15,0
4:15	5,0	12:15	9,5	20:15	15,0
4:30	5,0	12:30	10,0	20:30	14,5
4:45	5,0	12:45	10,5	20:45	14,0
5:00	5,0	13:00	10,5	21:00	13,5
5:15	5,0	13:15	11,0	21:15	13,0
5:30	5,0	13:30	12,0	21:30	12,0
5:45	5,0	13:45	13,0	21:45	11,0
6:00	5,0	14:00	14,0	22:00	1,0
6:15	5,0	14:15	14,5	22:15	9,0
6:30	5,0	14:30	15,0	22:30	8,0
6:45	5,0	14:45	15,0	22:45	7,5
7:00	5,0	15:00	15,5	23:00	7,5
7:15	5,0	15:15	15,5	23:15	7,0
7:30	5,0	15:30	15,5	23:30	7,0
7:45	5,5	15:45	16,0	23:45	6,5

Tabla 14 – Valores de viento según la hora.

Así, la curva de viento supuesta para poder empezar a calcular los elementos necesarios para la instalación será:



Gráfica 13 – Curva producción solar.

Para poder calcular la energía que se produce con los aerogeneradores, será necesario interactuar entre la curva de viento y la curva de potencia del aerogenerador

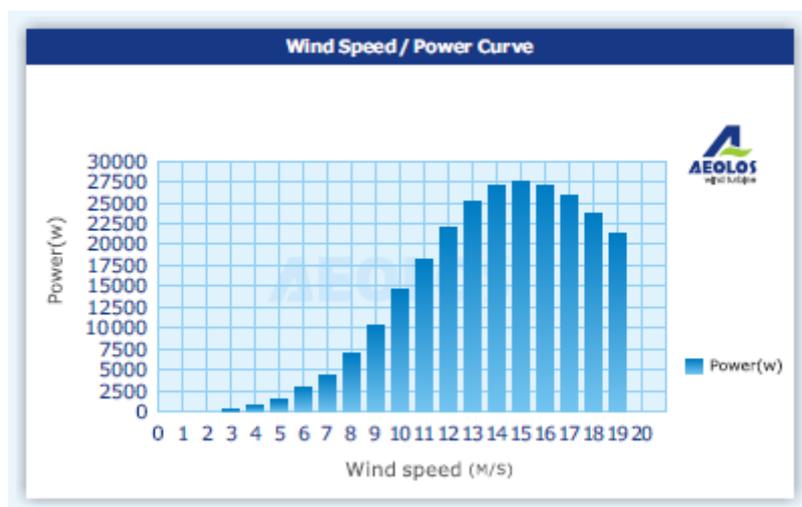


Imagen 6 – Curva de potencia de un aerogenerador AEOLOS 20 kW

Como se puede observar, el aerogenerador va generando mayor potencia en función de la velocidad de viento. Por ejemplo, si el viento va a 6m/s, podrá generar una potencia de 2000 W; si va a 10 m/s, podrá generar 5000 W, y así sucesivamente. Para calcular toda la energía generada a lo largo del día, habrá que multiplicar las distintas velocidades del viento que hay por esta curva, y a su vez por el tiempo que está esa velocidad.

Debido a la inexactitud de la curva de potencia del aerogenerador, se debe de discretizar la curva de viento en unidades enteras para poder efectuar mejor los cálculos.

<b>Hora</b>	<b>Viento (m/s)</b>	<b>Hora</b>	<b>Viento (m/s)</b>	<b>Hora</b>	<b>Viento (m/s)</b>
0:00	6,0	8:00	4,0	16:00	18,0
0:15	5,0	8:15	4,0	16:15	18,0
0:30	5,0	8:30	5,0	16:30	18,0
0:45	5,0	8:45	5,0	16:45	18,0
1:00	4,0	9:00	5,0	17:00	18,0
1:15	4,0	9:15	5,0	17:15	18,0
1:30	4,0	9:30	5,0	17:30	18,0
1:45	4,0	9:45	5,0	17:45	18,0
2:00	4,0	10:00	5,0	18:00	18,0
2:15	4,0	10:15	6,0	18:15	17,0
2:30	4,0	10:30	6,0	18:30	17,0
2:45	4,0	10:45	6,0	18:45	17,0
3:00	4,0	11:00	6,0	19:00	17,0
3:15	4,0	11:15	7,0	19:15	17,0
3:30	4,0	11:30	7,0	19:30	16,0
3:45	4,0	11:45	8,0	19:45	16,0
4:00	4,0	12:00	8,0	20:00	16,0
4:15	4,0	12:15	9,0	20:15	15,0
4:30	4,0	12:30	9,0	20:30	15,0
4:45	4,0	12:45	10,0	20:45	15,0
5:00	4,0	13:00	11,0	21:00	14,0
5:15	4,0	13:15	12,0	21:15	14,0
5:30	4,0	13:30	13,0	21:30	13,0
5:45	4,0	13:45	14,0	21:45	12,0
6:00	4,0	14:00	15,0	22:00	11,0
6:15	4,0	14:15	15,0	22:15	10,0
6:30	4,0	14:30	16,0	22:30	9,0
6:45	4,0	14:45	16,0	22:45	8,0
7:00	4,0	15:00	16,0	23:00	8,0
7:15	4,0	15:15	17,0	23:15	7,0
7:30	4,0	15:30	17,0	23:30	7,0
7:45	4,0	15:45	17,0	23:45	6,0

Tabla 14 – Valores de viento discretizados según la hora.

Ahora sí, estamos en disposición de poder empezar a calcular los elementos de nuestra instalación.

### 1.4.3. Producción de Energía y Potencia a Instalar por cada Recurso.

Una vez establecidas las fuentes de energía para la instalación (siendo éstas la energía solar y fotovoltaica, y habiendo demostrado la gran cantidad de estas energías en el lugar elegido), es hora de calcular los elementos necesarios, así como la cantidad de ellos, para poder producir la energía necesaria para abastecer a la comunidad aislada.

Se podría considerar esta parte la más técnica del proyecto, puesto que, como ingeniero, se debe encontrar el equilibrio de producción entre la energía solar y la energía eólica, así como, más adelante, gestionar el almacenamiento de las baterías con la energía sobrante de los momentos de producción pico, para utilizarla después en los momentos que no se produzca tanto. Es por ello que habrá que buscar una optimización de la instalación.

Como se ha visto, por parte de la energía fotovoltaica se empieza a disponer de energía a partir de las 9:00 de la mañana, hasta en torno a las 18:00, por lo que la principal producción de energía en esa franja horaria será mediante placas fotovoltaicas. En cuanto a la energía eólica, se produce energía a lo largo de todo el día, pero el periodo que más produce es a partir de las 11:00 de forma aproximada, hasta media noche, por lo que aprovecharemos esa parte del día y la tarde para producir electricidad mediante energía eólica. Con estas dos gestiones, podríamos cubrir de manera más o menos eficaz los picos de consumo que aparecen sobre las 14:00 y sobre las 21:00. Para el consumo que se realiza de noche, será necesario usar las baterías que se utilizará para almacenar la energía que se genera a posta de sobra a lo largo del día, para poder abastecerse por la noche.

Para poder optimizar la instalación, se ha optado por crear una tabla de datos en donde poder estimar las potencias instaladas de cada tipo para poder calcular la instalación más óptima.

En el caso de la energía solar, se ha supuesto una potencia X instalada (que no tiene por qué ser la definitiva, ni coincidir cuando vayamos a colocar las placas), y dicha potencia instalada (o sea, dicho número de placas instaladas), multiplicada por la radiación, obtendremos la potencia que produciríamos cada hora. Sin embargo, por seguridad, se suele utilizar un coeficiente de sobredimensionamiento en el que se tiene en cuenta las pérdidas de la instalación (dichas pérdidas engloban la suciedad que se acumula en los paneles, una temperatura diferente a la que se realizan los ensayos, tolerancias de fabricación, y más aspectos), cogiendo un valor en torno al 20% de la potencia instalada. Este coeficiente se tendrá en cuenta a la hora de sacar el número de placas, puesto que ahora se está estimando con la energía generada aprovechable de las mismas. También se ha tenido en cuenta el rendimiento del inversor, que suele ser en torno al 90%, y por el que también se generan unas pérdidas que hay que compensar.

En cuanto a la energía eólica, se deberá de realizar algo diferente que con la energía solar fotovoltaica. En este caso habrá que predefinir el tipo de aerogenerador debido a que como se ha visto, se debe de multiplicar la curva de potencia del aerogenerador con las diferentes rachas de viento, y cada aerogenerador tiene una curva de potencia diferente. Por ello, se establecerá de base un aerogenerador real de 20 kW (con el que se piensa que podría ser una potencia idónea y con el que podremos abastecer el consumo de la comunidad colocando varios de esta potencia), con su curva de potencia, y jugaremos con su energía generada por cada uno y el número de ellos para establecer una energía global generada, e interactuar con la generación



de energía por parte de los dos recursos para buscar el punto óptimo. Si se tiene algún caso de que en el intervalo de una hora hay dos velocidades de viento, habrá que sumar cada una por el tiempo que esté: por ejemplo, en el intervalo de 1:00 a 2:00, la velocidad del viento son durante 15 minutos 6 m/s, mientras que los otros 45 minutos el viento es de 5 m/s. Por ello, para sacar la potencia generada, habrá que multiplicar el tiempo que está en esa velocidad por la potencia que genera a esa velocidad, siendo en este caso:

$$0'25 * 3000 + 0'75 * 1250 = 1687'5 W$$

Se ha configurado que las baterías únicamente funcionen en caso de que la energía generada por la fotovoltaica y la eólica no fuese suficiente, como podría pasar en las horas nocturnas.

Cabe señalar que la optimización de la instalación no solo reside en la búsqueda de elegir una potencia instalada en forma de energía solar fotovoltaica, otra en forma de energía eólica, y hacer que entre uno y otro generen lo mismo o un poco más que la energía consumida, sino que la optimización sería, en un principio, conseguir utilizar lo menos posible las baterías, reduciendo el número y la profundidad de los ciclos, y así alargar su vida útil. La potencia que se deberá de instalar de baterías será igual a la energía de la hora de máxima descarga, pero teniendo en cuenta también la velocidad de descarga, que limita lo rápido que se pueden descargar las baterías, o la profundidad de descarga, que es el límite de vaciado de energía que le podemos hacer a la batería sin afectar a su vida útil. A la vez que hay que tener en cuenta esto, es necesario también establecer unas medidas que aseguren la continuidad del suministro en el caso de que algunas de las fuentes de energía fallasen; a lo que nos referimos es que hay que asegurarse de que, si falla por ejemplo el viento, dado que aparece un día que no hay ni una simple brisa, deberán de ser capaces la energía solar y las baterías de poder aportar la energía suficiente a la comunidad aislada para que ésta no se quede sin suministro; por ello, y aunque encarezcamos la instalación debido a la necesidad de un mayor número de baterías, hemos decidido que la energía aportada por ambas fuentes sea aproximadamente la misma, primando la continuidad del suministro antes del coste de la instalación.

De todas las configuraciones que se han probado, la expuesta anteriormente es por la que se ha decidido. El proceso ha sido partir de una generación total por energía eólica, debido a que gracias a la cantidad de viento se puede generar mucha energía con un aerogenerador, y a los elementos de la instalación, puesto que es más difícil ajustar generadores con potencias de kW, que las placas solares, cuyas potencias rondan entre los 150 y 300 W para instalaciones grandes; a partir de ahí, se añadió potencia instalada por parte de la fotovoltaica, y de este modo se ha intentado cuadrar para cubrir los dos picos de consumo con las dos energías.

Aclarar también que, a diferencia de las placas solares, en donde podemos ajustar una potencia a generar por las placas y luego calcular el número de placas necesarias para generar dicha potencia con las respectivas pérdidas de la instalación y demás, en los aerogeneradores debemos de calcularlo ya todo directamente para calcular la energía que queremos generar con ellos.

Tal y como se ha comentado previamente, la curva de velocidad del viento es igual para todos los aerogeneradores. Pero a diferencia de las placas, que funcionan a partir de la radiación disponible, y todas funcionan de igual forma, cada aerogenerador tiene una curva de potencia



diferente, por lo que no se puede decir de forma correcta que un aerogenerador de 20 kW genera el doble de potencia que un aerogenerador de 10 kW, puesto que no es verdad. Habría que analizar sus curvas de potencia y multiplicarlas por la curva de viento para ver si de verdad genera el doble, más o menos.

Además, también como en las placas, existen diversas pérdidas en el inversor, en la instalación, etc., que hacen que la energía producida por la instalación sea mayor que la que realmente generamos para consumir, precisamente por esto. Para las placas, sí que se puede suponer una potencia generada directamente para consumo, y a partir de ahí calcular las placas que nos son necesarias para generar esa energía consumible, contando ya todas las pérdidas; otra vez, en el caso de la eólica, debemos de tenerlo ya en cuenta de forma previa.

Los aspectos a tener en cuenta en la eólica son el rendimiento de la instalación y el rendimiento del inversor. Para el rendimiento de la instalación, donde se tiene en cuenta las pérdidas en los cables por efecto Joule y la variación de caída de tensión entre el principio y el final del cable, pérdidas de rozamiento en el motor, etc., se estima que sea un 90%. A su vez, en el caso de los inversores, en la actualidad todos los fabricantes dicen ser capaces de asegurar hasta un 95% de rendimiento en la instalación; por tomar medidas de seguridad, y realizar otro sobredimensionamiento a la instalación, se ha considerado más apropiado tomar el rendimiento del inversor como un 90%.

Por último, al tener seguro más de un aerogenerador en la zona, se producirá un “efecto sombra” entre ellos, lo cual se perjudican entre sí en lo que se refiere a la producción total del sistema. La dirección del viento nunca es fija ni uniforme, por lo que de seguro que a lo largo del año habrá algunos momentos en los que los aerogeneradores permanecerán alineados, haciendo que el aerogenerador que esté detrás produzca menos de lo que podría hacerlo. Nunca se sabe con exactitud qué coeficiente general de minoración aplicar, puesto que depende en gran medida de la intensidad de viento, y es algo que nunca es constante. Sin embargo, para la disposición de los aerogeneradores, debido a que conocemos que la dirección del viento predominante será de oeste a este, por las razones explicadas anteriormente por las que existe mucho viento en la zona, podemos estimar que la sombra que se realizan entre unos y otros no es realmente representativa, por lo que se ha estimado en un 15% las pérdidas debido a este efecto. Precisamente por evitar el efecto sombra en mayor medida, se ha tenido en cuenta que la distancia entre un aerogenerador y otro será dos veces y medio el diámetro de las palas.

Así pues, la energía real consumible producida por un aerogenerador será:

$$\text{Energía consumible} = \text{Energía producida} * \eta_{\text{instalación}} * \eta_{\text{inversor}} * \text{efecto sombra}$$

$$\text{Energía consumible} = \text{Energía producida} * 0'9 * 0'9 * 0'85$$

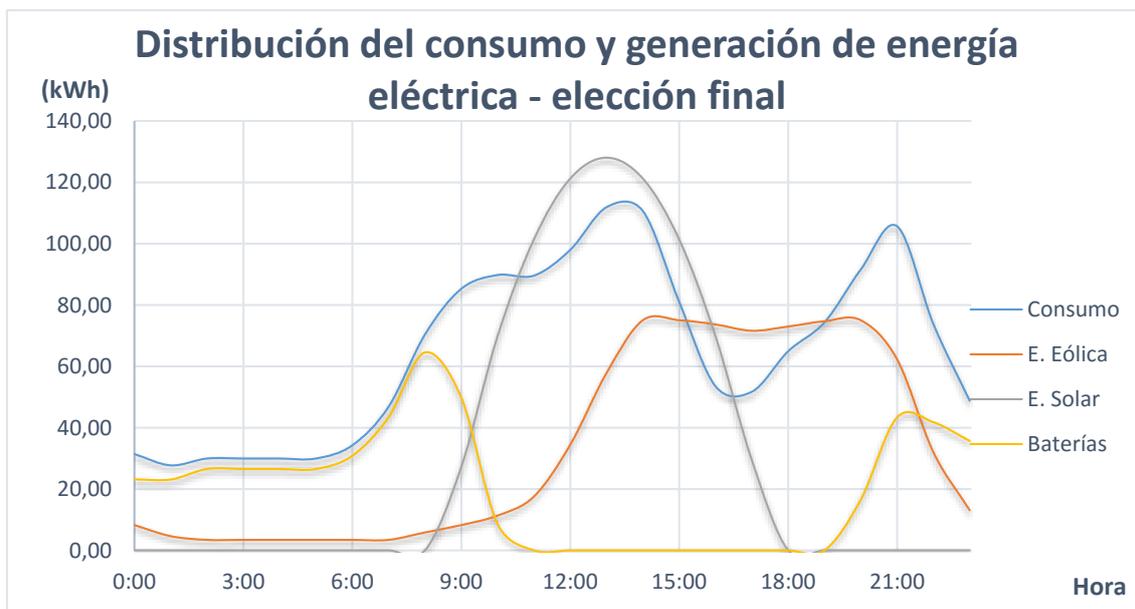
Teniendo todo esto en cuenta, al final la distribución de las potencias sale en la forma que aparece en la siguiente tabla. El caso que se muestra a continuación ha sido el caso más óptimo de la instalación. El caso donde se utilizan 6 aerogeneradores sería el indicado más óptimo desde el punto de vista de las baterías atendiendo al aporte que deben de realizar. Sin embargo, por un lado y tal y como se dijo anteriormente, se ha dado preferencia a la continuidad del suministro antes que al coste, por lo que al final se ha elegido lo que aparece en la siguiente tabla, en donde podemos observar que la potencia aportada por las dos fuentes de energía es

prácticamente la misma; por el otro lado, porque el cálculo de las baterías no se realiza únicamente teniendo en cuenta la cantidad de energía que deben de aportar a la comunidad aislada un día normal, sino que debemos de tener en cuenta el consumo más desfavorable posible, que es sin nada de fuentes de energía (algo que es prácticamente imposible), y que asegure el suministro al menos un día entero. Esto se explicará con más detalle en el siguiente punto.

### Caso Elegido

Aerogeneradores	Energía producida				
4	Hora	Consumo (kWh)	Eólica (kWh)	Solar (kWh)	Aporte baterías (kWh)
	0:00	31,43	8,26	0,0	23,16
$\eta$ instalación	1:00	27,75	4,65	0,0	23,10
0,90	2:00	29,98	3,44	0,0	26,54
	3:00	29,98	3,44	0,0	26,54
$\eta$ inversor	4:00	29,98	3,44	0,0	26,54
0,90	5:00	29,98	3,44	0,0	26,54
	6:00	34,28	3,44	0,0	30,83
Efecto sombra	7:00	46,78	3,44	0,0	43,34
0,85	8:00	70,20	5,85	0,0	64,34
	9:00	85,02	8,26	27,2	49,56
Potencia Placas (kW)	10:00	89,52	11,36	69,8	8,32
223,0	11:00	89,31	17,56	101,4	0,00
	12:00	97,69	34,43	121,2	0,00
	13:00	111,61	57,83	128,0	0,00
	14:00	110,37	75,05	121,2	0,00
	15:00	80,78	75,05	101,4	0,00
	16:00	53,26	73,67	69,8	0,00
	17:00	51,47	71,60	29,5	0,00
	18:00	64,66	72,98	0,0	0,00
	19:00	74,06	74,70	0,0	0,00
	20:00	91,31	75,05	0,0	16,26
	21:00	105,48	62,31	0,0	43,17
	22:00	73,71	32,02	0,0	41,69
	23:00	48,78	13,08	0,0	35,69
	<b>Todo el día</b>	<b>1557,36</b>	<b>794,36</b>	<b>769,63</b>	<b>485,63</b>
			<b>1563,99</b>		

Tabla 15 – Distribución de la generación de energía eléctrica.



Gráfica 14 – Distribución de la generación de energía eléctrica.

En esta gráfica se puede observar de forma mucho más visual cómo se complementan las diferentes fuentes de energía para poder abastecer el consumo en cada intervalo de tiempo. Tal y como se vaticinó anteriormente, para el consumo que se realiza por la noche sería necesario casi en su totalidad la utilización de las baterías. A medida que transcurre el día, primero se obtiene el aporte de la energía fotovoltaica y después, para los dos picos de consumo, se puede en gran medida abastecer con la energía solar para el primer pico, y más o menos con eólica el segundo pico, que junto con lo que sobra por la tarde de la generación por parte de la energía eólica y solar, da suficiente para poder recargar las baterías sin dificultades.

#### 1.4.4. Condiciones Meteorológicas que afectan a la Instalación – Capacidad de las baterías.

Una vez que se dispone de las potencias a instalar necesarias en forma de placas fotovoltaicas y aerogeneradores, es necesario calcular la potencia necesaria a instalar por parte de las baterías.

Como hemos podido comprobar, sería necesario que, a lo largo del día, las baterías aportasen 452 kWh de energía a la comunidad aislada para que ésta no se quede sin abastecimiento de energía eléctrica en los momentos que la instalación solar fotovoltaica y la instalación eólica no produjesen suficiente energía, como podría suceder por la noche.

Los dos parámetros que hay que tener en cuenta para el cálculo de la energía que deben suministrar las baterías, es necesario saber la profundidad de descarga y el número de días de autonomía, o, dicho de otro modo, la velocidad de descarga de las baterías. El número de días de autonomía será función de la situación de riesgo o pérdidas que un fallo en el sistema pueda

causar. Debido a que suponemos un riesgo bajo (muy difícilmente existirá una situación de ausencia de ambos recursos energéticos, o fallos simultáneos de los mismos), se supondrá 1 día de autonomía.

En cuanto a la profundidad de descarga, es un dato que nos proporciona el fabricante y que nos dice, en valor porcentual, cuál es la máxima cantidad de energía que podemos extraer de la batería sin que afecte a su funcionamiento; el valor estándar más globalizado es el de un 70%.

Una vez con todos los datos necesarios obtenidos (se considera que el consumo del día más desfavorable es el día que estamos calculando, con la energía necesaria a aportar las baterías como dicho consumo), estamos en disposición de calcular la potencia a instalar en baterías:

$$Capacidad_n = \frac{N^{\circ} \text{ días autonomía} * \text{Consumo más desfavorable}}{\text{Profundidad de descarga}}$$

$$Capacidad_{24} = \frac{1 * 1557 \text{ kWh}}{0'7} = 2224 \text{ kWh}$$

Además, una seguridad que debe de cumplir las baterías, es que la Intensidad máxima de descarga sea menor al 10% de la capacidad de las mismas, siendo otra forma de asegurar suministro de energía durante el periodo calculado. Por ello, deberemos de pasar los kWh a Ah, siendo la medida más habitual de medición de capacidad de una batería.

Para pasar los kWh a los Ah, es necesario dividir los kWh entre la tensión de la instalación, tema del que todavía no se había hecho mención. La tensión de la instalación no influye en el resultado del número de placas o aerogeneradores a colocar, puesto que es normal encontrar instalaciones de viviendas aisladas con tensiones de 12, 24 o 48 V. En nuestro caso, se ha elegido que la tensión de la instalación sea de 48 V, para minimizar las pérdidas, puesto que, a mayor tensión, menor intensidad para una misma energía consumida, por lo que reducimos notablemente las pérdidas por efecto Joule:

$$P_{\text{Joule}} = R * I^2$$

De este modo, la capacidad de las baterías en Ah será de

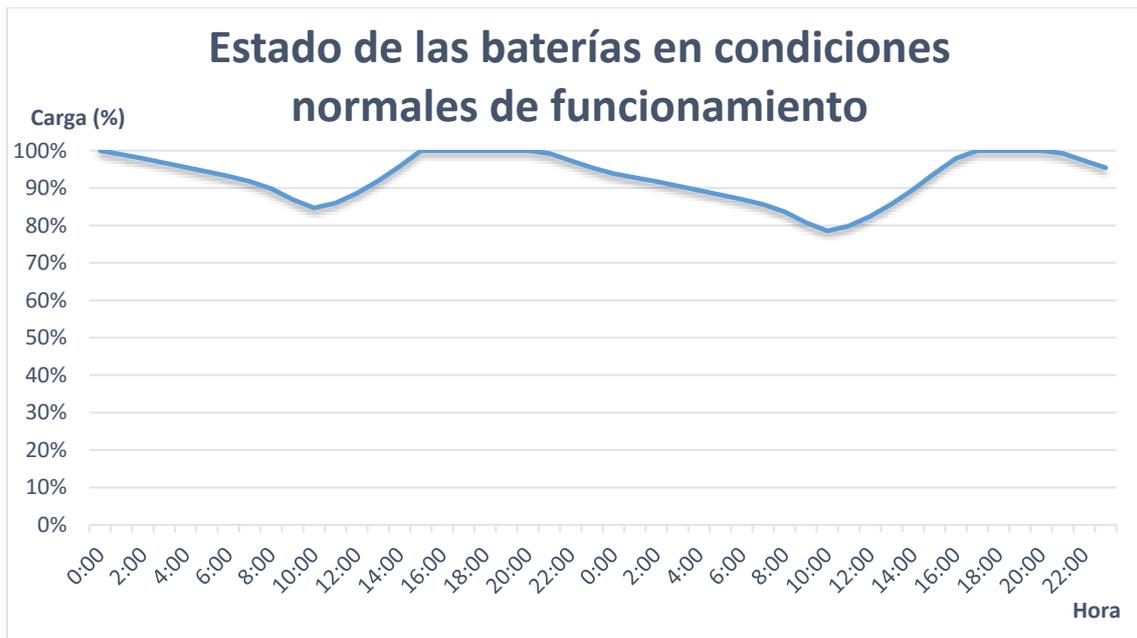
$$Capacidad_{24} = \frac{2224 \text{ kWh}}{48 \text{ V}} = 46.339'3 \text{ Ah}$$

En cuanto a la intensidad máxima de descarga que aparece en nuestra instalación, tenemos que utilizar la hora más crítica, que es donde se realiza un mayor consumo. El peor momento del día es a las 13:00, donde se realiza un consumo de 111'88 kW, que pasados a Ah son 2.331 Ah. Como podemos observar, el criterio anterior mencionado se cumple, puesto que la Intensidad de descarga máxima es menor al 10% de la capacidad de las baterías, siendo esta intensidad 4.634 Ah.

Ahora que conocemos la capacidad de las baterías, estamos en disposición de calcular la fiabilidad de nuestra instalación frente a complicaciones meteorológicas. Las posibles complicaciones que se podrían producir sería:

- Ausencia de viento.
- Ausencia de sol.
- Ausencia de ambos.

En condiciones normales de la instalación, podemos ver cómo las baterías se mantienen en un rango más o menos constante de carga, donde podemos apreciar que se genera suficiente energía para abastecer el consumo y mantener las baterías con la carga lo más alta posible.



Gráfica 15 – Estado de baterías en condiciones normales de funcionamiento.

En una instalación aislada de cualquier tipo (ya sea solar, fotovoltaica, biomasa, etc.), siempre se calculan los días de autonomía que tiene la instalación para poder suministrar energía eléctrica sin tener ningún déficit de potencia, en caso de ausencia de las fuentes de energía que las abastecen.

A diferencia de otros tipos de energía (por ejemplo, la biomasa), las dos energías que se han elegido no tienen una constancia de generación de energía, es decir, generan energía de forma intermitente. Por ello puede darse el caso de que durante un cierto periodo de tiempo no dispongamos de una de las fuentes de energía, incluso podría existir el extraño caso de que no dispongamos de ninguna de ellas.

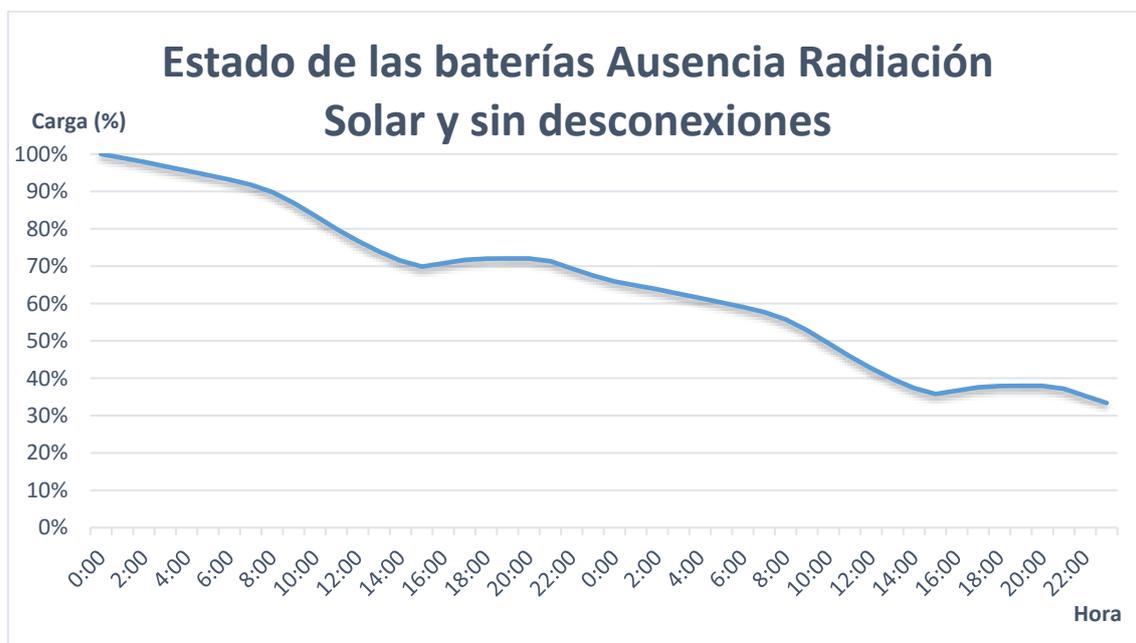
Es por ello, que se plantea necesario realizar un estudio de la carga de las baterías en función de los casos expuestos anteriormente: suministro sin radiación solar, suministro sin viento, y suministro sin ninguna de ambas.

En cada uno de estos casos, se ha realizado una gráfica con la evolución de la carga de las baterías, para conocer su estado en función del suministro a lo largo del día, y cómo de cerca

está en el límite de descarga de las baterías, determinado, como se ha dicho antes, por la profundidad de descarga, teniendo de este modo en cuenta la vida útil de las baterías.

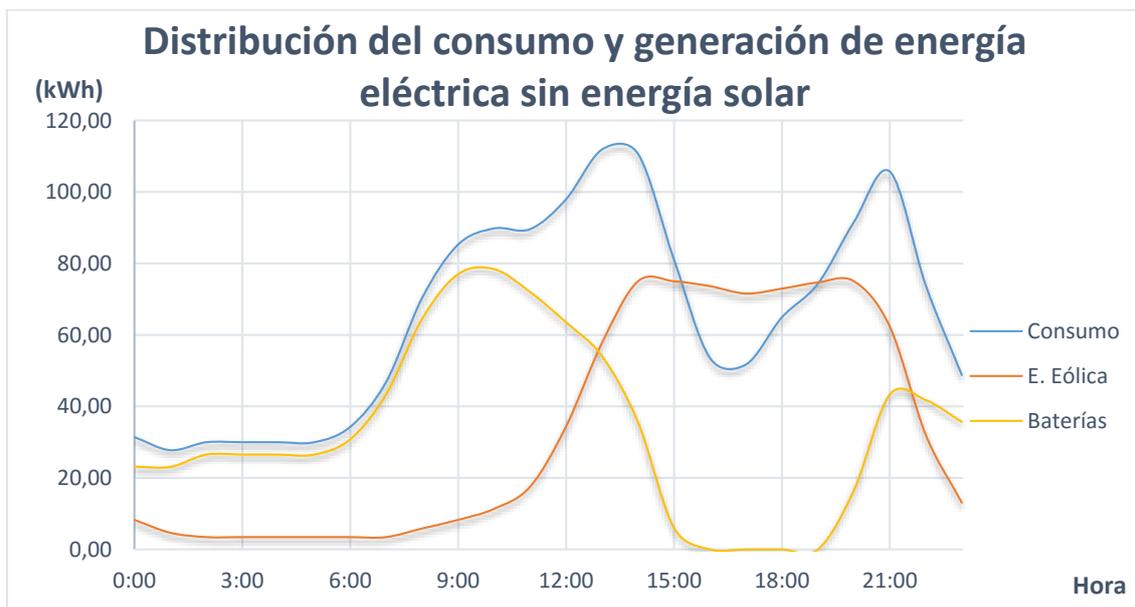
#### 1.4.4.1. Ausencia de Radiación Solar.

En este apartado, se ha realizado un estudio de la carga de las baterías suponiendo radiación nula, por lo que el único aporte de energía sería el que aportaría la energía eólica.



Gráfica 16 – Estado de baterías sin radiación solar y sin desconexiones.

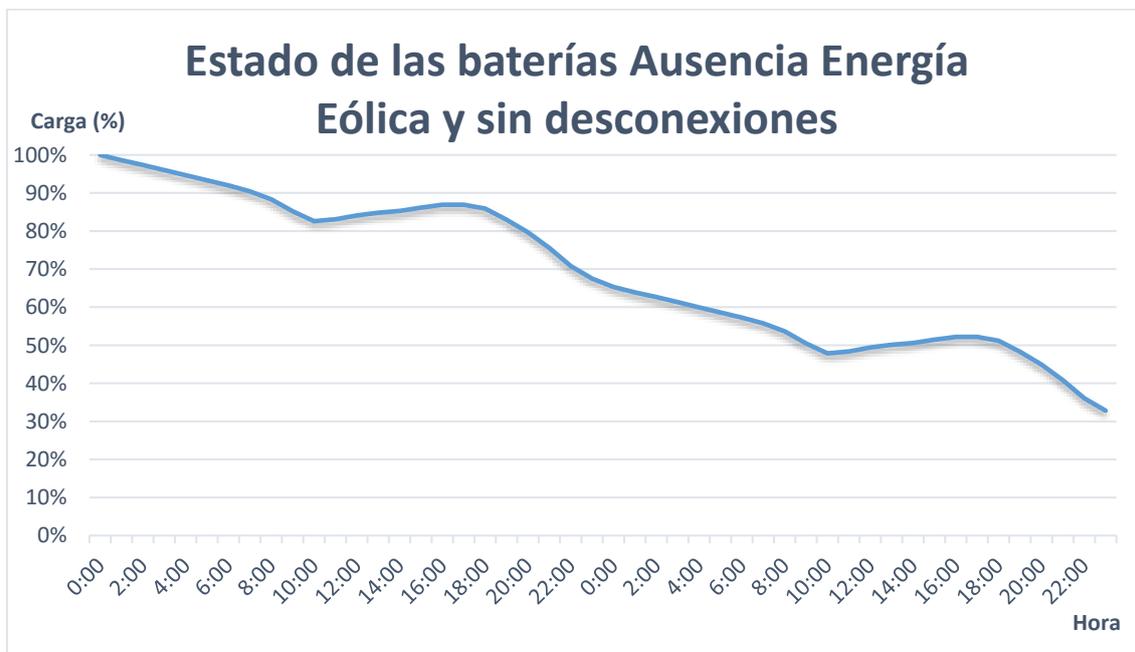
En la gráfica anterior se puede ver que esa variación en la tendencia de descarga que ocurre entre las 15:00 y las 20:00, es debido a que en ese periodo de tiempo se produce más energía de la que se consume, por lo que se consigue recargar las baterías, aunque sea de una forma ligera. Esto se aprecia mejor si se observa la curva de carga y las curvas de aporte de energía por parte de las fuentes.



Gráfica 17 – Distribución del consumo y generación de energía eléctrica sin energía solar.

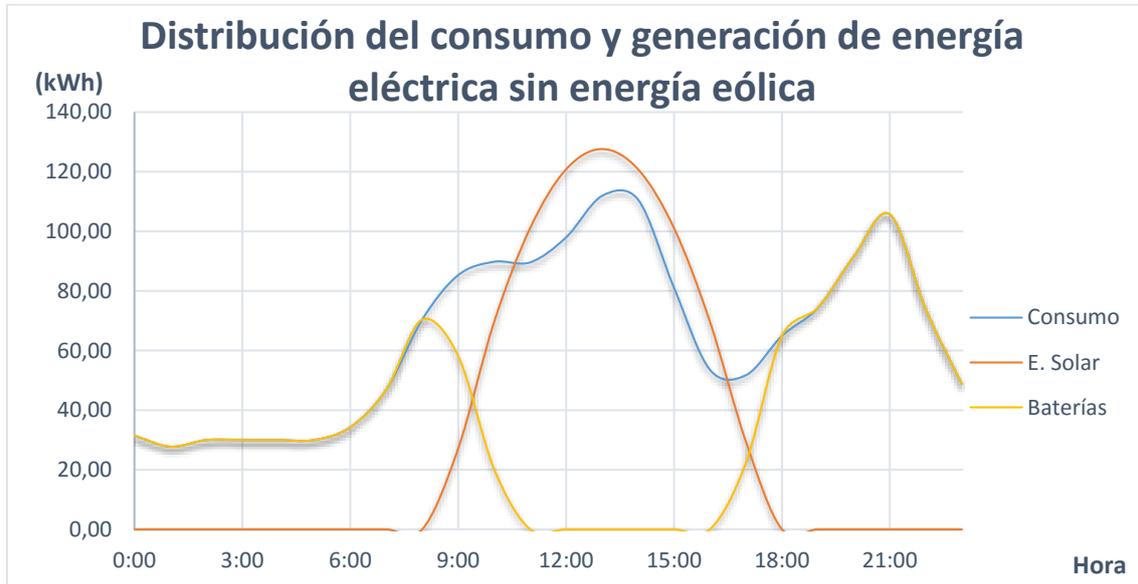
#### 1.4.4.2. Ausencia de Viento.

Igual que en el apartado anterior, en este apartado, se ha realizado un estudio de la carga de las baterías suponiendo ausencia de viento, por lo que el único aporte de energía sería el que aportaría la energía solar fotovoltaica.



Gráfica 18 – Estado de baterías sin viento y sin desconexiones.

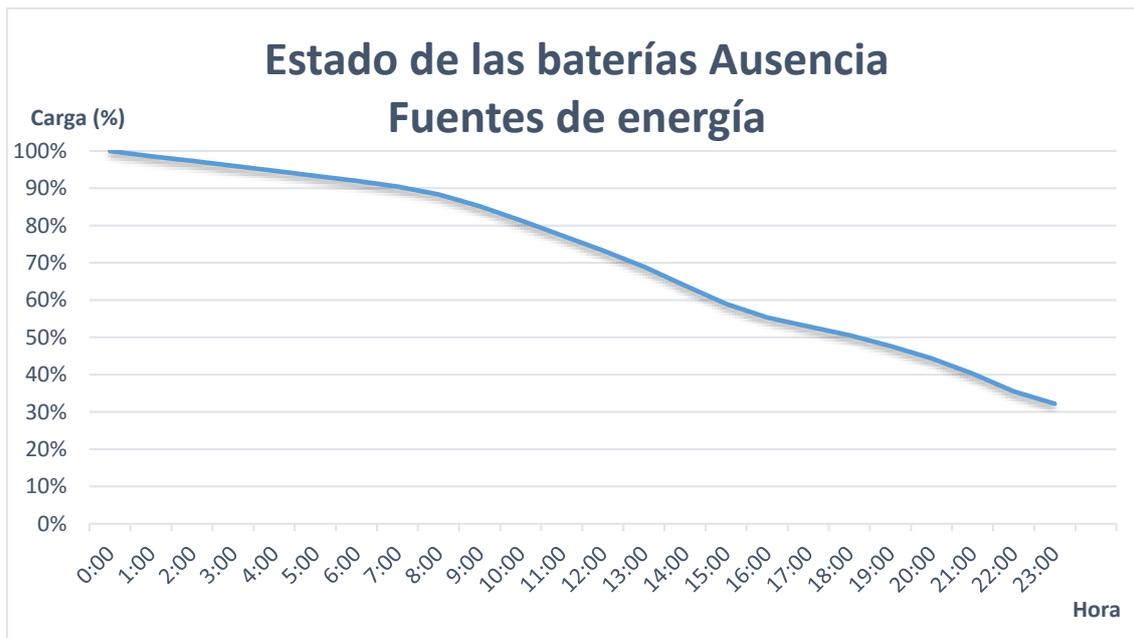
Aquí, esa variación en la tendencia de descarga que ocurre entre las 10:00 y las 17:00, es debido a que en ese periodo de tiempo se produce más energía de la que se consume, por lo que se consigue recargar las baterías, aunque sea de una forma ligera. Esto se aprecia mejor si observamos la curva de carga y las curvas de aporte de energía por parte de las fuentes.



Gráfica 19 – Distribución del consumo y generación de energía eléctrica sin energía solar.

#### 1.4.4.3. Ausencia de ambas Fuentes de Energía.

Por último, se ha realizado un estudio de la carga de las baterías suponiendo ausencia de viento y solar fotovoltaica., por lo que todo el consumo correría a cargo de las baterías. Aquí, a diferencia de los dos apartados anteriores, claramente no existirán zonas donde se recarguen un poco las baterías, puesto que ahora no hay ninguna generación de energía por parte de las fuentes instaladas.



Gràfica 20 – Estado de baterías sin viento ni radiación solar y sin desconexiones.

#### 1.4.4.4. Conclusiones.

Como se ha podido observar, en todos los casos se cumple ese día de autonomía previsto con el que se ha calculado la capacidad de las baterías. En cada una de las situaciones, se ha supuesto que no existe ni radiación ni viento, algo que de forma lógica se puede suponer que es imposible.

En el caso de la radiación solar, se sabe de antemano que, aunque el cielo esté muy nublado, sigue existiendo una cantidad de radiación moderada, por lo que nunca estaríamos con una radiación solar nula (aunque sí que sucedería que el aporte de energía mediante las placas solares no fuese suficiente para abastecer el consumo sin que finalizado un día se haya descargado parte de las baterías).

El caso de la ausencia de viento sí que es más probable, puesto que sí que existen días en nuestro territorio en los que no sopla prácticamente nada de viento. Sin embargo, una de las razones de haber elegido la energía eólica como fuente de energía para nuestra comunidad fue debido a la localización; Comodoro Rivadavia, como tal se ha explicado en la introducción del proyecto, tiene una media de viento de unos 34 km/h, haciendo a la ciudad una de las 10 ciudades más ventosas del mundo, por lo que estamos casi asegurando la fuente de energía (aunque nunca se puede asegurar un 100%).

Además, hemos asegurado la continuidad del suministro en cada uno de los diferentes casos, gracias al haber optimizado la instalación para que cada una de las fuentes de energía aporte aproximadamente la misma energía, por lo que no estaremos en una peor situación si tenemos radiación cero y solo viento, o viceversa.

En todas las situaciones se ha valorado la desconexión de ciertos elementos de la comunidad en el caso de que hubiesen varios días de poca radiación o poco viento, y se llegase al límite de descarga por parte de las baterías en donde ya se vería afectado su vida útil.

Tanto en el caso de cuando únicamente recibimos energía solar, como en el caso de que únicamente recibimos energía eólica (debido a que, al ser casi la misma potencia generada por parte de ambos, podemos considerar los casos similares), se ha estimado que a partir de tener menos de un 60% de carga de las baterías, se elimine el consumo que realiza el pabellón, se reduzca a la mitad el alumbrado nocturno (e incluso en las horas más profundas de la noche, donde todo el mundo debería de estar durmiendo, desconectar el alumbrado) y se solicite a los comercios más prescindibles que cerrasen (la papelería, el bar y la tienda de ropa) y a los otros dos, una reducción de su consumo (en el caso del supermercado, se podría no realizar ningún producto de bollería industrial o de horno, reduciendo en gran medida el consumo del establecimiento, y en el caso de la farmacia, reducir el número de luces que tiene de normal encendidas).

Con esta situación, estaríamos ahorrando aproximadamente 400 kWh por día, por lo que se podría prolongar hasta en un día y medio la continuidad del suministro de la comunidad a lo más importante (viviendas, centro médico, ayuntamiento.) Si ya llegamos al límite de la profundidad de descarga de las baterías, como método de urgencia se desconectaría todo el sistema, velando por la seguridad de las baterías, y estando un par de días el suministro desconectado hasta que se recuperase la carga de las baterías.

En el caso de un suministro nulo de energía por parte de ambas fuentes, se realizaría el mismo procedimiento, de modo que se alargaría un poco menos de un día más de suministro de energía eléctrica a lo más necesario. Al igual que en el caso anterior, se desconectaría todo el sistema hasta que hubiese energía suficiente para poder empezar de nuevo una vida normal y las fuentes comenzasen a generar sin problemas la energía correspondiente.

Tal y como se ha expuesto al principio de este capítulo, estamos analizando los casos más extremos posibles. Es muy improbable que no haya viento un día, menos que no haya viento en varios días, y mucho menos que haya nada de radiación, no solo un día, sino varios seguidos. Por ello, se garantiza que en el caso de que exista algún problema por parte de una de las fuentes, la continuidad del suministro será mayor que la obtenida en estos apartados.

#### 1.4.5. Cálculo de los elementos de la instalación.

En este apartado, se va a calcular todos los elementos necesarios para poder realizar la instalación. Aquí ya se definirá el número de placas, aerogeneradores, la potencia instalada de cada ellos, el número de reguladores/inversores, la cantidad de baterías, y todos los demás elementos para poder realizar la instalación correctamente.

1.4.5.1. Cálculo del número de baterías.

Como se obtuvo en el apartado 2.2.4., será necesario instalar una capacidad de baterías de 2230 kWh o 46.458 Ah. Sin embargo, las baterías que dé más capacidad podemos encontrar es de apenas unos miles de Ah, por lo que será necesario colocar varias líneas en paralelo de baterías hasta alcanzar la capacidad que necesitamos. Además, la tensión de las baterías difiere de normal con la tensión de la instalación, por lo que será necesario colocar múltiples baterías en serie hasta llegar a la tensión de la instalación.

En este caso, para nuestra instalación nos hemos decantado por las baterías TAB OPzS, y más en concreto en el modelo 24 OPzS 3000, teniendo una capacidad de 3900 Ah para una autonomía de un día, tal y como habíamos calculado.

Estas baterías estacionarias con la tecnología convencional de plomo – ácido están destinadas al suministro de instalaciones de energía solar fotovoltaica o eólica, por lo que es perfecta para nuestra instalación.

## TAB OPzS

**LAS BATERÍAS TAB OPzS SE FABRICAN CON LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL DE PLOMO-ÁCIDO.**

Las baterías estacionarias del tipo OPzS están destinadas al suministro de instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica, Telecomunicaciones, Ordenadores, Iluminación de emergencia, Sistemas de alarmas, Sistemas de control y vigilancia en plantas de energía y estaciones eléctricas estaciones de tren, aeropuertos, etc...



**OPzS elemento Monoblock**

**DISEÑO**

**ELECTRODO POSITIVO**  
» Placa Tubular con baja aleación de antimonio (<2%)

**ELECTRODO NEGATIVO**  
» Placa plana con expansor de larga duración

**SEPARACIÓN**  
» Separador microporoso

**ELECTRÓLITO**  
» Ácido sulfúrico peso específico de 1,24 g/cm<sup>3</sup>

**RECIPIENTE**  
» Alta resistencia a impactos, material transparente SAN

**TAPA**  
» ABS (SAN) \* en color gris dependiendo del modelo

**ELEMENTOS CON CELDAS CIEGAS**  
» 4V, 6V, 8V, 10V

**TAPONES**  
» Tapones cerámicos según norma DIN 40740

**POLOS SELLADOS**  
» 100% hermético. Evita fugas de gas y electrolito

**CONECTOR**  
» Cable de cobre aislado flexible con sección transversal de 35, 50, 70, 95 o 120 mm<sup>2</sup> (35, 50 o 70 mm<sup>2</sup>) \*

**TIPO DE PROTECCIÓN**  
» IP 25 respecto a la norma DIN 40050, contacto protegido según VBG4

**CARGA**

**IU - CARACTERÍSTICAS**  
» I<sub>max</sub> sin límite

**CARGA DE FLOTACIÓN**  
» U = 2,23 V / celda ± 1%, entre 10°C y 30°C  
ΔU/ΔT = -0,004 V/K por debajo de 10°C de promedio mensual

**CARGA INICIAL**  
» U = 2,35 a 2,40 V / celda, tiempo limitado

**CARACTERÍSTICAS DE DESCARGA**

**TEMPERATURA DE REFERENCIA**  
» 20°C en el C10 (1,80 V / celda) y 25°C en C100 (1,85 V / celda)

**CAPACIDAD INICIAL**  
» 100 %

**INTENSIDAD DE DESCARGA**  
» Normalmente hasta el 80%  
» Más del 80% POD o descargas más allá de las tensiones de descarga final (independientes de la corriente de descarga) tienen que ser evitadas

**DATOS OPERATIVOS**

**VIDA ÚTIL**  
» Hasta 20 años (18 años) \* a 20°C

**INTERVALO ENTRE RELLENO DE AGUA**  
» Más de 2 años a 20°C

**CICLOS IEC 896-1**  
» 1500 (1200)\*

**AUTODESCARGA**  
» Aprox. 2% meses a 20°C

**TEMPERATURA OPERATIVA**  
» -20°C a 55°C, 10°C a 30°C

**REQUISITOS DE VENTILACIÓN**  
» F1 = 0,5 (aleación de bajo antimonio) según NORMATIVA EN 50272-2

**MEDIDAS DE CONFORMIDAD CON**  
» DIN 40 737 parte 1

**PRUEBAS DE CONFORMIDAD**  
» IEC 896-1

**NORMAS DE SEGURIDAD**  
» VDE 0510 parte 2 y EN 50272-2

**TRANSPORTE**  
» Estas mercancías NO SE CONSIDERAN MERCANCÍAS PELIGROSAS durante el transporte por carretera

Imagen 7 – Características de las baterías OPzS.

TIPO DE CELDA	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C10 (Ah) Uf=1,80V at 20 °C	C100 (Ah) Uf=1,85V at 25 °C
<b>BLOQUES</b>					
12 OPzS 1500	2	210x275x861	88/119	1659	2260
16 OPzS 2000	2	212x397x837	115/160	2200	3010
20 OPzS 2500	2	212x487x837	145/200	2751	3760
24 OPzS 3000	2	212x576x837	170/240	3298	4520

Imagen 8 – Características de las baterías OPzS.

Tal y como se comentó previamente, la tensión de la instalación es de 48 V, para que al aumentar la tensión de instalación se reduzca la intensidad y así reducir las pérdidas por efecto Joule.

El tipo de batería seleccionado tiene una tensión por vaso de 2 V, por lo que será necesario colocar vasos en serie hasta llegar a la tensión de la instalación, es decir, a los 48 V. Para conocer el número de baterías en serie, basta con dividir la tensión de la instalación entre la tensión de cada vaso:

$$N^{\circ}_{baterías\ serie} = \frac{V_{instalación}}{V_{vaso}} = \frac{48\ V}{2\ V} = 24\ baterías\ en\ serie$$

Para obtener el número de líneas en paralelo de baterías necesarias a instalar, deberemos de dividir la capacidad total necesaria para la instalación entre la capacidad de la batería:

$$N^{\circ}_{baterías\ paralelo} = \frac{C_{instalación}}{C_{vaso}} = \frac{46.339'3\ Ah}{3900\ Ah} = 11'88 \cong 12\ líneas\ en\ paralelo$$

De este modo, el número total de baterías sería de

$$12\ líneas\ en\ paralelo * 24\ baterías\ en\ serie = 288\ baterías$$

Nótese que, gracias al pequeño redondeo que se ha realizado hacia arriba con las líneas en paralelo, se ha ganado algo de capacidad total del sistema, o lo que es lo mismo, se ha ampliado ligeramente la capacidad para que el sistema no se quede sin suministro:

$$3900\ Ah * 12\ líneas\ en\ paralelo = 46.800\ Ah > 46.339'3\ Ah$$

#### 1.4.5.2. Cálculo del número de aerogeneradores.

Todo lo que se debe de tener en cuenta para el cálculo del número de aerogeneradores ya se ha tenido en cuenta en el apartado 2.2.3. de Producción de Energía.

Para calcular el número de aerogeneradores necesarios, se ha debido que predefinir primero el tipo de aerogenerador debido a que como se ha visto, se debe de multiplicar la curva de potencia del aerogenerador con las diferentes rachas de viento, y cada aerogenerador tiene una curva de potencia diferente. Por ello, se ha establecido de base un aerogenerador real de 20 kW con su curva de potencia, y se jugó con la energía generada por cada uno y el número de ellos para establecer una energía global generada, e interactuar con la generación de energía por parte de los dos recursos para buscar el punto óptimo.

A partir de las configuraciones realizadas en ese apartado, hemos podido obtener que para el caso más óptimo el número de aerogeneradores a instalar era de 4, con los que prácticamente se produciría un 50% de la energía necesaria para el consumo, dejando ese otro 50% en función de las placas.

Los aspectos que se han tenido en cuenta para calcular la potencia que genera un aerogenerador y el número de aerogeneradores necesarios, fueron el rendimiento de la instalación y el rendimiento del inversor y, por último, también se tuvo en cuenta el “efecto sombra” que se produce entre los aerogeneradores al haber más de uno, lo cual se perjudican entre sí en lo que se refiere a la producción total del sistema.

Así pues, el número final de aerogeneradores instalados es de 4. Los aerogeneradores que se ha elegido son los Aeolos – H 20 kW, debido principalmente a la buena curva de potencia que tiene, que se adecuaba perfectamente a la curva de viento que habíamos estimado, y porque además asegura estabilidad en el aerogenerador, soportando hasta 50 m/s de viento, un dato importante para una de las ciudades más ventosas del mundo.

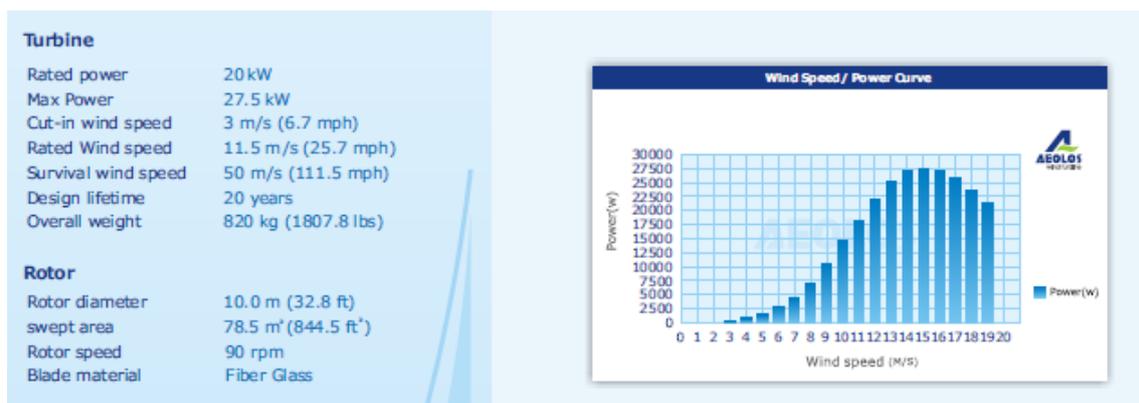


Imagen 9 – Características del aerogenerador Aeolos – H 20kW.

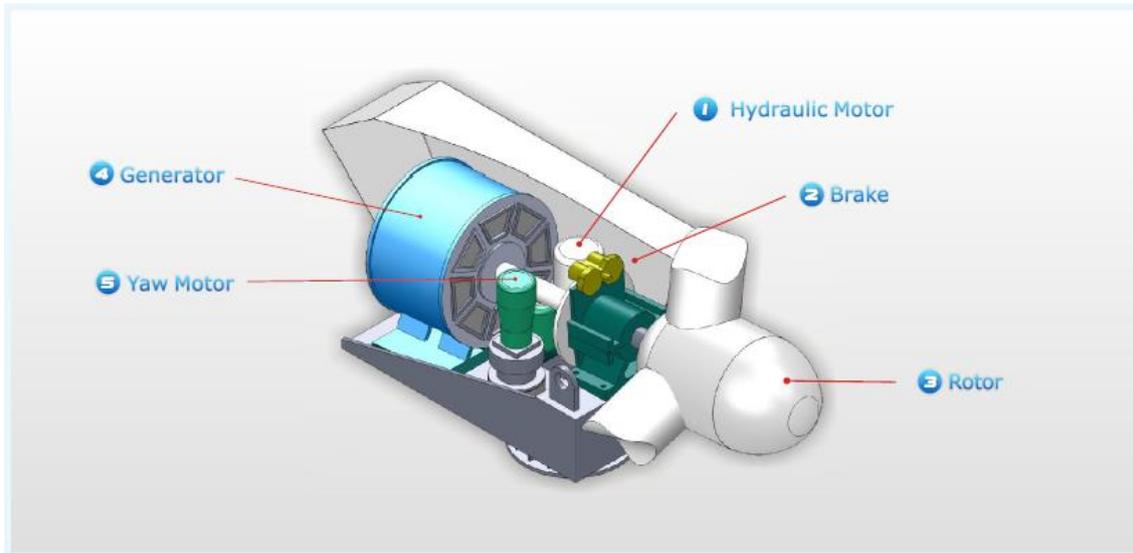


Imagen 10 – Estructura interna del aerogenerador Aeolos – H 20kW

#### 1.4.5.3. Cálculo del número de placas fotovoltaicas.

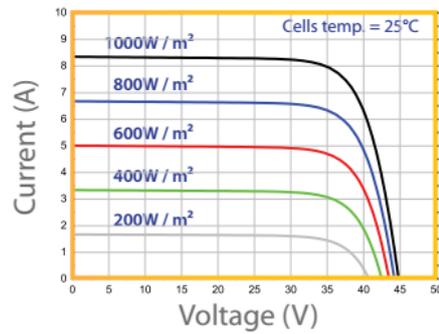
Para calcular el número de placas fotovoltaicas a instalar, es necesario establecer el tipo de placa que vamos a utilizar. En este caso, se ha decidido por instalar módulos fotovoltaicos de 300 Wp policristalino, que trabaja a tensión nominal de 24 V de la marca Up Solar. Las características físicas y eléctricas de la placa son:

Electrical Characteristics @ STC*					
MODEL	UP-M290P	UP-M295P	UP-M300P	UP-M305P	UP-M310P
Max Power Pm (Wp)	290	295	300	305	310
Max Power Voltage Vm (V)	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3
Max Power Current Im (A)	8.17	8.26	8.36	8.45	8.54
Open-Circuit Voltage Voc (V)	45.2	45.4	45.6	45.8	46.0
Short-Circuit Current Isc (A)	8.50	8.58	8.66	8.74	8.82
Module Efficiency	14.9%	15.2%	15.5%	15.70%	16.0%
Maximum System Voltage (V)	1000(IEC)/1000(UL)				
Power Tolerance	0/+3%				
Series Fuse Rating (A)	20A				

\*STC: Irradiance 1000 W/m², Module temperature 25°C, AM=1.5

Imagen 11 – Características Eléctricas de la gamma UP Solar M.

## IV Curves



● Deviation of  $V_m$  (V),  $I_m$  (A),  $V_{oc}$  (V) and  $I_{sc}$  (A) of  $\pm 2.5\%$

Imagen 12 – Curva característica IV de la gamma UP Solar M.

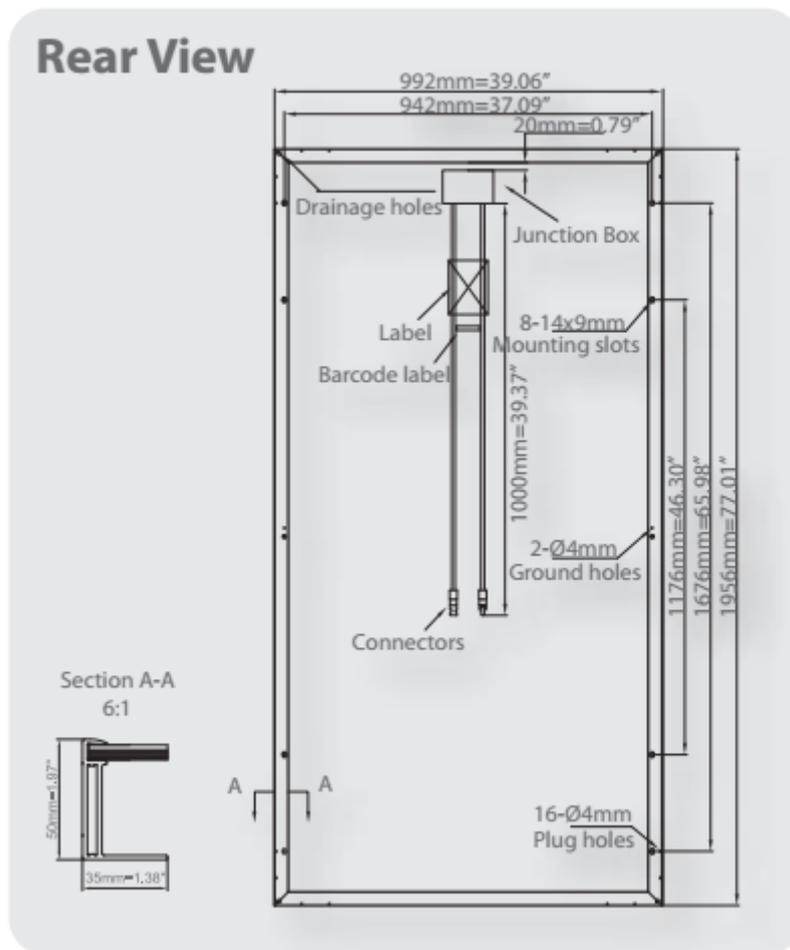


Imagen 13 – Estructura física de la gamma UP Solar M.

Tal y como se explicó en el apartado 2.2.3., se ha estimado una potencia instalada para calcular la potencia que se generaría con dicha potencia instalada y la radiación que hay en la localización, por lo que se utilizará esa potencia instalada estimada como base de los cálculos. En esa potencia instalada se estimó un rendimiento para el inversor de un 90%, en donde también se generan pérdidas y hay que compensar para que la comunidad no se quede sin suministro.

Para calcular el número de placas totales, simplemente sería dividir la potencia instalada estimada entre la potencia de la placa. Sin embargo, hay que se recuerda que se estimó un coeficiente de sobredimensionamiento de un 20% a la hora de calcular el número de placas, en donde se engloba la pérdida de producción de energía con el paso del tiempo, acumulación de suciedad en los paneles, una temperatura diferente a la que se realizan los ensayos, tolerancias de fabricación, y más aspectos. Por ello, el número de placas a instalar sería:

$$N^{\circ}_{placas} = \frac{P_{inst. est.} * Coeficiente}{P_{placa}} = \frac{223 kW * 1'2}{300} = 892 \text{ paneles}$$

Éste sería el número de placas necesarias a colocar si únicamente se tuviera en cuenta la potencia. Sin embargo, ahora será necesario distribuir todas las placas en función de los inversores, por lo que es muy posible que el número de paneles varíe una vez tengamos esto.

En general, la disposición física de las placas debe realizarse en filas consecutivas, dejando una separación entre medias para que no se produzca un efecto sombra entre ellas. La longitud de cada fila debe ser lo suficientemente larga como para aprovechar bien el espacio disponible, pero debe de poseer zonas de paso que permitan acceder a la parte posterior de las placas sin necesidad de realizar trayectos con distancias grandes. El espacio mínimo entre filas que es necesario dejar para que no se produzcan sombras es función de la altura relativa entre una fila y la siguiente, y de la latitud del lugar en el que está emplazada la instalación,

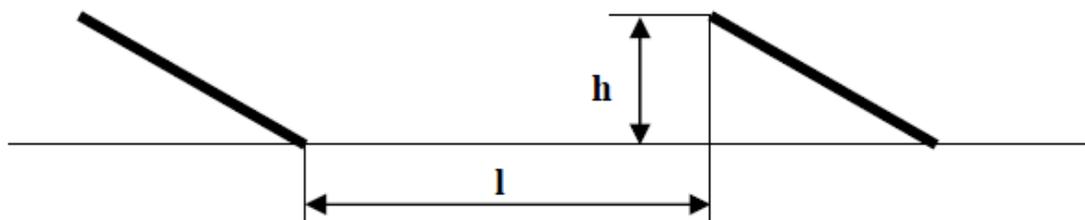


Imagen 14 – Distancia entre placas.

siendo el factor k en función de la latitud del lugar. Para latitud elegida, se establece un valor de k de 3,9. Teniendo en cuenta que las placas son de 2x1m de dimensiones (redondeando para facilitar cálculos), y tenemos una inclinación de 36°, la altura h sería

$$h = 2 * \sin 36^{\circ} = 1'17 \text{ m}$$

Por lo que, la distancia mínima a dejar es:

$$I = k * h = 3'9 * 1'17 = 4'5 \text{ m}$$

#### 1.4.5.4. Cálculo del número de inversores.

Los inversores son los elementos encargados de transformar la energía eléctrica en corriente continua que proporcionan las placas en energía eléctrica en corriente alterna, disponible para el consumo de los receptores de nuestra instalación.

Los inversores son los que van a condicionar la distribución de los paneles en cuanto al número de líneas de paneles en paralelo o la cantidad de paneles en serie. Para la parte fotovoltaica de la instalación, se ha decidido utilizar los inversores Sunny Tripower de 25 kW TL de la marca SMA.

Este inversor se adapta perfectamente a la comunidad, puesto que es muy bueno para plantas de gran tamaño, ya sea industrial y social. Además, tiene un alto rango de tensión de entrada que ofrece flexibilidad a la hora de distribuir los módulos fotovoltaicos. Otro añadido, es que aseguran que dispone de un rendimiento de hasta un 98%. Como se explicó anteriormente, se ha tenido en cuenta un rendimiento del inversor de un 90%, por lo que, si esto fuese cierto, estamos ganando fiabilidad en la instalación.

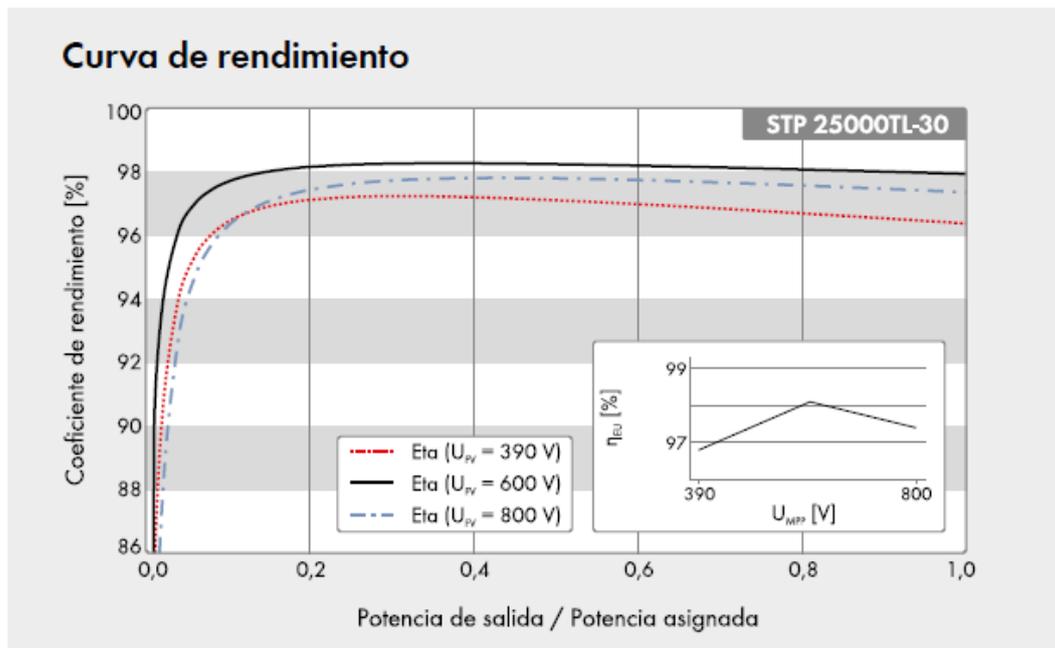


Imagen 15 – Curva de rendimiento del inversor Sunny Tripower 25 kW TL.

Datos técnicos	Sunny Tripower 20000TL	Sunny Tripower 25000TL
<b>Entrada (CC)</b>		
Potencia máxima de CC (con $\cos \varphi = 1$ )/potencia asignada de CC	20440 W/20440 W	25550 W/25550 W
Tensión de entrada máx.	1000 V	1000 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	320 V a 800 V/600 V	390 V a 800 V/600 V
Tensión de entrada mín./de inicio	150 V/188 V	150 V/188 V
Corriente máx. de entrada, entradas: A/B	33 A/33 A	33 A/33 A
Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP	2/A:3; B:3	2/A:3; B:3
<b>Salida (CA)</b>		
Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)	20000 W	25000 W
Potencia máx. aparente de CA	20000 VA	25000 VA
Tensión nominal de CA	3 / N / PE; 220 V / 380 V 3 / N / PE; 230 V / 400 V 3 / N / PE; 240 V / 415 V	
Rango de tensión de CA	180 V a 280 V	
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 65 Hz	
Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red	50 Hz/230 V	
Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida	29 A/29 A	36,2 A/36,2 A
Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo	
THD	≤ 3%	
Fases de inyección/conexión	3/3	

Imagen 16 – Datos técnicos del inversor Sunny Tripower 25 kW TL.

La potencia máxima de entrada en CC del inversor es la que determina el número máximo de placas que se puede colocar por cada uno de ellos, puesto que no sería aprovechable el colocar más placas por inversor si no se aprovecha al 100% la energía que se genera.

$$N^{\circ}_{\text{paneles máx/inversor}} = \frac{P_{\text{max c.c.}}}{P_p} = \frac{25.550 \text{ W}}{300 \text{ W}} = 85,16 \approx 85 \text{ paneles por inversor}$$

Además, en función de la potencia instalada en placas, se puede determinar el número de inversores que se necesitarán:

$$N^{\circ}_{\text{inversores}} = \frac{P_{\text{instalada}}}{P_{\text{max c.c.}}} = \frac{267'3 \text{ kW}}{25'5 \text{ kW}} = 10'5 \rightarrow 11 \text{ inversores}$$

Con ese redondeo que se ha hecho hacia arriba con el número de inversores, se está asegurando que con el número de placas que se tiene, no se llega al límite de potencia del inversor.

Ahora que se conoce el número de paneles por inversor, será necesario conocer la distribución de los mismos. Para ello, se tendrá que calcular el número de paneles en serie y en paralelo en cada inversor. Para el número de paneles en serie, habrá que ver cuál de las dos mediciones es más restrictivo, si dividiendo la tensión asignada de entrada del inversor entre la tensión pico de la placa, o dividiendo la tensión de entrada máxima del inversor entre la tensión de circuito abierto de la placa

$$N^{\circ}_{\text{máx placas serie}} = \frac{V_{\text{entrada asignada inversor}}}{V_{\text{pico}}} = \frac{800 \text{ V}}{35'9 \text{ V}} = 22'28 \rightarrow 22 \text{ placas en serie}$$

$$N^{\circ}_{\text{máx placas serie}} = \frac{V_{\text{entrada máx inversor}}}{V_{\text{pico}}} = \frac{1000 \text{ V}}{45'6 \text{ V}} = 21'92 \rightarrow 21 \text{ placas en serie}$$

Por lo que nos quedamos con la restricción de 21 placas en serie. El número mínimo de paneles en serie que se debe de disponer vendrá en función de la entrada mínima del inversor y la tensión pico de la placa:

$$N^{\circ}_{\text{mín placas serie}} = \frac{V_{\text{rango de tensión mínimo}}}{V_{\text{pico}}} = \frac{390 \text{ V}}{35'9 \text{ V}} = 10'86 \rightarrow 11 \text{ placas en serie.}$$

Ahora, el número de líneas en paralelo mínimo y máximo vendrá en función de los límites de placas en serie. Si se utiliza el máximo número de placas serie, las líneas que salen son:

$$N^{\circ}_{\text{min líneas paralelo}} = \frac{N^{\circ}_{\text{máx placas}}}{N^{\circ}_{\text{máx placas serie}}} = \frac{85}{22} = 3'86 \rightarrow 3 \text{ líneas en paralelo.}$$

por el contrario, si se utiliza el número mínimo de placas en serie, sale:

$$N^{\circ}_{\text{max líneas paralelo}} = \frac{N^{\circ}_{\text{máx placas}}}{N^{\circ}_{\text{min placas serie}}} = \frac{85}{11} = 7'72 \rightarrow 7 \text{ líneas en paralelo.}$$

Ahora, con estos datos se puede interactuar para intentar incluir el mismo número de placas por inversor.

Teniendo en cuenta que había salido 11 inversores para la instalación, se puede calcular la distribución de las placas por inversor, para que sea lo más homogénea posible:

$$N^{\circ}_{\text{paneles/inversor}} = \frac{N^{\circ}_{\text{paneles}}}{N^{\circ}_{\text{inversores}}} = \frac{892 \text{ W}}{11 \text{ W}} = 81'09 \approx 81 \text{ paneles por inversor}$$

Teniendo esto en cuenta, e intentando no llegar a ninguno de los límites que se ha obtenido, por añadir algo de margen en los cálculos, se ha determinado colocar 5 líneas en paralelo de placas, y 16 placas en serie por cada línea de paralelo, dando lugar a 80 placas por inversor. De este modo, el número real de placas a instalar sería de 880 placas, un poco menor que lo que se había obtenido, pero que apenas reduce en 1'5% la potencia instalada que habíamos estimado, y teniendo en cuenta todos los sobredimensionamientos que hemos realizado, está más que garantizado el abastecimiento con ese número de placas.

Dado que la corriente de cortocircuito de los paneles es de 8'66 amperios, se colocará como protección por cada línea en paralelo de paneles un fusible de 10 A en el lado positivo y otro en el negativo.

En el caso de los aerogeneradores, no será necesario utilizar algún tipo de inversor, puesto que el inversor ya viene incluido en la estructura del aerogenerador

#### 1.4.5.5. Cálculo de los inversores/reguladores.

Siguiendo el cálculo de elementos, ahora es necesario obtener el número de reguladores inversores necesarios, que son los que controlar cuándo se cargan y cuándo se descargan las baterías, en función de las necesidades de la comunidad.

Los inversores reguladores que se ha estimado oportuno colocar son los Sunny Island 8.0H, de la marca SMA, al igual que los inversores. Los Sunny Island destacan por garantizar un funcionamiento seguro del sistema aislado en cualquier situación. Estos dispositivos serán los encargados de gestionar el estado de las baterías, y tal y como pasaría si hubiera algunos días malos de radiación o viento, serían los que desconectasen los elementos comentados para garantizar el suministro a lo más importante durante un rango de tiempo mayor, evitando así la descarga completa de las baterías, lo que afectaría a la vida útil de las mismas. Una vez que las baterías se hubiesen recargado, entonces volvería a conectar los equipos consumidores.

Los datos técnicos del Sunny Island 8.0H son:

Datos técnicos	Sunny Island 6.0H	Sunny Island 8.0H
<b>Salida de CA (equipo consumidor / red aislada)</b>		
Tensión asignada de red / rango de tensión de CA	230 V / 202 V ... 253 V	230 V / 202 V ... 253 V
Frecuencia nominal / rango de frecuencia (ajustable)	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz
Potencia asignada (a Unom,from / 25 °C / cos φ = 1)	4 600 W	6 000 W
Potencia de CA a 25 °C durante 30 min / 5 min / 3 s	6000 W / 6800 W / 11000 W	8000 W / 9100 W / 11000 W
Intensidad asignada / corriente de salida máxima (pico)	20 A / 120 A	26 A / 120 A
Coefficiente de distorsión no lineal de tensión de salida / factor de potencia para la potencia asignada	< 4 % / -1 ... +1	< 4 % / -1 ... +1
<b>Entrada de CA (generador, red o MC-Box)</b>		
Tensión asignada de entrada / rango de la tensión de entrada de CA	230 V / 172,5 V ... 264,5 V	230 V / 172,5 V ... 264,5 V
Frecuencia asignada de entrada / rango de frecuencia de entrada permitida	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz
Corriente máxima de entrada de CA	50 A	50 A
Potencia máxima de entrada de CA	11500 W	11500 W
<b>Batería de entrada de CC</b>		
Tensión asignada de entrada / rango de tensión de CC	48 V / 41 V ... 63 V	48 V / 41 V ... 63 V
Corriente de carga máxima de la batería / corriente de carga asignada	110 A / 100 A	140 A / 115 A
Tipo de batería / capacidad de la batería (rango)	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah
Regulación de carga	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas
<b>Rendimiento / consumo característico</b>		
Rendimiento máximo	95 %	95 %
Consumo característico sin carga / en espera	< 26 W / < 4 W	< 26 W / < 4 W

Imagen 16 – Datos técnicos del inversor regulador Sunny Island 8.0H.

Para calcular el número de inversores reguladores que debemos de instalar, primero debemos de calcular la intensidad total de las baterías, cosa que ya tenemos del apartado 2.2.3.

$$Capacidad_{24} = \frac{2224 kWh}{48 V} = 46.339'3 Ah$$

En cuanto a la intensidad máxima de descarga que aparece en nuestra instalación, tenemos que utilizar la hora más crítica, que es donde se realiza un mayor consumo. El peor momento del día es a las 13:00, donde se realiza un consumo de 111'88 kW, que pasados a Ah son 2.331 Ah. Como podemos observar, el criterio anterior mencionado se cumple, puesto que la Intensidad de descarga máxima es menor al 10% de la capacidad de las baterías, siendo esta intensidad 4.634 Ah.

El número de inversores reguladores que necesitaremos se calculará dividiendo la intensidad máxima de descarga de las baterías debido al consumo, entre la intensidad máxima que soporta cada inversor – regulador:



$$N^{\circ}_{inv.-reg.} = \frac{I_{m\acute{a}x\ descarg\ a\ por\ consumo}}{I_{max.c.c.}} = \frac{2331}{120} = 19'43 \approx 20\ inversores/reguladores$$

Estos inversores reguladores se organizan en Multicluster Box (punto que se explica en el siguiente apartado). El máximo número de inversores – reguladores que se admite en una Multicluster Box es de 30, por lo que lo cumplimos son problemas. Además, gracias a la unión de las baterías por un bus de continua, haciendo que todas las baterías se descarguen a la vez, la intensidad que circula por los inversores es menor, garantizando un correcto funcionamiento.

Sin embargo, debido a que es necesario crear la red trifásica apta para el consumo, se necesita que cada Sunny Island cree una de las fases R, S y T. Esto quiere decir que será necesaria una agrupación por cada 3 Sunny Island, siendo necesario que, en vez de 20 inversores reguladores, se instale un total de 21 para crear la red sin problemas.

#### 1.4.5.6. Cálculo de Multicluster Box.

Como justo se acaba de comentar, es necesario organizar los Sunny Island dentro de una Multicluster Box. La Multicluster Box es el componente distribuidor principal de corriente alterna al que se le pueden conectar hasta 12 clústeres trifásicos, formado por 3 Sunny Island conectados en paralelo en el lado de continua que harán cada uno una fase.

Siguiendo la tendencia de coger toda la electrónica de un mismo proveedor, la elección de la Multicluster Box es ideal para nuestro equipo. Gracias al diseño flexible que dispone se reducen los costes específicos de todo el sistema. Además, todas las Multicluster Boxes vienen completamente cableadas de fábrica y cuentan con una conexión principal para generadores, la distribución de la carga y las plantas fotovoltaicas o eólicas.

Será el equipo encargado de gestionar todas las conexiones y desconexiones de los Sunny Island, o lo que es lo mismo, a la gestión y control de la carga de las baterías. Permite una monitorización de corriente inversa, y una protección activa contra el funcionamiento en isla.

Dado que nosotros dispondremos de 21 inversores – reguladores, y el límite sería de hasta 36 de ellos, únicamente será necesario una Multicluster Box. Aquí se muestran el esquema básico de conexionado de la Multicluster Box.

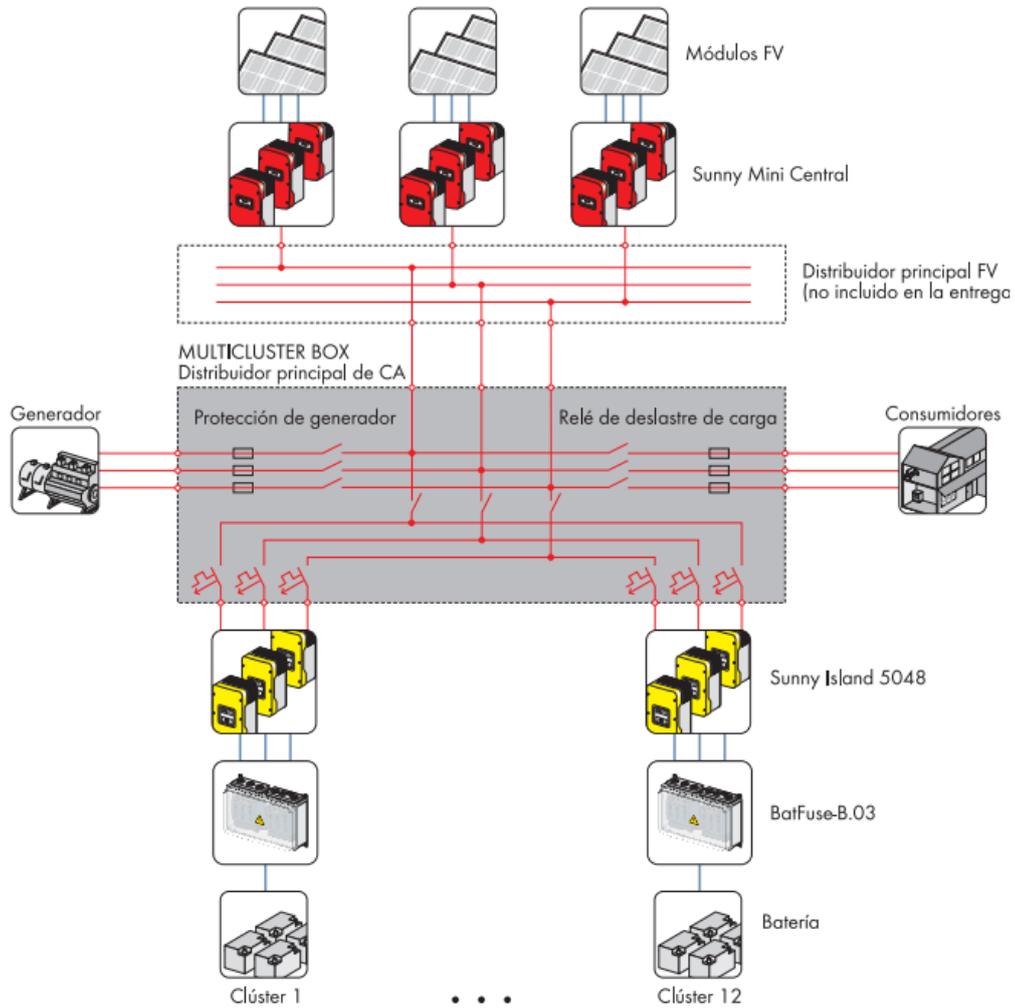


Imagen 17 – Esquema simplificado del conexionado de la multucluster box.

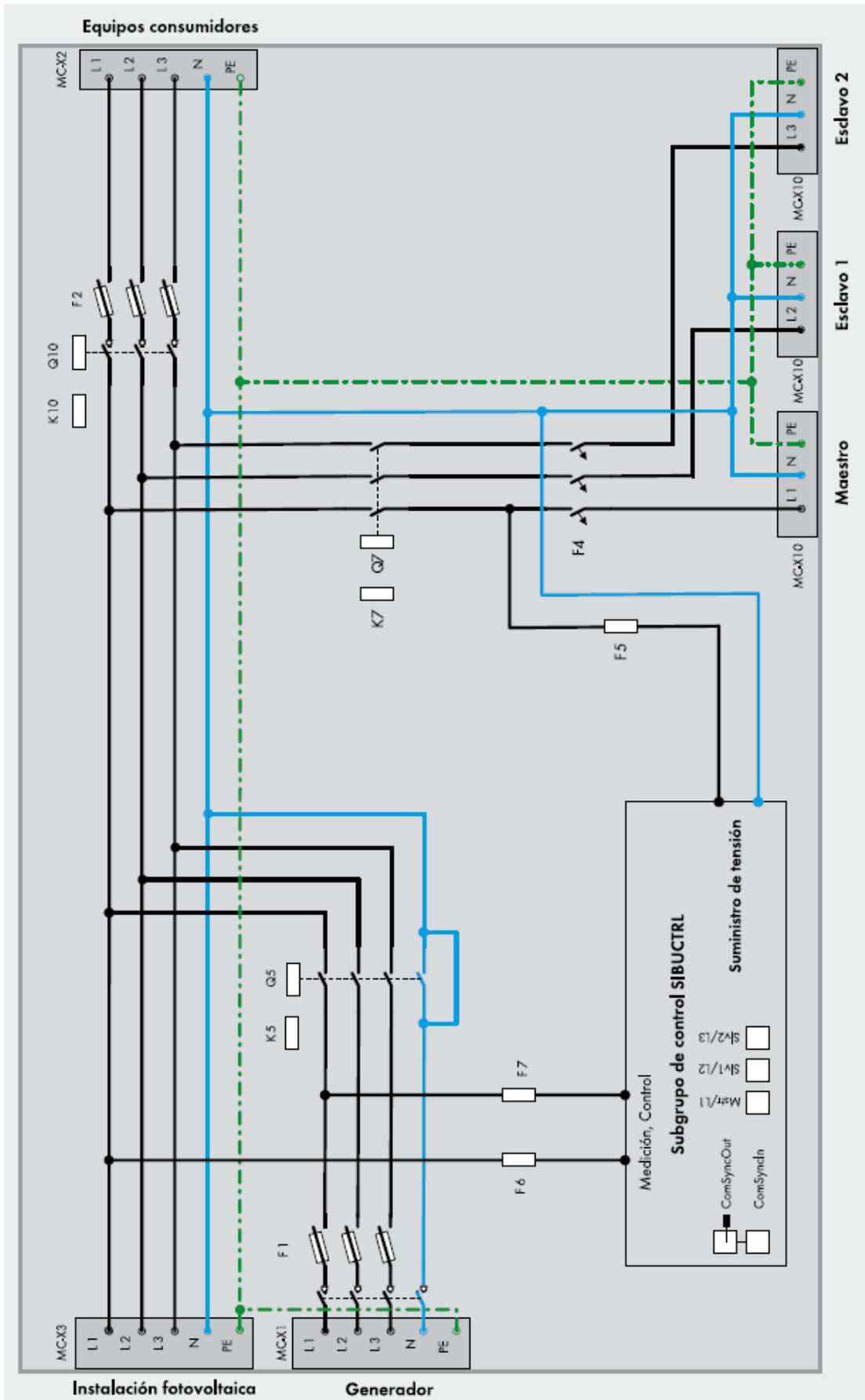


Imagen 18 – Esquema del conexionado de la multucluster box.

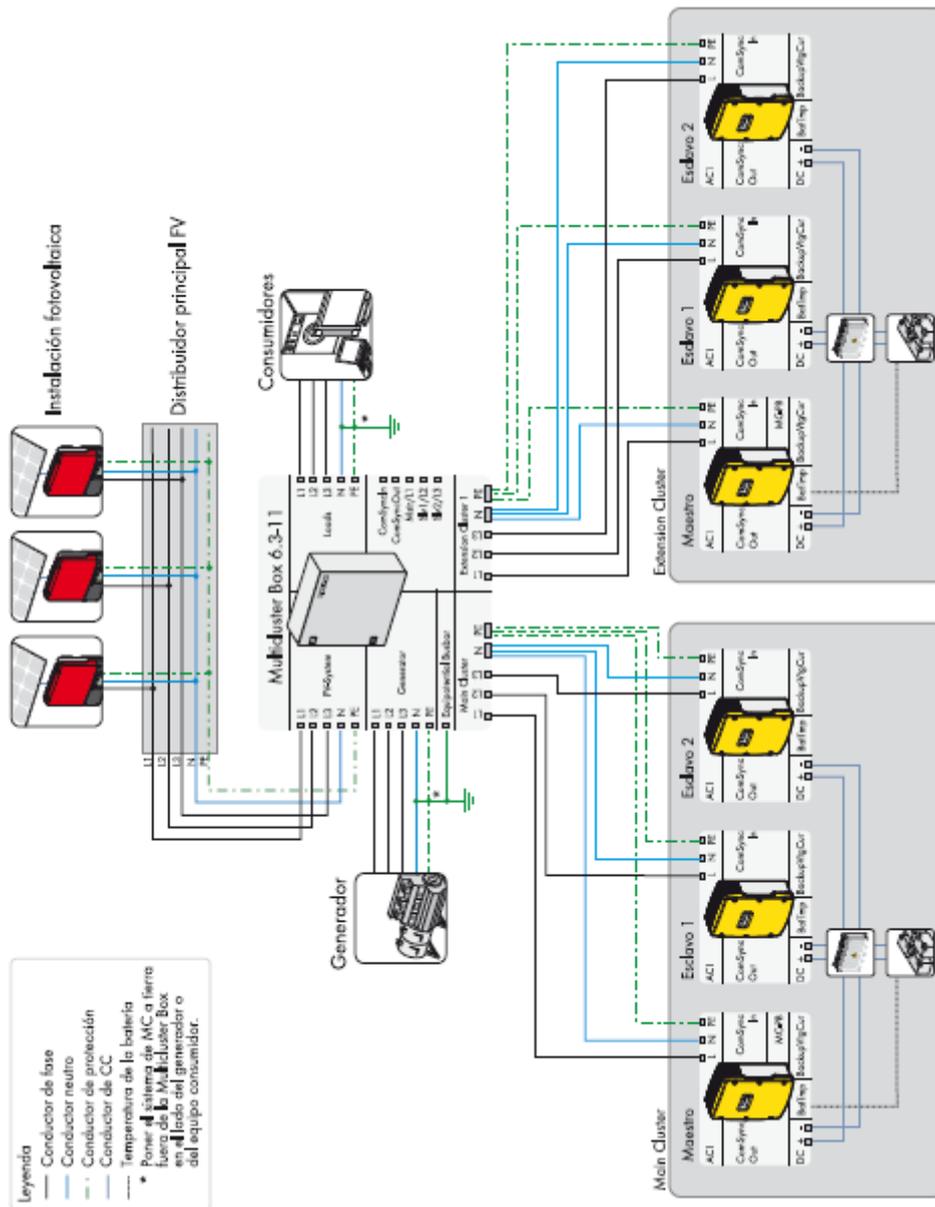


Imagen 19 –Interconexión de los cables de energía eléctrica de la multicluster box.

#### 1.4.5.7. Distribución de los elementos.

Ahora que están todos los elementos calculados, es necesaria realizar una distribución de los mismos en la comunidad.

Las placas solares son los elementos que más espacio ocupan. Necesitan tener despejado todo lo que tengan por encima, para poder recibir la radiación solar en perfectas condiciones. Por ello, se hace necesario el colocar las placas solares en los tejados de los edificios más espaciosos: pabellón, ayuntamiento, instituto, viviendas. Debido a que el pabellón es el edificio más grande con diferencia, se ha decidido que se coloquen cinco de los 11 grupos de placas en él. Los otros seis se colocarían, dos a dos, en los tejados del ayuntamiento, centro médico e instituto, respectivamente.

Como se acaba de comentar, el edificio base para la instalación será el pabellón, situado en el centro de la comunidad aislada. Por ende, y para ahorrar cable todo lo posible, tanto el grupo de baterías como el grupo de inversores reguladores en la Multicluste Box también se situarán allí.

Será necesario que desde todos los elementos se tiren cables para el conexionado con la Multicluste box, por eso se ha decidido colocar el máximo número de componentes lo más cercanos posible, para evitar un sobre coste por cableado.

En el caso de los aerogeneradores, debido a que el viento predominante es de oeste a este, será necesario colocarlos mirando en esa dirección colocándolos a los lados de la comunidad aislada. La decisión de colocarlo a los lados reside por dos causas importantes: seguridad y rendimiento. Seguridad, porque si se coloca en la parte más oeste de la comunidad, en el caso de que haya vientos muy fuertes, capaces de derribar al aerogenerador, caería encima de los edificios, y el daño físico y humano podría ser desastroso; por rendimiento, debido a que, si se coloca en la cara este de la comunidad, evitando que caiga encima de la misma, podría pasar que los edificios impidan que el viento llegue en perfecto estado a los aerogeneradores, por lo que estaríamos perdiendo parte de la producción mediante energía eólica.

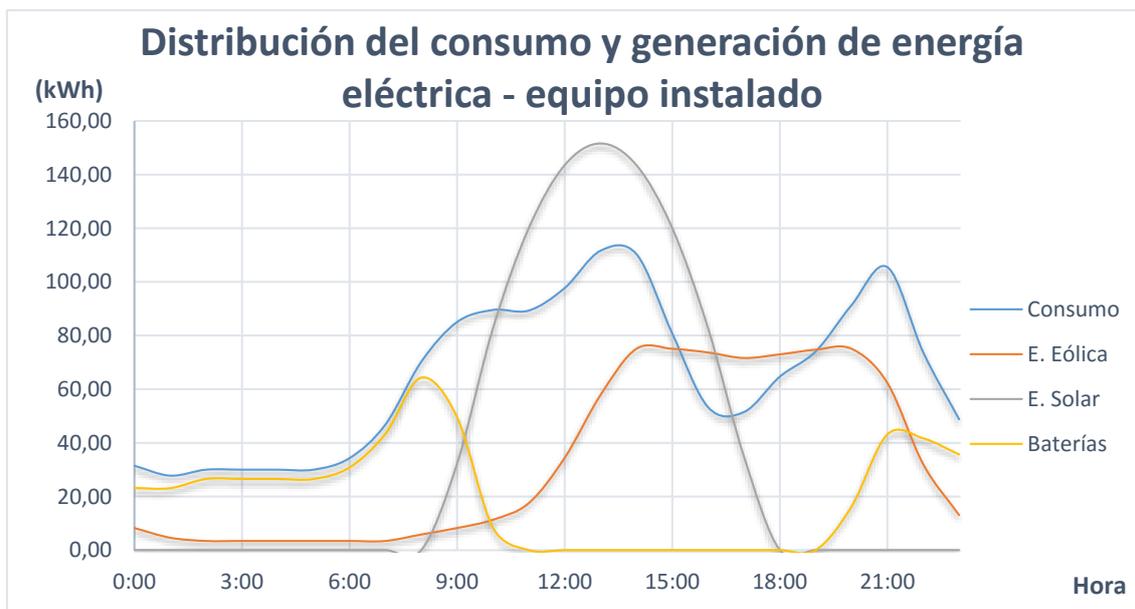
Es necesario tener en cuenta que se está realizando todo el proyecto con base una comunidad aislada ficticia, esto es, no tenemos dimensiones reales de los edificios ni distancias ni nada, por lo que esta distribución intenta ser lo más realista posible, pero sin poder llegar al nivel de veracidad que tendría con las dimensiones de los edificios.

#### 1.4.6. Características finales de la instalación.

Una vez finalizado la elección de los elementos de la instalación, estamos en disposición de calcular la energía real producida por nuestra instalación.

<b>Caso Elegido</b>					
Aerogeneradores	Energía producida				
4	Hora	Consumo (kWh)	Eólica (kWh)	Solar (kWh)	Aporte baterías (kWh)
	0:00	31,43	8,26	0,0	23,16
<b><math>\eta</math> instalación</b>	1:00	27,75	4,65	0,0	23,10
0,90	2:00	29,98	3,44	0,0	26,54
	3:00	29,98	3,44	0,0	26,54
<b><math>\eta</math> inversor</b>	4:00	29,98	3,44	0,0	26,54
0,90	5:00	29,98	3,44	0,0	26,54
	6:00	34,28	3,44	0,0	30,83
<b>Efecto sombra</b>	7:00	46,78	3,44	0,0	43,34
0,85	8:00	70,20	5,85	0,0	64,34
	9:00	85,02	8,26	32,2	49,56
<b>Nº Placas (W)</b>	10:00	89,52	11,36	82,7	8,32
880,0	11:00	89,31	17,56	120,0	0,00
	12:00	97,69	34,43	143,5	0,00
<b>Potencia Placa (W)</b>	13:00	111,61	57,83	151,6	0,00
300,0	14:00	110,37	75,05	143,5	0,00
	15:00	80,78	75,05	120,0	0,00
<b>Potencia Placas (kW)</b>	16:00	53,26	73,67	82,7	0,00
264,0	17:00	51,47	71,60	34,9	0,00
	18:00	64,66	72,98	0,0	0,00
	19:00	74,06	74,70	0,0	0,00
	20:00	91,31	75,05	0,0	16,26
	21:00	105,48	62,31	0,0	43,17
	22:00	73,71	32,02	0,0	41,69
	23:00	48,78	13,08	0,0	35,69
	<b>Todo el día</b>	1557,36	794,36	911,14	485,63
			1705,49		

Tabla 16 – Distribución de la generación de energía eléctrica.



Gráfica 21 – Distribución del consumo y generación con el equipo instalado.

Como se puede ver, existe una sobreproducción de energía eléctrica por parte de la energía solar. Esto es debido a todos los coeficientes de sobredimensionamiento introducidos en los cálculos. Tal y como se ha explicado, es necesario que se abastezca a la comunidad aislada durante todo el año, durante todos los casos posibles. Cuando vaya transcurriendo los años, los equipos van perdiendo efectividad, por lo que dejarán de producir la misma energía que producirían el primer día, es decir, justo este gráfico. Los gráficos mostrados durante el proyecto han sido siempre yendo al peor de los casos, por lo que se tenía en cuenta el envejecimiento del equipo, y, por ende, la reducción de producción de energía por su parte.

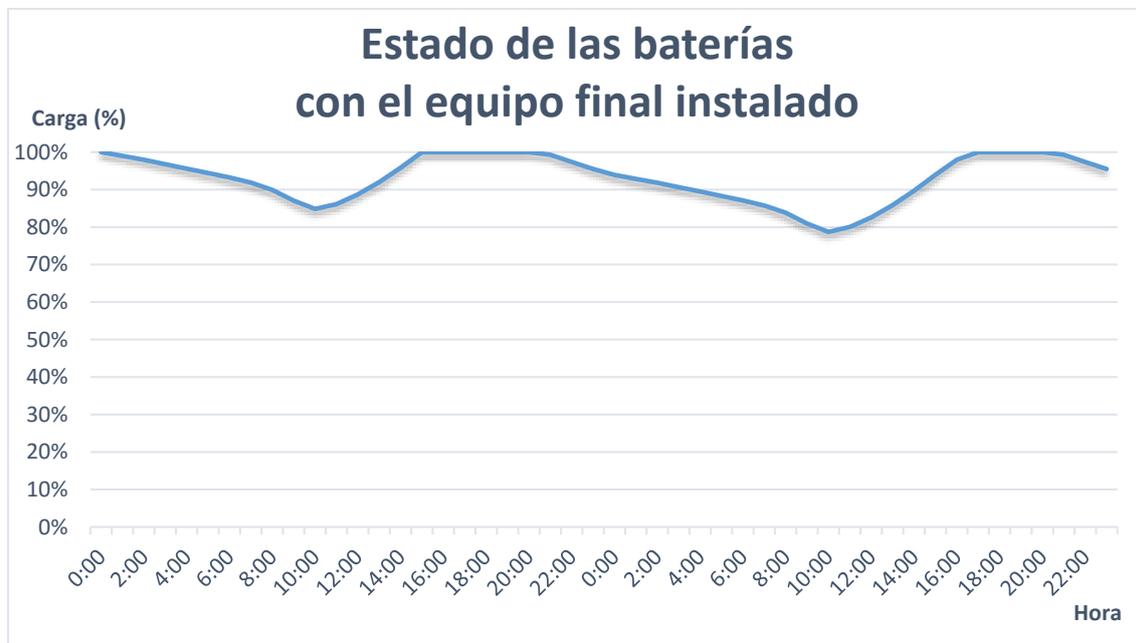
Por ello, al final la potencia instalada de placas fotovoltaicas es de

$$P_{instalada} = N^{\circ} \text{placas} * P_{placas} = 880 * 300 \text{ W} = 264 \text{ kW}$$

En el caso de las condiciones meteorológicas desfavorables, cuando se tiene ausencia de viento, se tiene una duración mayor que cuando hay ausencia de radiación gracias a este aumento de la potencia instalada. Además del aumento del tiempo de abastecimiento del consumo cuando no hay viento, se puede decir que se ha aumentado la fiabilidad de la instalación, porque como hemos explicado, sí que puede existir algún día donde no haya nada de viento, y al haber más potencia podría aguantar algún tiempo más, y además, en los casos que supuestamente no haya nada de radiación, como sabemos que no es así, se podrá mantener bastante los consumos normales de la instalación sin que se vea afectada.

Por parte de las baterías, gracias a la distribución de las baterías se ha obtenido algo más de la capacidad que se requería, por lo que también se ha aumentado la autonomía de la instalación. Al final la potencia total instalada es de 46800 Ah, siendo un total de 288 baterías.

Sin embargo, no se produce una reducción de la descarga de la batería, puesto que cuando más se reduce la carga es cuando no hay sol, es decir, por la noche.



Gráfica 21 – Carga de las baterías con el equipo instalado.

## 1.5. Viabilidad de otras fuentes de energía.

Las fuentes de energía de este proyecto han sido, después de analizarlo con detenimiento, la energía solar fotovoltaica y la energía eólica, debido a que se pensaron que fuesen las más viables. Sin embargo, el proyecto en sí plantea como fuente de energía a cualquier energía, siempre y cuando fuese renovable. Por ello, se nos puede generar la duda si hubiese sido más rentable utilizar alguna otra fuente de energía. Se hará un análisis rápido y objetivo del resto de energías para ver si realmente hubiesen sido mejor opción.

### 1.5.1. Tendido eléctrico.

Es muy probable que la primera opción de abastecimiento de energía que se ocurriese fuese directamente abastecerse de la red. Es muy probable que realmente sea la más barata, si se cumple un aspecto fundamental, y es que ya estén las infraestructuras creadas.

En el caso de que las infraestructuras ya estuviesen creadas, lo único que se tendría que realizar es tirar cable desde la subestación hasta el lugar, y listo. Sin embargo, se está creando una comunidad aislada, por lo que se presupone que estará alejando de las infraestructuras eléctricas de las grandes ciudades. Otra cosa a tener en cuenta, es que para poder analizar el

coste del proyecto si es por tendido eléctrico, habría que añadir los gastos por la generación de energía eléctrica por otras fuentes de energía, lo que también encarecería de manera bastante seria la comunidad aislada.

Además, hay que ceñirse al proyecto, que consiste en calcular las instalaciones eléctricas necesarias para abastecer mediante recursos renovables a una comunidad aislada de la red. El decir que se abastece mediante tendido eléctrico sería ir totalmente en contra a la idea del proyecto

#### 1.5.2. Energía hidroeléctrica.

Para poder abastecerse mediante energía hidroeléctrica hace falta un elemento clave, y es el agua. El río más cercano a nuestra comunidad aislada es el Río de la Quinta Caudal, el cual casi no tiene caudal. El río que sí que dispone más caudal sería el Río Tordillo. Sin embargo, se encuentra a una distancia mayor de 10 km, una distancia muy elevada para transportar la energía generada en el río y en la que, si no se crea un tendido eléctrico, el cable, pese a las protecciones que llevase, se estropearía muy rápidamente.

Se reconoce que utilizar energía hidroeléctrica hubiese sido una buena opción, pero en el caso de elegir dicho recurso energético, habría sido conveniente desplazar la comunidad aislada a una zona más cerca del río.

#### 1.5.3. Energía por biomasa.

El recurso que más se suele utilizar para abastecerse mediante el recurso de la biomasa suele ser leña, ya sea caída o extraída de los árboles. Sin embargo, de forma muy parecida a la energía hidroeléctrica, el recurso fundamental es muy escaso por la zona, por lo que para obtener bastante madera para abastecer el consumo, sería necesario irse muy lejos para ir a por ella, o sería necesario comprarla, por lo que no resultaría viable.

#### 1.5.4. Energía mareomotriz.

La energía mareomotriz es la que se obtiene aprovechando las mareas: mediante el uso de un alternador se puede utilizar el sistema para la generación de electricidad, transformando así la energía mareomotriz en energía eléctrica, una forma energética más segura y aprovechable.

Debido a la gran cantidad de viento que hay por la zona, sí que sería posible que hubiese unas corrientes lo suficientemente fuertes como para poder generar energía eléctrica mediante este método. Sin embargo, la relación entre la cantidad de energía que se puede obtener con los medios actuales y el coste económico y ambiental de instalar los dispositivos para su proceso son aspectos demasiado importantes como para poder tener en cuenta este modo de obtención de energía como recurso, por lo que se ha descartado.



## 1.6. Referencias.

- (1) <http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/images/stories/Eolica%20en%20Argentina.pdf>
- (2) y (3) [https://es.wikipedia.org/wiki/Comodoro\\_Rivadavia#Clima](https://es.wikipedia.org/wiki/Comodoro_Rivadavia#Clima)
- (4) <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.DYN.TFRT.IN>
- (5) <http://www.electrocalculator.com/>
- (6) <https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#safe=off&q=hora+salida+sol+comodoro+rivadavia>
- (7) <https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#safe=off&q=hora+puesta+sol+comodoro+rivadavia>
- (8) <http://portal.educacion.gov.ar/sistema/la-estructura-del-sistema-educativo/>
- (9) <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php?lang=es&map=europe>
- (10) <http://www.aldar.com.ar/novedades-atlas-solar.php>
- (11) <https://www.google.es/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=latitud%20definiciomn>
- (12) [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=42aff1ad7eb56010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=de7705bfdc979310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang\\_es](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/rediam/menuitem.04dc44281e5d53cf8ca78ca731525ea0/?vgnnextoid=42aff1ad7eb56010VgnVCM1000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=de7705bfdc979310VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnnextfmt=rediam&lr=lang_es)
- (13) [http://historiaybiografias.com/archivos\\_varios2/planisferio.gif](http://historiaybiografias.com/archivos_varios2/planisferio.gif)
- (14) <http://www.argentinaeolica.org.ar/portal/images/stories/Eolica%20en%20Argentina.pdf>
- (15) [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_5654\\_FV\\_Pliego\\_aisladas\\_de\\_red\\_09\\_d5e0a327.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_5654_FV_Pliego_aisladas_de_red_09_d5e0a327.pdf)

## 2. Presupuesto.

Además de la memoria, de los planos y del pliego de condiciones, para un proyecto de ingeniería es necesario añadir un presupuesto de proyecto. Este presupuesto, en un proyecto cualquiera de ingeniería, suele ser el determinante para la realización o no del mismo, puesto que si no hay vías posibles de financiación no sería posible llevarlo a cabo.

En un proyecto cualquiera, de normal se estudiaría la viabilidad del proyecto en función a la amortización de la instalación, debido a que su finalidad es estudiar que con la vida útil de la instalación se compensa la inversión necesaria para la realización del proyecto, por eso es necesario un estudio minucioso del presupuesto

Sin embargo, estamos hablando de un proyecto en el que se quiere desmentir el mito de que las energías renovables no son fiables para el abastecimiento completo de cualquier cosa, debido a su intermitencia. Por ello, tanto por parte del gobierno por impulsar las energías renovables, y tanto por parte de empresas privadas de energías renovables para ganar prestigio y reconocimiento, apoyarán el proyecto sin analizar tan detalladamente el presupuesto como sería en cualquier otro proyecto.

Después de esta explicación podemos decir como ingenieros que, si tenemos en cuenta todos los costes mencionados anteriormente, sí que procedería a llevar a cabo la instalación con energías renovables, pero teniendo en cuenta que es un proyecto de iniciativa ecologista, no comparable con instalaciones de un país desarrollado.

La parte del cálculo del presupuesto es la parte más complicada, puesto que la mayoría de precios que se recogen son para España y posiblemente haya que añadir precios de aduanas, además de añadir el precio del transporte de todo el material hasta Argentina, e incluso pagar el transporte y dietas a todos los trabajadores que se desplacen hasta allí, si resulta que la empresa suministradora no tiene sede en el país, como podría ocurrir si el proyecto lo lleva alguna empresa europea no globalizada. Pero como este proyecto no es específicamente un estudio económico, y el presupuesto se adjunta como anexo del estudio energético, y no como centro del mismo, es algo que no se ha podido profundizar con entusiasmo. Si añadimos que la comunidad es ficticia, y no tenemos dimensiones de la misma, se añade la dificultad de establecer un precio al tendido de cables necesario para realizar la interconexión entre todos los elementos. Por todo esto queda claro que este apartado del presupuesto es meramente orientativo y sin validez en lo que estudio económico se refiere.

Una vez comentado esto hay que destacar que los precios de los elementos de la instalación son de valor de mercado actual y los precios han sido contrastados en distintas empresas de venta del material necesario para nuestra instalación.

Los precios que se han obtenido de las empresas son PVP (precio de venta al público), pero estas empresas cuando se va a efectuar una venta a una empresa o a un particular que va a comprar el suficiente material siempre se le aplica un descuento importante. Dependiendo de que parte de la instalación sea, se puede llegar a conseguir descuentos a tener en cuenta.



<b>PANELES</b>	<b>W</b>	<b>€*(W,h)</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coste</b>
Paneles	300	0,55	165	880	145.200,00 €
Oficial 1ºElectricidad	1	20	0,2	880	3.520,00 €
Especialista Electricidad	1	15	0,2	880	2.640,00 €
Estructura y cableado	1	1	45	880	39.600,00 €
<b>Total</b>					<b>190.960,00 €</b>

<b>BATERÍAS</b>	<b>Ah</b>	<b>€*(Ah,h)</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coste</b>
Baterías	3900	0,25	975	288	280.800,00 €
Oficial 1ºElectricidad	1	20	0,2	288	1.152,00 €
Especialista Electricidad	1	15	0,2	288	864,00 €
Cableado	1	1	3	288	864,00 €
<b>Total</b>					<b>283.680,00 €</b>

<b>INVERSOR PLACAS</b>	<b>€*h</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coste</b>
Inversor	1	4318	11	47.498,00 €
Oficial 1ºElectricidad	20	5	11	1.100,00 €
Especialista Electricidad	15	5	11	825,00 €
<b>Total</b>				<b>49.423,00 €</b>

<b>INVERSOR/REGULADOR</b>	<b>€*h</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coste</b>
Inversor/regulador	1	2510	21	52.710,00 €
Oficial 1ºElectricidad	20	6	21	2.520,00 €
Especialista Electricidad	15	6	21	1.890,00 €
Programación	20	2	21	840,00 €
<b>Total</b>				<b>57.960,00 €</b>

<b>Multicluster Box</b>	<b>€*h</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coste</b>
Multicluster Box	1	17625	1	17.625,00 €
Oficial 1ºElectricidad	20	15	1	300,00 €
Especialista Electricidad	15	15	1	225,00 €
<b>Total</b>				<b>18.150,00 €</b>

<b>Aerogeneradores</b>	<b>€*(W, h)</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Coste</b>
Aerogeneradores	0.9	18000	4	72.000,00 €
Oficial 1ºElectricidad	20	20	4	1.600,00 €
Especialista Electricidad	15	20	4	1.200,00 €
<b>Total</b>				<b>74.800,00 €</b>



<b>Cableado</b>	<b>€*Unidad</b>	<b>Unidad(h)</b>	<b>Unidad(m)</b>	<b>Coste</b>
Anillo 185mm2	51	1	670	34.170,00 €
Oficial 1ºElectricidad	20	0,05	670	670,00 €
Especialista Electricidad	15	0,05	670	502,50 €
Ramas 35 mm2	10,5	1	985	10.342,50 €
Conexiones	26	60	1	1.560,00 €
<b>Total</b>				<b>47.224,00 €</b>

<b>Coste Total</b>	
Paneles	190.960,00 €
Baterías	283.680,00 €
Inversor Placas	49.423,00 €
Regulador/Inversor	57.960,00 €
Multicluster Box	18.150,00 €
Aerogeneradores	74.800,00 €
Cableado	47.224,00 €
<b>Total</b>	<b>722.197,00 €</b>

### 3. Pliego de Condiciones <sup>(15)</sup>.

#### 1. Objeto

- 1.1. Fijar las condiciones técnicas mínimas que deben cumplir las instalaciones fotovoltaicas aisladas de la red, que por sus características estén comprendidas en el apartado segundo de este Pliego. Pretende servir de guía para instaladores y fabricantes de equipos, definiendo las especificaciones mínimas que debe cumplir una instalación para asegurar su calidad, en beneficio del usuario y del propio desarrollo de esta tecnología.
- 1.2. Se valorará la calidad final de la instalación por el servicio de energía eléctrica proporcionado (eficiencia energética, correcto dimensionado, etc.) y por su integración en el entorno.
- 1.3. El ámbito de aplicación de este Pliego de Condiciones Técnicas (en lo que sigue, PCT) se aplica a todos los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de las instalaciones.
- 1.4. En determinados supuestos del proyecto se podrán adoptar, por la propia naturaleza del mismo o del desarrollo tecnológico, soluciones diferentes a las exigidas en este PCT, siempre que quede suficientemente justificada su necesidad y que no impliquen una disminución de las exigencias mínimas de calidad especificadas en el mismo.
- 1.5. Este PCT está asociado a las líneas de ayuda para la promoción de instalaciones de energía solar fotovoltaica en el ámbito del Plan de Energías Renovables.

#### 2. Generalidades

- 2.1. Este Pliego es de aplicación, en su integridad, a todas las instalaciones solares fotovoltaicas aisladas de la red destinadas a:
  - Electrificación de viviendas y edificios.
  - Alumbrado público.
  - Aplicaciones agropecuarias.
  - Bombeo y tratamiento de agua.
  - Aplicaciones mixtas con otras fuentes de energías renovables
- 2.2. También podrá ser de aplicación a otras instalaciones distintas a las del apartado 2.1, siempre que tengan características técnicas similares.
- 2.3. En todo caso es de aplicación toda la normativa que afecte a instalaciones solares fotovoltaicas:
  - 2.3.1. Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (B.O.E. de 18-9-2002).
  - 2.3.2. Código Técnico de la Edificación (CTE), cuando sea aplicable.



2.3.3. Directivas Europeas de seguridad y compatibilidad electromagnética.

### 3. Definiciones.

#### 3.1. Radiación solar.

##### 3.1.1. Radiación solar

Energía procedente del Sol en forma de ondas electromagnéticas.

##### 3.1.2. Irradiancia

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

##### 3.1.3. Irradiación

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

##### 3.1.4. Año Meteorológico Típico de un lugar (AMT)

Conjunto de valores de la irradiación horaria correspondientes a un año hipotético que se construye eligiendo, para cada mes, un mes de un año real cuyo valor medio mensual de la irradiación global diaria horizontal coincida con el correspondiente a todos los años obtenidos de la base de datos.

#### 3.2. Generadores fotovoltaicos

##### 3.2.1. Célula solar o fotovoltaica

Dispositivo que transforma la energía solar en energía eléctrica.

##### 3.2.2. Célula de tecnología equivalente (CTE)

Célula solar cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forman el generador fotovoltaico.

##### 3.2.3. Módulo fotovoltaico

Conjunto de células solares interconectadas entre sí y encapsuladas entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

#### 3.2.4. Rama fotovoltaica

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

#### 3.2.5. Generador fotovoltaico

Asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

#### 3.2.6. Condiciones Estándar de Medida (CEM)

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

- Irradiancia (GSTC): 1000 W/m<sup>2</sup>.
- Distribución espectral: AM 1,5 G.
- Incidencia normal.
- Temperatura de célula: 25 °C

#### 3.2.7. Potencia máxima del generador (potencia pico)

Potencia máxima que puede entregar el módulo en las CEM.

#### 3.2.8. TONC

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

### 3.3. *Acumuladores de plomo-ácido*

#### 3.3.1. Acumulador

Asociación eléctrica de baterías.

#### 3.3.2. Batería

Fuente de tensión continua, formada por un conjunto de vasos electroquímicos interconectados.

#### 3.3.3. Autodescarga



Pérdida de carga de la batería cuando ésta permanece en circuito abierto. Habitualmente se expresa como porcentaje de la capacidad nominal, medida durante un mes, y a una temperatura de 20 °C.

#### 3.3.4. Capacidad nominal: $C_{20}$ (Ah)

Cantidad de carga que es posible extraer de una batería en 20 horas, medida a una temperatura de 20 °C, hasta que la tensión entre sus terminales llegue a 1,8 V/vaso. Para otros regímenes de descarga se pueden usar las siguientes relaciones empíricas:  $C_{100}/C_{20} \approx 1,25$ ,  $C_{40}/C_{20} \approx 1,14$ ,  $C_{20}/C_{10} \approx 1,17$ .

#### 3.3.5. Capacidad útil

Capacidad disponible o utilizable de la batería. Se define como el producto de la capacidad nominal y la profundidad máxima de descarga permitida, PDmax.

#### 3.3.6. Estado de carga

Cociente entre la capacidad residual de una batería, en general parcialmente descargada, y su capacidad nominal.

#### 3.3.7. Profundidad de descarga (PD)

Cociente entre la carga extraída de una batería y su capacidad nominal. Se expresa habitualmente en %.

#### 3.3.8. Régimen de carga (o descarga)

Parámetro que relaciona la capacidad nominal de la batería y el valor de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Se expresa normalmente en horas, y se representa como un subíndice en el símbolo de la capacidad y de la corriente a la cual se realiza la carga (o la descarga). Por ejemplo, si una batería de 100 Ah se descarga en 20 horas a una corriente de 5 A, se dice que el régimen de descarga es 20 horas ( $C_{20} = 100$  Ah) y la corriente se expresa como  $I_{20} = 5$  A.

#### 3.3.9. Vaso

Elemento o celda electroquímica básica que forma parte de la batería, y cuya tensión nominal es aproximadamente 2 V.

### 3.4. Reguladores de carga

#### 3.4.1. Regulador de carga

Dispositivo encargado de proteger a la batería frente a sobrecargas y sobredescargas. El regulador podrá no incluir alguna de estas funciones si existe otro componente del sistema encargado de realizarlas.

#### 3.4.2. Voltaje de desconexión de las cargas de consumo

Voltaje de la batería por debajo del cual se interrumpe el suministro de electricidad a las cargas de consumo.

#### 3.4.3. Voltaje final de carga

Voltaje de la batería por encima del cual se interrumpe la conexión entre el generador fotovoltaico y la batería, o reduce gradualmente la corriente media entregada por el generador fotovoltaico.

### 3.5. Inversores

#### 3.5.1. Inversor

Convertidor de corriente continua en corriente alterna.

#### 3.5.2. *VRMS*

Valor eficaz de la tensión alterna de salida.

#### 3.5.3. Potencia nominal (VA)

Potencia especificada por el fabricante, y que el inversor es capaz de entregar de forma continua.

#### 3.5.4. Capacidad de sobrecarga

Capacidad del inversor para entregar mayor potencia que la nominal durante ciertos intervalos de tiempo.

#### 3.5.5. Rendimiento del inversor

Relación entre la potencia de salida y la potencia de entrada del inversor. Depende de la potencia y de la temperatura de operación.



### 3.5.6. Factor de potencia

Cociente entre la potencia activa (W) y la potencia aparente (VA) a la salida del inversor.

### 3.5.7. Distorsión armónica total: THD (%)

Parámetro utilizado para indicar el contenido armónico de la onda de tensión de salida. Se define como:

$$\text{THD (\%)} = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} V_n^2}}{V_1}$$

donde V1 es el armónico fundamental y Vn el armónico enésimo.

## 3.6 Cargas de consumo

### 3.6.1. Lámpara fluorescente de corriente continua

Conjunto formado por un balastro y un tubo fluorescente.

## 4. Diseño

### 4.1. Orientación, inclinación y sombras

4.1.1. Las pérdidas de radiación causadas por una orientación e inclinación del generador distintas a las óptimas, y por sombreado, en el período de diseño, no serán superiores a los valores especificados en la tabla I

<i>Pérdidas de radiación del generador</i>	<i>Valor máximo permitido (%)</i>
Inclinación y orientación	20
Sombras	10
Combinación de ambas	20

4.1.2. El cálculo de las pérdidas de radiación causadas por una inclinación y orientación del generador distintas a las óptimas se hará de acuerdo al apartado 3.2 del anexo I.

4.1.3. En aquellos casos en los que, por razones justificadas, no se verifiquen las condiciones del apartado 4.1.1, se evaluarán las pérdidas totales de radiación, incluyéndose el cálculo en la Memoria de Solicitud.

### 4.2. Dimensionado del sistema

4.2.1. Independientemente del método de dimensionado utilizado por el instalador, deberán realizarse los cálculos mínimos justificativos que se especifican en este PCT.



- 4.2.2. Se realizará una estimación del consumo de energía de acuerdo con el primer apartado del anexo I.
- 4.2.3. Se determinará el rendimiento energético de la instalación y el generador mínimo requerido (P) para cubrir las necesidades de consumo según lo estipulado en el anexo I, apartado 3.4.
- 4.2.4. El instalador podrá elegir el tamaño del generador y del acumulador en función de las necesidades de autonomía del sistema, de la probabilidad de pérdida de carga requerida y de cualquier otro factor que quiera considerar. El tamaño del generador será, como máximo, un 20% superior al P calculado en 4.2.3. En aplicaciones especiales en las que se requieran probabilidades de pérdidas de carga muy pequeñas podrá aumentarse el tamaño del generador, justificando la necesidad y el tamaño en la Memoria de Solicitud.
- 4.2.5. Como norma general, la autonomía mínima de sistemas con acumulador será de tres días. Se calculará la autonomía del sistema para el acumulador elegido (conforme a la expresión del apartado 3.5 del anexo I). En aplicaciones especiales, instalaciones mixtas eólico-fotovoltaicas, instalaciones con cargador de baterías o grupo electrógeno de apoyo, etc. que no cumplan este requisito se justificará adecuadamente.
- 4.2.6. Como criterio general, se valorará especialmente el aprovechamiento energético de la radiación solar.

#### 4.3. *Sistema de monitorización*

- 4.3.1. El sistema de monitorización, cuando se instale, proporcionará medidas, como mínimo, de las siguientes variables:
  - Tensión y corriente CC del generador.
  - Potencia CC consumida, incluyendo el inversor como carga CC.
  - Potencia CA consumida si la hubiere, salvo para instalaciones cuya aplicación es exclusivamente el bombeo de agua.
  - Contador volumétrico de agua para instalaciones de bombeo.
  - Radiación solar en el plano de los módulos medida con un módulo o una célula de tecnología equivalente.
  - Temperatura ambiente en la sombra.
- 4.3.2. Los datos se presentarán en forma de medias horarias. Los tiempos de adquisición, la precisión de las medidas y el formato de presentación de las mismas se hará conforme al documento del JRC-Ispra "Guidelines for the Assessment of Photovoltaic Plants – Document A", Report EUR 16338 EN.

## 5. Componentes y materiales

### 5.1. Generalidades

- 5.1.1. Todas las instalaciones deberán cumplir con las exigencias de protecciones y seguridad de las personas, y entre ellas las dispuestas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión o legislación posterior vigente.
- 5.1.2. Como principio general, se tiene que asegurar, como mínimo, un grado de aislamiento eléctrico de tipo básico (clase I) para equipos y materiales.
- 5.1.3. Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad para proteger a las personas frente a contactos directos e indirectos, especialmente en instalaciones con tensiones de operación superiores a 50 V. Se recomienda la utilización de equipos y materiales de aislamiento eléctrico de clase II.
- 5.1.4. Se incluirán todas las protecciones necesarias para proteger a la instalación frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones.
- 5.1.5. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65, y los de interior, IP20.
- 5.1.6. Los equipos electrónicos de la instalación cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas podrán ser certificadas por el fabricante).
- 5.1.7. Se incluirá en la Memoria toda la información requerida en el anexo II.
- 5.1.8. En la Memoria de Diseño o Proyecto se incluirá toda la información del apartado 5.1.7, resaltando los cambios que hubieran podido producirse y el motivo de los mismos. En la Memoria de Diseño o Proyecto también se incluirán las especificaciones técnicas, proporcionadas por el fabricante, de todos los elementos de la instalación.
- 5.1.9. Por motivos de seguridad y operación de los equipos, los indicadores, etiquetas, etc. de los mismos estarán en alguna de las lenguas oficiales del lugar donde se sitúa la instalación.

### 5.2. Generadores fotovoltaicos

- 5.2.1. Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, o UNE-EN 62108 para módulos de concentración, así como la especificación UNE-EN 61730-1 y 2 sobre seguridad en módulos FV. Este requisito se justificará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente emitido por algún laboratorio acreditado.



- 5.2.2. El módulo llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo, nombre o logotipo del fabricante, y el número de serie, trazable a la fecha de fabricación, que permita su identificación individual.
- 5.2.3. Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación. En caso de variaciones respecto de estas características, con carácter excepcional, deberá presentarse en la Memoria justificación de su utilización.
  - 5.2.3.1. Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales, y tendrán un grado de protección IP65.
  - 5.2.3.2. Los marcos laterales, si existen, serán de aluminio o acero inoxidable.
  - 5.2.3.3. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales, referidas a condiciones estándar deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 5\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.
  - 5.2.3.4. Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos así como falta de alineación en las células, o burbujas en el encapsulante.
- 5.2.4. Cuando las tensiones nominales en continua sean superiores a 48 V, la estructura del generador y los marcos metálicos de los módulos estarán conectados a una toma de tierra, que será la misma que la del resto de la instalación.
- 5.2.5. Se instalarán los elementos necesarios para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del generador.
- 5.2.6. En aquellos casos en que se utilicen módulos no cualificados, deberá justificarse debidamente y aportar documentación sobre las pruebas y ensayos a los que han sido sometidos. En cualquier caso, todo producto que no cumpla alguna de las especificaciones anteriores deberá contar con la aprobación expresa del IDAE. En todos los casos han de cumplirse las normas vigentes de obligado cumplimiento.

### 5.3. Estructura de soporte

- 5.3.1. Se dispondrán las estructuras soporte necesarias para montar los módulos y se incluirán todos los accesorios que se precisen.
- 5.3.2. La estructura de soporte y el sistema de fijación de módulos permitirán las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las normas del fabricante.
- 5.3.3. La estructura soporte de los módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación (CTE).



- 5.3.4. El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de inclinación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la posible necesidad de sustituciones de elementos.
- 5.3.5. La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la misma.
- 5.3.6. La tornillería empleada deberá ser de acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando los de sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.
- 5.3.7. Los topes de sujeción de módulos, y la propia estructura, no arrojarán sombra sobre los módulos.
- 5.3.8. En el caso de instalaciones integradas en cubierta que hagan las veces de la cubierta del edificio, el diseño de la estructura y la estanquidad entre módulos se ajustará a las exigencias del Código Técnico de la Edificación y a las técnicas usuales en la construcción de cubiertas.
- 5.3.9. Si está construida con perfiles de acero laminado conformado en frío, cumplirá la Norma MV102 para garantizar todas sus características mecánicas y de composición química.
- 5.3.10. Si es del tipo galvanizada en caliente, cumplirá las Normas UNE 37-501 y UNE 37- 508, con un espesor mínimo de 80 micras, para eliminar las necesidades de mantenimiento y prolongar su vida útil.

#### 5.4. *Acumuladores de plomo-ácido*

- 5.4.1. Se recomienda que los acumuladores sean de plomo-ácido, preferentemente estacionarias y de placa tubular. No se permitirá el uso de baterías de arranque.
- 5.4.2. Para asegurar una adecuada recarga de las baterías, la capacidad nominal del acumulador (en Ah) no excederá en 25 veces la corriente (en A) de cortocircuito en CEM del generador fotovoltaico. En el caso de que la capacidad del acumulador elegido sea superior a este valor (por existir el apoyo de un generador eólico, cargador de baterías, grupo electrógeno, etc.), se justificará adecuadamente.
- 5.4.3. La máxima profundidad de descarga (referida a la capacidad nominal del acumulador) no excederá el 80 % en instalaciones donde se prevea que descargas tan profundas no serán frecuentes. En aquellas aplicaciones en las que estas sobredescargas puedan ser habituales, tales como alumbrado público, la máxima profundidad de descarga no superará el 60 %.
- 5.4.4. Se protegerá, especialmente frente a sobrecargas, a las baterías con electrolito gelificado, de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.



- 5.4.5. La capacidad inicial del acumulador será superior al 90 % de la capacidad nominal. En cualquier caso, deberán seguirse las recomendaciones del fabricante para aquellas baterías que requieran una carga inicial.
- 5.4.6. La autodescarga del acumulador a 20°C no excederá el 6% de su capacidad nominal por mes.
- 5.4.7. La vida del acumulador, definida como la correspondiente hasta que su capacidad residual caiga por debajo del 80 % de su capacidad nominal, debe ser superior a 1000 ciclos, cuando se descarga el acumulador hasta una profundidad del 50 % a 20 °C.
- 5.4.8. El acumulador será instalado siguiendo las recomendaciones del fabricante. En cualquier caso, deberá asegurarse lo siguiente:
- El acumulador se situará en un lugar ventilado y con acceso restringido.
  - Se adoptarán las medidas de protección necesarias para evitar el cortocircuito accidental de los terminales del acumulador, por ejemplo, mediante cubiertas aislantes.
- 5.4.9. Cada batería, o vaso, deberá estar etiquetado, al menos, con la siguiente información:
- Tensión nominal (V).
  - Polaridad de los terminales.
  - Capacidad nominal (Ah).
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie

### 5.5. Reguladores de carga

- 5.5.1. Las baterías se protegerán contra sobrecargas y sobredescargas. En general, estas protecciones serán realizadas por el regulador de carga, aunque dichas funciones podrán incorporarse en otros equipos siempre que se asegure una protección equivalente.
- 5.5.2. Los reguladores de carga que utilicen la tensión del acumulador como referencia para la regulación deberán cumplir los siguientes requisitos:
- La tensión de desconexión de la carga de consumo del regulador deberá elegirse para que la interrupción del suministro de electricidad a las cargas se produzca cuando el acumulador haya alcanzado la profundidad máxima de descarga permitida (ver 5.4.3). La precisión en las tensiones de corte efectivas respecto a los valores fijados en el regulador será del 1 %.
  - La tensión final de carga debe asegurar la correcta carga de la batería.
  - La tensión final de carga debe corregirse por temperatura a razón de  $-4\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  a  $-5\text{mV}/^{\circ}\text{C}$  por vaso, y estar en el intervalo de  $\pm 1\%$  del valor especificado.
  - Se permitirán sobrecargas controladas del acumulador para evitar la estratificación del electrolito o para realizar cargas de igualación.
- 5.5.3. 5.5.3 Se permitirá el uso de otros reguladores que utilicen diferentes estrategias de regulación atendiendo a otros parámetros, como por ejemplo, el estado de carga del



- acumulador. En cualquier caso, deberá asegurarse una protección equivalente del acumulador contra sobrecargas y sobredescargas.
- 5.5.4. Los reguladores de carga estarán protegidos frente a cortocircuitos en la línea de consumo.
- 5.5.5. El regulador de carga se seleccionará para que sea capaz de resistir sin daño una sobrecarga simultánea, a la temperatura ambiente máxima, de:
- Corriente en la línea de generador: un 25% superior a la corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico en CEM.
  - Corriente en la línea de consumo: un 25 % superior a la corriente máxima de la carga de consumo.
- 5.5.6. El regulador de carga debería estar protegido contra la posibilidad de desconexión accidental del acumulador, con el generador operando en las CEM y con cualquier carga. En estas condiciones, el regulador debería asegurar, además de su propia protección, la de las cargas conectadas.
- 5.5.7. Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2% de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de consumo y corriente en la línea generador-acumulador igual a la corriente máxima especificada para el regulador. Si las caídas de tensión son superiores, por ejemplo, si el regulador incorpora un diodo de bloqueo, se justificará el motivo en la Memoria de Solicitud.
- 5.5.8. Las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de batería y consumo serán inferiores al 4% de la tensión nominal (0,5 V para 12 V de tensión nominal), para sistemas de menos de 1 kW, y del 2 % de la tensión nominal para sistemas mayores de 1 kW, incluyendo los terminales. Estos valores se especifican para las siguientes condiciones: corriente nula en la línea de generador y corriente en la línea acumulador-consumo igual a la corriente máxima especificada para el regulador.
- 5.5.9. Las pérdidas de energía diarias causadas por el autoconsumo del regulador en condiciones normales de operación deben ser inferiores al 3 % del consumo diario de energía.
- 5.5.10. Las tensiones de reconexión de sobrecarga y sobredescarga serán distintas de las de desconexión, o bien estarán temporizadas, para evitar oscilaciones desconexión-reconexión.
- 5.5.11. El regulador de carga deberá estar etiquetado con al menos la siguiente información:
- Tensión nominal (V).
  - Corriente máxima (A).
  - Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie
  - Polaridad de terminales y conexiones

### 5.6. Inversores

- 5.6.1. Los requisitos técnicos de este apartado se aplican a inversores monofásicos o trifásicos que funcionan como fuente de tensión fija (valor eficaz de la tensión y frecuencia de salida fijos). Para otros tipos de inversores se asegurarán requisitos de calidad equivalentes.
- 5.6.2. Los inversores serán de onda senoidal pura. Se permitirá el uso de inversores de onda no senoidal, si su potencia nominal es inferior a 1 kVA, no producen daño a las cargas y aseguran una correcta operación de éstas
- 5.6.3. Los inversores se conectarán a la salida de consumo del regulador de carga o en bornes del acumulador. En este último caso se asegurará la protección del acumulador frente a sobrecargas y sobredescargas, de acuerdo con lo especificado en el apartado 5.4. Estas protecciones podrán estar incorporadas en el propio inversor o se realizarán con un regulador de carga, en cuyo caso el regulador debe permitir breves bajadas de tensión en el acumulador para asegurar el arranque del inversor.
- 5.6.4. El inversor debe asegurar una correcta operación en todo el margen de tensiones de entrada permitidas por el sistema.
- 5.6.5. La regulación del inversor debe asegurar que la tensión y la frecuencia de salida estén en los siguientes márgenes, en cualquier condición de operación:

$$V_{\text{NOM}} \pm 5 \%, \quad \text{siendo } V_{\text{NOM}} = 220 V_{\text{RMS}} \text{ o } 230 V_{\text{RMS}} \quad 50 \text{ Hz} \pm 2\%$$

- 5.6.6. El inversor será capaz de entregar la potencia nominal de forma continuada, en el margen de temperatura ambiente especificado por el fabricante.
- 5.6.7. 5.6.7 El inversor debe arrancar y operar todas las cargas especificadas en la instalación, especialmente aquellas que requieren elevadas corrientes de arranque (TV, motores, etc.), sin interferir en su correcta operación ni en el resto de cargas.
- 5.6.8. Los inversores estarán protegidos frente a las siguientes situaciones:
- Tensión de entrada fuera del margen de operación.
  - Desconexión del acumulador.
  - Cortocircuito en la salida de corriente alterna.
  - Sobrecargas que excedan la duración y límites permitidos.
- 5.6.9. El autoconsumo del inversor sin carga conectada será menor o igual al 2 % de la potencia nominal de salida.
- 5.6.10. Las pérdidas de energía diaria ocasionadas por el autoconsumo del inversor serán inferiores al 5 % del consumo diario de energía. Se recomienda que el inversor tenga un sistema de “stand-by” para reducir estas pérdidas cuando el inversor trabaja en vacío (sin carga).

5.6.11. El rendimiento del inversor con cargas resistivas será superior a los límites especificados en la tabla II.

<i>Tipo de inversor</i>		<i>Rendimiento al 20 % de la potencia nominal</i>	<i>Rendimiento a potencia nominal</i>
Onda senoidal (*)	$P_{\text{NOM}} \leq 500 \text{ VA}$	> 85 %	> 75 %
	$P_{\text{NOM}} > 500 \text{ VA}$	> 90 %	> 85 %
Onda no senoidal		> 90 %	> 85 %

(\*) Se considerará que los inversores son de onda senoidal si la distorsión armónica total de la tensión de salida es inferior al 5% cuando el inversor alimenta cargas lineales, desde el 20 % hasta el 100 % de la potencia nominal

5.6.12. Los inversores deberán estar etiquetados con, al menos, la siguiente información:

- Potencia nominal (VA).
- Tensión nominal de entrada (V).
- Tensión ( $V_{\text{rms}}$ ) y frecuencia (Hz) nominales de salida.
- Fabricante (nombre o logotipo) y número de serie.
- Polaridad y terminales.

### 5.7. Cargas de consumo

5.7.1. Se recomienda utilizar electrodomésticos de alta eficiencia.

5.7.2. Se utilizarán lámparas fluorescentes, preferiblemente de alta eficiencia. No se permitirá el uso de lámparas incandescentes.

5.7.3. Las lámparas fluorescentes de corriente alterna deberán cumplir la normativa al respecto. Se recomienda utilizar lámparas que tengan corregido el factor de potencia.

5.7.4. En ausencia de un procedimiento reconocido de cualificación de lámparas fluorescentes de continua, estos dispositivos deberán verificar los siguientes requisitos:

- El balastro debe asegurar un encendido seguro en el margen de tensiones de operación, y en todo el margen de temperaturas ambientes previstas.
- La lámpara debe estar protegida cuando:
  - o Se invierte la polaridad de la tensión de entrada.
  - o La salida del balastro es cortocircuitada.
  - o Opera sin tubo.
- La potencia de entrada de la lámpara debe estar en el margen de  $\pm 10\%$  de la potencia nominal.
- El rendimiento luminoso de la lámpara debe ser superior a 40 lúmenes/W.
- La lámpara debe tener una duración mínima de 5000 ciclos cuando se aplica el siguiente ciclo: 60 segundos encendido/150 segundos apagado, y a una temperatura de 20 °C.
- Las lámparas deben cumplir las directivas europeas de seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética.



- 5.7.5. Se recomienda que no se utilicen cargas para climatización.
- 5.7.6. Los sistemas con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán, como mínimo, un contador para medir el consumo de energía (excepto sistemas de bombeo). En sistemas mixtos con consumos en continua y alterna, bastará un contador para medir el consumo en continua de las cargas CC y del inversor. En sistemas con consumos de corriente alterna únicamente, se colocará el contador a la salida del inversor.
- 5.7.7. Los enchufes y tomas de corriente para corriente continua deben estar protegidos contra inversión de polaridad y ser distintos de los de uso habitual para corriente alterna.
- 5.7.8. Para sistemas de bombeo de agua:
- 5.7.8.1. Los sistemas de bombeo con generadores fotovoltaicos de potencia nominal superior a 500 W tendrán un contador volumétrico para medir el volumen de agua bombeada.
- 5.7.8.2. Las bombas estarán protegidas frente a una posible falta de agua, ya sea mediante un sistema de detección de la velocidad de giro de la bomba, un detector de nivel u otro dispositivo dedicado a tal función.
- 5.7.8.3. Las pérdidas por fricción en las tuberías y en otros accesorios del sistema hidráulico serán inferiores al 10% de la energía hidráulica útil proporcionada por la motobomba.
- 5.7.8.4. Deberá asegurarse la compatibilidad entre la bomba y el pozo. En particular, el caudal bombeado no excederá el caudal máximo extraíble del pozo cuando el generador fotovoltaico trabaja en CEM. Es responsabilidad del instalador solicitar al propietario del pozo un estudio de caracterización del mismo. En ausencia de otros procedimientos se puede seguir el que se especifica en el anexo I.

## 5.8. Cableado

- 5.8.1. Todo el cableado cumplirá con lo establecido en la legislación vigente.
- 5.8.2. Los conductores necesarios tendrán la sección adecuada para reducir las caídas de tensión y los calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior, incluyendo cualquier terminal intermedio, al 1,5 % a la tensión nominal continua del sistema.
- 5.8.3. Se incluirá toda la longitud de cables necesaria (parte continua y/o alterna) para cada aplicación concreta, evitando esfuerzos sobre los elementos de la instalación y sobre los propios cables.
- 5.8.4. Los positivos y negativos de la parte continua de la instalación se conducirán separados, protegidos y señalizados (códigos de colores, etiquetas, etc.) de acuerdo a la normativa vigente.
- 5.8.5. Los cables de exterior estarán protegidos contra la intemperie.

### 5.9. Protecciones y puesta a tierra

- 5.9.1. Todas las instalaciones con tensiones nominales superiores a 48 voltios contarán con una toma de tierra a la que estará conectada, como mínimo, la estructura soporte del generador y los marcos metálicos de los módulos.
- 5.9.2. El sistema de protecciones asegurará la protección de las personas frente a contactos directos e indirectos. En caso de existir una instalación previa no se alterarán las condiciones de seguridad de la misma.
- 5.9.3. La instalación estará protegida frente a cortocircuitos, sobrecargas y sobretensiones. Se prestará especial atención a la protección de la batería frente a cortocircuitos mediante un fusible, disyuntor magnetotérmico u otro elemento que cumpla con esta función.

## 6. Recepción y pruebas

- 6.1. El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales del lugar del usuario de la instalación, para facilitar su correcta interpretación.
- 6.2. Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán, como mínimo, las siguientes:
  - 6.2.1. Funcionamiento y puesta en marcha del sistema.
  - 6.2.2. Prueba de las protecciones del sistema y de las medidas de seguridad, especialmente las del acumulador.
- 6.3. Concluidas las pruebas y la puesta en marcha, se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. El Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que el sistema ha funcionado correctamente durante un mínimo de 240 horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos del sistema suministrado. Además, se deben cumplir los siguientes requisitos:
  - 6.3.1. Entrega de la documentación requerida en este PCT.
  - 6.3.2. Retirada de obra de todo el material sobrante.
  - 6.3.3. Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.
- 6.4. Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación del sistema, aunque deberá adiestrar al usuario.



- 6.5. Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o elección componentes por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de ocho años contados a partir de la fecha de la firma del Acta de Recepción Provisional.
- 6.6. No obstante, vencida la garantía, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

## 7. Requerimientos técnicos del contrato de mantenimiento

### 7.1. Generalidades

- 7.1.1. Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos, de tres años.
- 7.1.2. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.
- 7.1.3. El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los diferentes fabricantes.

### 7.2. Programa de mantenimiento

- 7.2.1. El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica aisladas de la red de distribución eléctrica.
- 7.2.2. Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación, para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma: – Mantenimiento preventivo – Mantenimiento correctivo.
- 7.2.3. Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener, dentro de límites aceptables, las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.
- 7.2.4. Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil. Incluye:
  - La visita a la instalación en los plazos indicados en el apartado 7.3.5.2, y cada vez que el usuario lo requiera por avería grave en la instalación.
  - El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de la misma.



- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.
- 7.2.5. 7.2.5 El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.
- 7.2.6. El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:
- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos. – Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
  - Comprobación del estado de los módulos: situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
  - Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
  - Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
  - Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
  - Inversores: estado de indicadores y alarmas.
  - Caídas de tensión en el cableado de continua.
  - Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.
- 7.2.7. En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.
- 7.2.8. Las operaciones de mantenimiento realizadas se registrarán en un libro de mantenimiento.

### 7.3. Garantías

#### 7.3.1. Ámbito general de la garantía:

- 7.3.1.1. Sin perjuicio de una posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.
- 7.3.1.2. La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la entrega de la instalación.

#### 7.3.2. Plazos:



- 7.3.2.1. El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de tres años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos, la garantía será de ocho años.
- 7.3.2.2. Si hubiera de interrumpirse la explotación del sistema debido a razones de las que es responsable el suministrador, o a reparaciones que haya de realizar para cumplir las estipulaciones de la garantía, el plazo se prolongará por la duración total de dichas interrupciones.
- 7.3.3. Condiciones económicas:
  - 7.3.3.1. La garantía incluye tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
  - 7.3.3.2. Quedan incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
  - 7.3.3.3. Asimismo, se debe incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.
  - 7.3.3.4. Si, en un plazo razonable, el suministrador incumple las obligaciones derivadas de la garantía, el comprador de la instalación podrá, previa notificación escrita, fijar una fecha final para que dicho suministrador cumpla con sus obligaciones. Si el suministrador no cumple con sus obligaciones en dicho plazo último, el comprador de la instalación podrá, por cuenta y riesgo del suministrador, realizar por sí mismo las oportunas reparaciones, o contratar para ello a un tercero, sin perjuicio de la reclamación por daños y perjuicios en que hubiere incurrido el suministrador.
- 7.3.4. Anulación de la garantía:
  - 7.3.4.1. La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador, excepto en las condiciones del último punto del apartado 7.3.3.4.
- 7.3.5. Lugar y tiempo de la prestación:
  - 7.3.5.1. Cuando el usuario detecte un defecto de funcionamiento en la instalación lo comunicará fehacientemente al suministrador. Cuando el suministrador considere que es un defecto de fabricación de algún componente lo comunicará fehacientemente al fabricante.
  - 7.3.5.2. El suministrador atenderá el aviso en un plazo máximo de 48 horas si la instalación no funciona, o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
  - 7.3.5.3. Las averías de las instalaciones se repararán en su lugar de ubicación por el suministrador. Si la avería de algún componente no pudiera ser reparada en el domicilio del usuario, el componente deberá ser enviado al taller oficial designado por el fabricante por cuenta y a cargo del suministrador.
  - 7.3.5.4. El suministrador realizará las reparaciones o reposiciones de piezas con la mayor brevedad posible una vez recibido el aviso de avería, pero no se responsabilizará de los



perjuicios causados por la demora en dichas reparaciones siempre que sea inferior a 15 días naturales.

## 4. Anexos.

### 4.1 Tablas utilizadas

#### 4.1.1. Tablas de probabilidad y de Consumo

Para ver las tablas con mayor calidad, se recomienda visualizarlas desde la carpeta “Anexos”, dentro del CD del Trabajo Final de Grado.



**Tabla de Probabilidad - Vivienda Pequeña y Modesta**

Elemento	P. (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Nevera	200,00	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Congelador	250,00	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TV 22" encendida	50,00	20%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	60%	75%	50%	50%	50%	50%	75%	60%	35%
TV 22" Standby	10,00	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	70%	70%	70%	70%	70%	70%	40%	40%	25%	50%	50%	50%	50%	25%	40%	65%
Alumbrado	240,00	10%	5%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	80%	20%	10%	10%	10%	15%	35%	40%	55%	45%	20%
Horno	1200,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	20%	30%	45%	50%	35%	10%	5%	5%	5%	5%	20%	35%	10%
Microondas	1300,00	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	5%	10%	10%	15%	20%	20%	20%	20%	10%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	5%
Lavadora	400,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	5%

**Tabla de Consumo (Wh) - Vivienda Pequeña y Modesta**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
Nevera	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	1200,00
Congelador	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	1500,00
TV 22" encendida	10,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	30,00	37,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	37,50	37,50	30,00	402,50
TV 22" Standby	8,00	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	4,00	2,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,50	2,50	4,00	159,50
Bombillas	24,00	12,00	0,00	0,00	0,00	36,00	72,00	96,00	120,00	144,00	120,00	72,00	48,00	24,00	24,00	24,00	24,00	36,00	84,00	96,00	132,00	180,00	108,00	48,00	1500,00
Horno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	120,00	120,00	240,00	360,00	540,00	600,00	600,00	420,00	120,00	60,00	60,00	60,00	240,00	420,00	240,00	120,00	3900,00
Microondas	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,00	65,00	65,00	130,00	130,00	195,00	260,00	260,00	130,00	130,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	130,00	130,00	65,00	2002,00
Lavadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	40,00	40,00	40,00	20,00	376,00
<b>Total 1 vivienda</b>	<b>180,50</b>	<b>138,50</b>	<b>122,50</b>	<b>122,50</b>	<b>122,50</b>	<b>122,50</b>	<b>184,50</b>	<b>325,50</b>	<b>423,50</b>	<b>447,50</b>	<b>548,50</b>	<b>644,50</b>	<b>781,50</b>	<b>1002,50</b>	<b>1050,50</b>	<b>746,50</b>	<b>371,50</b>	<b>323,50</b>	<b>371,50</b>	<b>403,50</b>	<b>629,50</b>	<b>922,50</b>	<b>664,50</b>	<b>389,50</b>	<b>11040,00</b>

**Tabla de Probabilidad - Vivienda Pequeña y Cómoda**

Elemento	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Nevera	200,00	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Congelador	250,00	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TV 22" encendida	50,00	20%	10%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	60%	75%	50%	50%	50%	50%	75%	60%	35%	
TV 22" Standby	10,00	80%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	70%	70%	70%	70%	70%	40%	20%	10%	10%	15%	35%	40%	55%	45%	20%	
Alumbrado	240,00	10%	5%	0%	0%	0%	15%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	80%	20%	10%	10%	10%	10%	15%	35%	40%	55%	45%	20%
Horno	1200,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	20%	30%	45%	50%	35%	10%	5%	5%	5%	5%	20%	35%	10%
Microondas	1300,00	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	5%	10%	10%	15%	20%	20%	20%	10%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	5%
Lavadora	400,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	5%
Cocina Eléctrica	1500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	15%	15%	0%	0%	5%	15%	25%	5%
Ordenador de torre	350,00	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	15%	15%	15%	15%	15%	15%	25%	35%	45%	45%	45%	45%	45%	25%	15%

**Tabla de Consumo (Wh) - Vivienda Pequeña y Cómoda**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total día
Nevera	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	1200,00
Congelador	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	1500,00
TV 22" encendida	10,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	30,00	37,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	37,50	37,50	30,00	402,50
TV 22" Standby	8,00	9,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,50	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	4,00	2,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,50	2,50	4,00	159,50
Alumbrado	24,00	12,00	0,00	0,00	0,00	36,00	72,00	96,00	120,00	144,00	120,00	72,00	48,00	24,00	24,00	24,00	36,00	84,00	96,00	132,00	180,00	108,00	48,00	48,00	1500,00
Horno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	120,00	120,00	240,00	360,00	540,00	600,00	600,00	420,00	120,00	60,00	60,00	60,00	60,00	240,00	420,00	240,00	120,00	3900,00
Microondas	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,00	65,00	65,00	130,00	130,00	195,00	260,00	260,00	130,00	130,00	65,00	65,00	65,00	65,00	65,00	130,00	130,00	65,00	2002,00
Lavadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,00	8,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	40,00	40,00	40,00	20,00	376,00
Cocina Eléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	520,00
Ordenador de torre	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	100,00	140,00	180,00	180,00	180,00	180,00	140,00	100,00	60,00	1800,00
<b>Total 1 vivienda</b>	<b>200,50</b>	<b>158,50</b>	<b>142,50</b>	<b>142,50</b>	<b>142,50</b>	<b>142,50</b>	<b>204,50</b>	<b>345,50</b>	<b>443,50</b>	<b>507,50</b>	<b>608,50</b>	<b>704,50</b>	<b>861,50</b>	<b>1122,50</b>	<b>1210,50</b>	<b>906,50</b>	<b>531,50</b>	<b>503,50</b>	<b>551,50</b>	<b>603,50</b>	<b>869,50</b>	<b>1162,50</b>	<b>824,50</b>	<b>469,50</b>	<b>13360,00</b>

**Tabla de Probabilidad - Vivienda Grande y Cómoda**

Elemento	Potencia (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	25:00
Nevera	200,00	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
Congelador	250,00	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
TV 22" encendida	50,00	15%	5%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	35%	20%	20%	30%	30%	30%	60%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	70%	45%	30%
TV 22" Standby	10,00	85%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	85%	65%	80%	80%	70%	70%	70%	40%	25%	50%	50%	50%	50%	50%	25%	30%	55%	70%
Alumbrado	180,00	10%	5%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	40%	50%	60%	50%	30%	20%	10%	10%	10%	10%	15%	35%	40%	55%	75%	45%	20%
Horno	1200,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	10%	30%	45%	50%	35%	10%	5%	5%	5%	5%	20%	35%	20%	10%
Microondas	1300,00	2%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	5%	10%	10%	2%	10%	15%	20%	20%	10%	2%	2%	2%	2%	2%	5%	10%	10%	5%
Lavadora	400,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	10%	10%	5%
Cocina Eléctrica	1500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	15%	15%	15%	5%	0%	0%	5%	15%	25%	15%	5%
Ordenador de torre	350,00	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	15%	15%	15%	15%	25%	35%	45%	45%	45%	45%	45%	35%	25%	15%
Ordenador portátil	240,00	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	15%	15%	15%	15%	15%	25%	35%	45%	45%	45%	45%	45%	35%	25%	15%
Aspiradora	1000,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	15%	15%	10%	10%	10%	10%	15%	10%	0%	0%
Barritora	200,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	15%	15%	15%	15%	20%	25%	25%	20%	20%	20%	20%	20%	15%	10%	0%	0%

**Tabla de Consumo (Wh) - Vivienda Grande y Cómoda**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día	
Nevera	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	1200,00
Congelador	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	62,50	1500,00
TV 22" encendida	7,50	2,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	17,50	10,00	10,00	15,00	15,00	15,00	30,00	37,50	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	37,50	35,00	22,50	15,00	377,50
TV 22" Standby	8,50	9,50	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	8,50	6,50	8,00	8,00	7,00	7,00	7,00	4,00	2,50	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,50	3,00	5,50	7,00	164,50
Alumbrado	18,00	9,00	0,00	0,00	0,00	0,00	27,00	54,00	72,00	90,00	108,00	90,00	54,00	36,00	18,00	18,00	18,00	18,00	27,00	63,00	72,00	99,00	135,00	81,00	36,00	1125,00
Horno	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	120,00	120,00	120,00	240,00	360,00	540,00	600,00	600,00	420,00	120,00	60,00	60,00	60,00	240,00	420,00	240,00	120,00	3900,00
Microondas	26,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	26,00	65,00	130,00	130,00	26,00	130,00	195,00	260,00	260,00	130,00	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	65,00	130,00	130,00	65,00	1872,00
Lavadora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	40,00	40,00	40,00	20,00	400,00	
Cocina Eléctrica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	60,00	100,00	60,00	20,00	0,00	0,00	0,00	60,00	100,00	60,00	20,00	520,00	
Ordenador de torre	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	60,00	60,00	60,00	60,00	100,00	140,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	140,00	100,00	60,00	1800,00
Ordenador portátil	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	60,00	60,00	60,00	60,00	100,00	140,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	140,00	100,00	60,00	1800,00
Aspiradora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	20,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	60,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	0,00	0,00	700,00
Barritora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	660,00
<b>Total 1 vivienda</b>	<b>212,50</b>	<b>173,50</b>	<b>162,50</b>	<b>162,50</b>	<b>162,50</b>	<b>162,50</b>	<b>215,50</b>	<b>347,50</b>	<b>598,50</b>	<b>730,50</b>	<b>644,50</b>	<b>854,50</b>	<b>1023,50</b>	<b>1310,50</b>	<b>1424,50</b>	<b>1160,50</b>	<b>746,50</b>	<b>675,50</b>	<b>711,50</b>	<b>760,50</b>	<b>1076,50</b>	<b>1295,50</b>	<b>891,50</b>	<b>515,50</b>	<b>16019,00</b>	

**Tabla de Consumo (Wh) - Vivienda Pequeña y Modesta**

0:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
200,50	180,50	172,00	154,00	490,00	490,00	490,00	490,00	1302,00	1694,00	447,50	548,50	644,50	781,50	1002,50	1050,50	746,50	371,50	323,50	323,50	403,50	629,50	924,50	664,50	389,50	11040,00
7220,00	5540,00	4900,00	4900,00	4900,00	4900,00	4900,00	7380,00	13020,00	16940,00	17900,00	21940,00	25780,00	31260,00	40100,00	42020,00	29860,00	14860,00	12940,00	14860,00	16140,00	25180,00	36900,00	26580,00	15580,00	441600,00

**Tabla de Consumo (Wh) - Vivienda Pequeña y Cómoda**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
200,50	198,50	142,50	142,50	142,50	142,50	204,50	345,50	443,50	507,50	608,50	704,50	861,50	1122,50	1210,50	906,50	531,50	503,50	551,50	603,50	869,50	1162,50	824,50	469,50	13360,00
5012,50	3962,50	3562,50	3562,50	3562,50	3562,50	5112,50	8637,50	11087,50	12687,50	15212,50	17612,50	21537,50	28062,50	30262,50	22662,50	13287,50	12587,50	13787,50	15087,50	21737,50	29062,50	20612,50	11737,50	334000,00

**Tabla de Consumo (Wh) - Vivienda Grande y Cómoda**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
200,50	173,50	162,50	162,50	162,50	162,50	215,50	347,50	598,50	730,50	644,50	854,50	1023,50	1310,50	1424,50	1160,50	746,50	675,50	711,50	760,50	1076,50	1295,50	891,50	515,50	16019,00
1062,50	867,50	812,50	812,50	812,50	812,50	1077,50	1737,50	2992,50	3652,50	3222,50	4272,50	5117,50	6552,50	7122,50	5802,50	3732,50	3377,50	3557,50	3802,50	5382,50	6477,50	4457,50	2577,50	80095,00

**Tabla de Consumo (kWh) - Grupo de Viviendas**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
13,30	10,37	9,28	9,28	9,28	9,28	13,57	23,40	31,02	34,24	40,38	47,67	57,82	74,72	79,41	58,33	31,88	28,91	32,21	35,03	52,30	72,44	51,65	29,90	855,70

**Tabla de Probabilidad - Centro Educativo**

Elemento	P (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Iluminación	6624,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	45%	80%	80%	80%	80%	80%	65%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ordenador torre	12250,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	25%	30%	30%	30%	30%	30%	20%	15%	15%	10%	5%	0%	0%	0%	0%	0%
Impresora	1800,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Proyector	4200,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	0%	0%	0%	0%	0%
Material Lab.	7500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	30%	30%	30%	30%	30%	30%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

**Tabla de Consumo (Wh) - Centro Educativo**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
Iluminación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	993,60	2980,80	5299,20	5299,20	5299,20	5299,20	5299,20	5299,20	4305,60	1656,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	36432,00
Ordenador torre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	612,50	3062,50	3675,00	3675,00	3675,00	3675,00	3675,00	3675,00	2450,00	1837,50	1837,50	1225,00	612,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30012,50
Impresora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1530,00
Proyector	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	840,00	420,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8400,00
Material Lab.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2250,00	2250,00	2250,00	2250,00	2250,00	2250,00	2250,00	1125,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14625,00
Total	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1696,10	9313,30	12244,20	12244,20	12244,20	12244,20	12244,20	12244,20	8900,60	4093,50	2677,50	2065,00	1032,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	90999,50

**Tabla de Consumo (kWh) - Centro Educativo**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	9,31	12,24	12,24	12,24	12,24	12,24	8,90	4,09	2,68	2,07	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,00

**Tabla de Probabilidad - Pabellón**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
Iluminación p.	1500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	45%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	65%	25%	0%	0%
Iluminación a.	756,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	25%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	25%	25%	45%	45%	45%	45%	45%	5%	0%
Termo eléctrico	12000,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	15%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	15%	0%
Ordenador torre	350,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	55%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	55%	25%	0%

**Tabla de Consumo (Wh) - Pabellón**

Elemento	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
Iluminación p.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	225,00	675,00	1275,00	1275,00	1275,00	1275,00	1275,00	975,00	375,00	975,00	1275,00	1275,00	1275,00	1275,00	975,00	375,00	0,00	0,00	14775,00
Iluminación a.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	75,60	189,00	340,20	340,20	340,20	340,20	189,00	75,60	189,00	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	340,20	37,80	0,00	4158,00
Termo eléctrico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	600,00	1800,00	4200,00	4200,00	4200,00	4200,00	4200,00	3000,00	3000,00	4200,00	4200,00	4200,00	4200,00	4200,00	4200,00	4200,00	1800,00	0,00	56400,00
Ordenador torre	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	87,50	192,50	262,50	262,50	262,50	262,50	262,50	262,50	262,50	4426,50	6077,70	6077,70	6077,70	6077,70	5107,70	1925,30	0,00	0,00	79043,00
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>988,10</b>	<b>2856,50</b>	<b>6077,70</b>	<b>6077,70</b>	<b>6077,70</b>	<b>6077,70</b>	<b>5626,50</b>	<b>3713,10</b>	<b>4426,50</b>	<b>6077,70</b>	<b>6077,70</b>	<b>6077,70</b>	<b>6077,70</b>	<b>5107,70</b>	<b>1925,30</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>79043,00</b>	

**Tabla de Consumo (kWh) - Pabellón Polideportivo**

Elemento	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
Iluminación p.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	2,86	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	5,63	3,71	4,43	6,08	6,08	6,08	5,78	5,11	1,93	0,00	0,00	79,04
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,99</b>	<b>2,86</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>5,63</b>	<b>3,71</b>	<b>4,43</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>6,08</b>	<b>5,78</b>	<b>5,11</b>	<b>1,93</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>79,04</b>

**Tabla de Probabilidad - Ayuntamiento**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
Iluminación	1560,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	45%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	25%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Ordenador torre	3500,00	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	25%	45%	45%	45%	45%	45%	45%	25%	10%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Impresora	1800,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

**Tabla de Consumo (Wh) - Ayuntamiento**

Elemento	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
Iluminación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	702,00	1326,00	1326,00	1326,00	1326,00	1326,00	1014,00	390,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8736,00
Ordenador torre	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	875,00	1575,00	1575,00	1575,00	1575,00	1575,00	875,00	350,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	175,00	12775,00
Impresora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1440,00
<b>Total</b>	<b>175,00</b>	<b>1757,00</b>	<b>3081,00</b>	<b>3081,00</b>	<b>3081,00</b>	<b>3081,00</b>	<b>3081,00</b>	<b>2069,00</b>	<b>920,00</b>	<b>175,00</b>	<b>22951,00</b>														

**Tabla de Consumo (kWh) - Ayuntamiento**

Elemento	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
Iluminación	0,00	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,76	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	2,07	0,92	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	22,95
Ordenador torre	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,92	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	0,92	0,46	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	0,23	179,25
Impresora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
<b>Total</b>	<b>0,18</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>0,36</b>	<b>2,92</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>5,02</b>	<b>3,17</b>	<b>1,58</b>	<b>0,36</b>	<b>24,44</b>								

**Tabla de Probabilidad - Centro Médico**

Elemento	P. (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Iluminación	936,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	45%	85%	85%	85%	85%	50%	50%	85%	85%	85%	50%	0%	0%	0%	0%
Ordenador torre	2100,00	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	10%	25%	45%	45%	45%	10%	5%	25%	45%	45%	10%	5%	5%	5%	5%	0%
Impresora	120,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
C. Frigorífica	150,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	35%	35%	35%	35%	10%	10%	35%	20%	20%	35%	15%	0%	0%	0%	0%
Eq. Médico	2400,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	5%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	5%	5%	10%	5%	0%	0%	0%	0%

**Tabla de Consumo (Wh) - Centro Médico**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
Iluminación	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	140,40	421,20	795,60	795,60	795,60	795,60	468,00	468,00	795,60	795,60	795,60	468,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7534,80	
Ordenador torre	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00	105,00	210,00	525,00	945,00	945,00	945,00	945,00	525,00	6,00	6,00	12,00	12,00	12,00	12,00	105,00	105,00	105,00	105,00	9765,00
Impresora	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	6,00	6,00	12,00	12,00	12,00	6,00	0,00	0,00	0,00	0,00	114,00	
C. Frigorífica	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,50	52,50	52,50	52,50	52,50	52,50	30,00	30,00	30,00	30,00	52,50	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00	472,50	
Eq. Médico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	120,00	240,00	240,00	240,00	240,00	240,00	120,00	120,00	120,00	120,00	240,00	120,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2160,00	
<b>Total</b>	<b>105,00</b>	<b>498,90</b>	<b>1250,70</b>	<b>2045,10</b>	<b>2045,10</b>	<b>2045,10</b>	<b>2045,10</b>	<b>1291,50</b>	<b>1149,00</b>	<b>1902,60</b>	<b>2045,10</b>	<b>1895,10</b>	<b>573,00</b>	<b>105,00</b>	<b>105,00</b>	<b>105,00</b>	<b>105,00</b>	<b>20046,30</b>								

**Tabla de Consumo (kWh) - Centro Médico**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
Iluminación	0,00	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,50	1,25	2,05	2,05	2,05	2,05	1,29	1,15	1,90	2,05	1,90	0,57	0,11	0,11	0,11	0,11	20,05

**Tabla de Probabilidad - Sistema de Bombeo**

Elemento	P. (W)	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Sist. Bombeo	1000,00	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%

**Tabla de Consumo (Wh) - Sistema de Bombeo**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total	
Sist. Bombeo	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	200,00	4800,00
<b>Total</b>	<b>200,00</b>	<b>4800,00</b>																								

**Tabla de Consumo (kWh) - Sistema de Bombeo**

Elemento	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Total
Sist. Bombeo	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4,80

Tabla de Probabilidad - Comercios																									
Elemento	P. [W]	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Farmacia	3500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	45%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	40%	0%	0%
Supermercado	9500,00	20%	20%	55%	55%	55%	55%	55%	55%	65%	65%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	60%	75%	75%	50%	20%	
Paperería	3500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	55%	75%	75%	75%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	75%	75%	40%	0%	
Bar	5000,00	15%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	15%	30%	60%	60%	40%	65%	75%	65%	40%	40%	40%	75%	40%	55%	30%	
Tienda Ropa y C.	3500,00	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	25%	50%	75%	75%	75%	50%	50%	25%	25%	50%	50%	75%	75%	40%	0%	

Tabla de Consumo (MWh) - Comercios																									
Elemento	P. [W]	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Farmacia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	875,00	1575,00	2625,00	2625,00	2625,00	1750,00	1750,00	1750,00	1750,00	1750,00	1750,00	2625,00	2625,00	1400,00	0,00	28350,00
Supermercado	1900,00	1900,00	5225,00	5225,00	5225,00	5225,00	5225,00	5225,00	6175,00	6175,00	7125,00	7125,00	7125,00	7125,00	4750,00	4750,00	4750,00	4750,00	4750,00	5700,00	7125,00	4750,00	1900,00	1900,00	121125,00
Paperería	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	875,00	1925,00	2625,00	2625,00	2625,00	1750,00	1750,00	1750,00	1750,00	1750,00	1750,00	2625,00	2625,00	1400,00	0,00	28700,00
Bar	750,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	750,00	1500,00	3000,00	3000,00	3000,00	3250,00	3750,00	3250,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2750,00	3500,00	1500,00	39750,00
Tienda Ropa y C.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	875,00	1750,00	2625,00	2625,00	2625,00	1750,00	1750,00	875,00	875,00	1750,00	1750,00	1750,00	2625,00	2625,00	1400,00	0,00	25900,00
<b>Total</b>	<b>2650,00</b>	<b>1900,00</b>	<b>5225,00</b>	<b>5225,00</b>	<b>5225,00</b>	<b>5225,00</b>	<b>5225,00</b>	<b>5225,00</b>	<b>9550,00</b>	<b>12925,00</b>	<b>18000,00</b>	<b>18000,00</b>	<b>16125,00</b>	<b>13250,00</b>	<b>12875,00</b>	<b>12375,00</b>	<b>12000,00</b>	<b>12000,00</b>	<b>15575,00</b>	<b>17000,00</b>	<b>17750,00</b>	<b>12450,00</b>	<b>4650,00</b>	<b>3400,00</b>	<b>243825,00</b>

Tabla de Consumo (kWh) - Comercios																									
Elemento	P. [W]	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Farmacia	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,93	23,93	38,88	38,88	38,88	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	38,88	38,88	20,00	0,00	423,88
Supermercado	2,65	1,90	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	9,55	12,93	18,00	18,00	16,13	13,25	12,88	12,88	12,00	12,00	12,00	15,58	17,00	12,45	4,65	3,40	243,83

Tabla de Probabilidad - Alumbrado																									
Elemento	P. [W]	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Sist. Bombeo	15000,00	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Tabla de Consumo (MWh) - Alumbrado																									
Elemento	P. [W]	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Sist. Bombeo	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00	15000,00
<b>Total</b>	<b>15000,00</b>																								

Tabla de Consumo (kWh) - Alumbrado																									
Elemento	P. [W]	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
Sist. Bombeo	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
<b>Total</b>	<b>15,00</b>																								

**Tabla de Consumo (kWh) - Grupo de Viviendas**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
13,30	10,37	9,28	9,28	9,28	9,28	13,57	23,40	31,02	34,24	40,38	47,67	57,92	74,72	79,41	58,33	31,88	28,91	32,21	35,03	52,30	72,44	51,65	29,90	855,70

**Tabla de Consumo (kWh) - Centro Educativo**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,70	9,31	12,24	12,24	12,24	12,24	12,24	8,90	4,09	2,68	2,07	1,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	91,00

**Tabla de Consumo (kWh) - Pabellón Polideportivo**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,99	2,86	6,08	6,08	6,08	6,08	6,08	5,63	3,71	4,43	6,08	6,08	6,08	5,78	5,11	1,93	0,00	79,04

**Tabla de Consumo (kWh) - Ayuntamiento**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día	
0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	1,76	3,08	3,08	3,08	3,08	3,08	2,07	0,92	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	22,95

**Tabla de Consumo (kWh) - Centro Médico**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,50	1,25	2,05	2,05	2,05	2,05	1,29	1,15	1,90	2,05	1,90	0,57	0,11	0,11	0,11	0,11	20,05

**Tabla de Consumo (kWh) - Sistema de Bombeo**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	4,80

**Tabla de Consumo (kWh) - Comercios**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
2,65	1,90	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	5,23	9,55	12,93	18,00	18,00	16,13	13,25	12,88	12,38	12,00	12,00	15,58	17,00	17,75	12,45	4,65	3,40	243,83

**Tabla de Consumo (kWh) - Alumbrado**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	7,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,50	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	240,00

**Curva de carga (kWh) - Comunidad Aislada**

0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	Todo el día
31,43	27,75	29,98	29,98	29,98	34,28	46,78	70,20	85,02	89,31	97,69	111,61	110,37	80,78	53,26	51,47	64,66	74,06	91,31	105,48	73,71	48,78	1557,36		

#### 4.1.2. Ajuste de las potencias de la instalación.

En este apartado se mostrarán los diferentes casos calculados de distribución de generación de la energía eléctrica, tanto las tablas de datos como las gráficas, antes de obtener el elegido para la instalación:

### Caso 1

Aerogeneradores		Energía producida			
8	Hora	Consumo (kWh)	Eólica (kWh)	Solar (kWh)	Aporte baterías (kWh)
	0:00	31,43	16,52	0,0	14,90
$\eta$ instalación	1:00	27,75	9,29	0,0	18,46
0,90	2:00	29,98	6,89	0,0	23,10
	3:00	29,98	6,89	0,0	23,10
$\eta$ inversor	4:00	29,98	6,89	0,0	23,10
0,90	5:00	29,98	6,89	0,0	23,10
	6:00	34,28	6,89	0,0	27,39
Efecto sombra	7:00	46,78	6,89	0,0	39,99
0,85	8:00	70,20	11,70	0,0	58,68
	9:00	85,02	16,52	0,0	68,76
Potencia Placas (kW)	10:00	89,52	22,72	0,0	67,07
0,0	11:00	89,31	35,11	0,0	54,46
	12:00	97,69	68,85	0,0	29,10
	13:00	111,61	115,67	0,0	0,00
	14:00	110,37	150,09	0,0	0,00
	15:00	80,78	150,09	0,0	0,00
	16:00	53,26	147,34	0,0	0,00
	17:00	51,47	143,21	0,0	0,00
	18:00	64,66	145,96	0,0	0,00
	19:00	74,06	149,40	0,0	0,00
	20:00	91,31	150,09	0,0	0,00
	21:00	105,48	124,62	0,0	0,00
	22:00	73,71	64,03	0,0	9,76
	23:00	48,78	26,16	0,0	22,61
	Todo el día	1557,36	1588,71	0,00	503,56
			1588,71		

## Caso 2

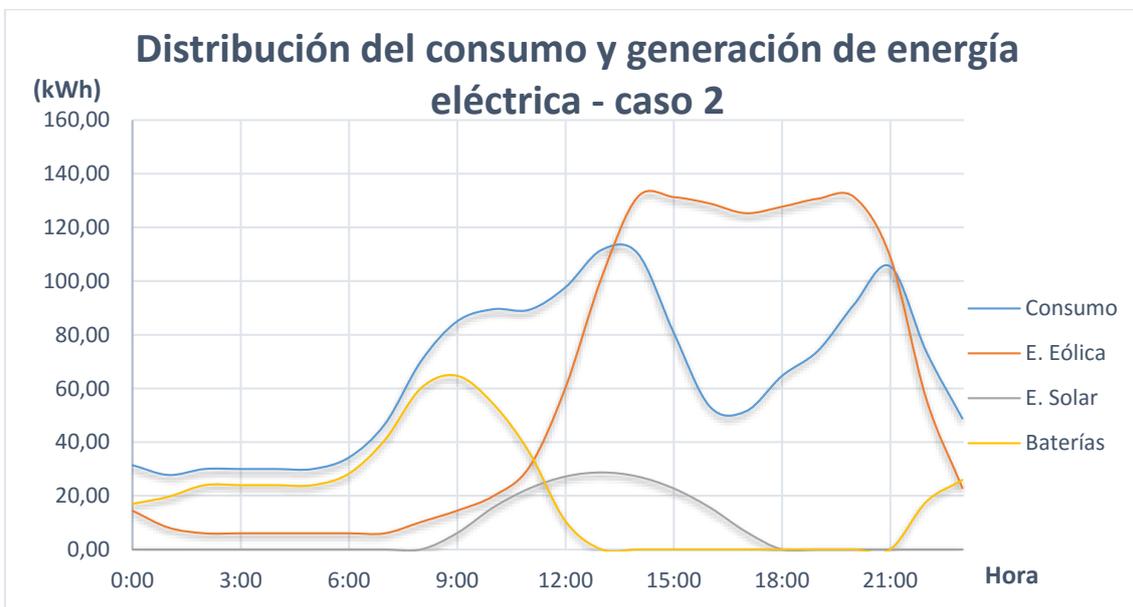
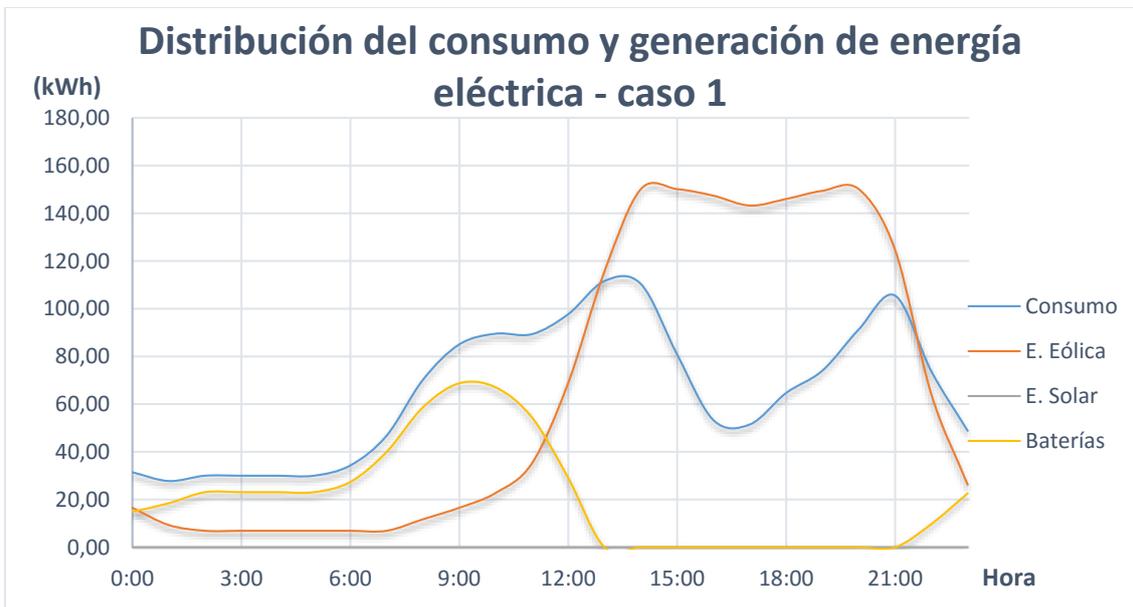
Aerogeneradores	Energía producida				
7	Hora	Consumo (kWh)	Eólica (kWh)	Solar (kWh)	Aporte baterías (kWh)
	0:00	31,43	14,46	0,0	16,97
<b><math>\eta</math> instalación</b>	1:00	27,75	8,13	0,0	19,62
0,90	2:00	29,98	6,02	0,0	23,96
	3:00	29,98	6,02	0,0	23,96
<b><math>\eta</math> inversor</b>	4:00	29,98	6,02	0,0	23,96
0,90	5:00	29,98	6,02	0,0	23,96
	6:00	34,28	6,02	0,0	28,25
<b>Efecto sombra</b>	7:00	46,78	6,02	0,0	40,85
0,85	8:00	70,20	10,24	0,0	60,15
	9:00	85,02	14,46	6,1	64,73
<b>Potencia Placas (kW)</b>	10:00	89,52	19,88	15,7	54,25
50,0	11:00	89,31	30,72	22,7	36,11
	12:00	97,69	60,24	27,2	10,53
	13:00	111,61	101,21	28,7	0,00
	14:00	110,37	131,33	27,2	0,00
	15:00	80,78	131,33	22,7	0,00
	16:00	53,26	128,92	15,7	0,00
	17:00	51,47	125,31	6,6	0,00
	18:00	64,66	127,72	0,0	0,00
	19:00	74,06	130,73	0,0	0,00
	20:00	91,31	131,33	0,0	0,00
	21:00	105,48	109,04	0,0	0,00
	22:00	73,71	56,03	0,0	17,77
	23:00	48,78	22,89	0,0	25,88
	<b>Todo el día</b>	<b>1557,36</b>	<b>1390,12</b>	<b>172,56</b>	<b>470,91</b>
			<b>1562,69</b>		

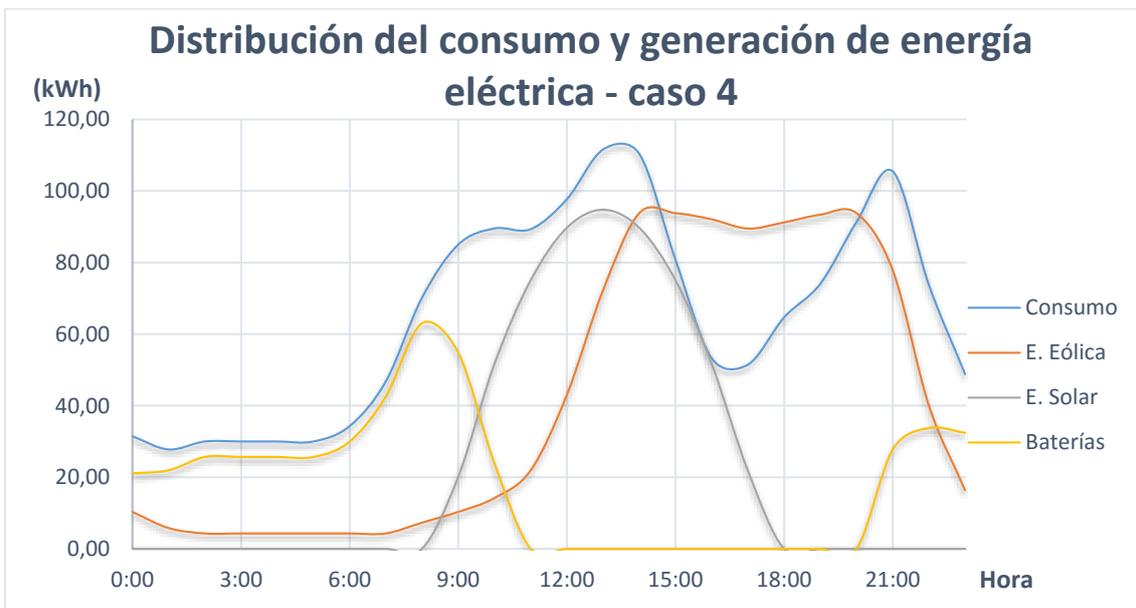
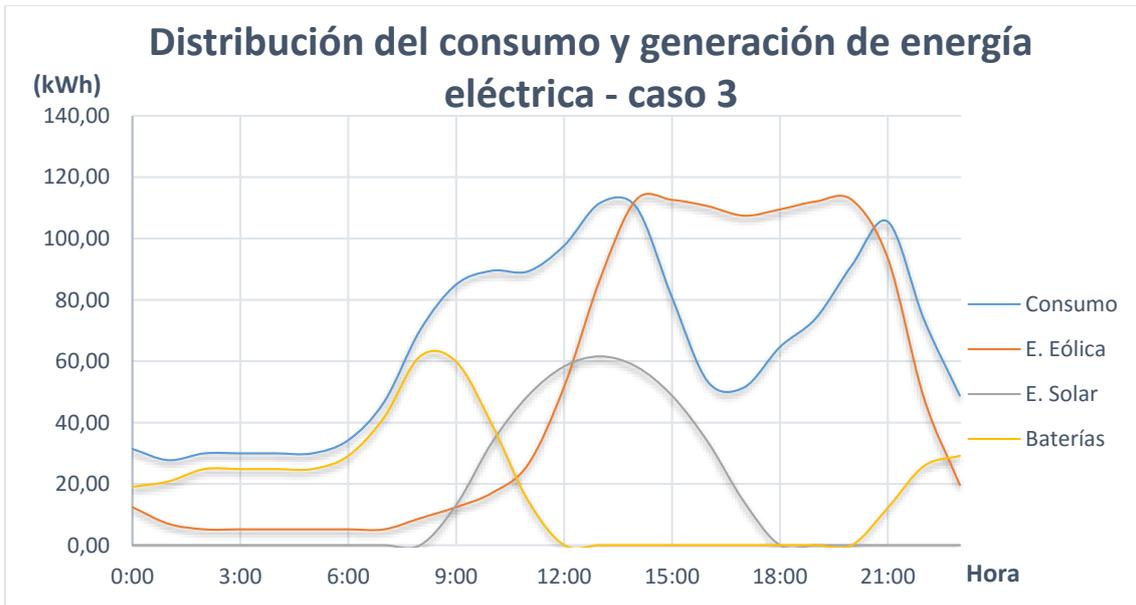
### Caso 3

Aerogeneradores		Energía producida				
6		Hora	Consumo (kWh)	Eólica (kWh)	Solar (kWh)	Aporte baterías (kWh)
		0:00	31,43	12,39	0,0	19,03
$\eta$ instalación		1:00	27,75	6,97	0,0	20,78
0,90		2:00	29,98	5,16	0,0	24,82
		3:00	29,98	5,16	0,0	24,82
$\eta$ inversor		4:00	29,98	5,16	0,0	24,82
0,90		5:00	29,98	5,16	0,0	24,82
		6:00	34,28	5,16	0,0	29,11
Efecto sombra		7:00	46,78	5,16	0,0	41,71
0,85		8:00	70,20	8,78	0,0	61,61
		9:00	85,02	12,39	13,1	59,81
Potencia Placas (kW)		10:00	89,52	17,04	33,6	39,16
108,0		11:00	89,31	26,34	48,8	14,48
		12:00	97,69	51,64	58,3	0,00
		13:00	111,61	86,75	61,6	0,00
		14:00	110,37	112,57	58,3	0,00
		15:00	80,78	112,57	48,8	0,00
		16:00	53,26	110,50	33,6	0,00
		17:00	51,47	107,41	14,2	0,00
		18:00	64,66	109,47	0,0	0,00
		19:00	74,06	112,05	0,0	0,00
		20:00	91,31	112,57	0,0	0,00
		21:00	105,48	93,46	0,0	12,21
		22:00	73,71	48,02	0,0	25,77
		23:00	48,78	19,62	0,0	29,15
		Todo el día	1557,36	1191,54	370,05	452,09
				1561,59		

### Caso 4

Aerogeneradores		Energía producida				
5		Hora	Consumo (kWh)	Eólica (kWh)	Solar (kWh)	Aporte baterías (kWh)
		0:00	31,43	10,33	0,0	21,10
<b><math>\eta</math> instalación</b>		1:00	27,75	5,81	0,0	21,94
0,90		2:00	29,98	4,30	0,0	25,68
		3:00	29,98	4,30	0,0	25,68
<b><math>\eta</math> inversor</b>		4:00	29,98	4,30	0,0	25,68
0,90		5:00	29,98	4,30	0,0	25,68
		6:00	34,28	4,30	0,0	29,97
<b>Efecto sombra</b>		7:00	46,78	4,30	0,0	42,57
0,85		8:00	70,20	7,32	0,0	63,07
		9:00	85,02	10,33	20,1	54,83
<b>Potencia Placas (kW)</b>		10:00	89,52	14,20	51,7	23,91
166,0		11:00	89,31	21,95	75,0	0,00
		12:00	97,69	43,03	89,7	0,00
		13:00	111,61	72,29	94,7	0,00
		14:00	110,37	93,81	89,7	0,00
		15:00	80,78	93,81	75,0	0,00
		16:00	53,26	92,09	51,7	0,00
		17:00	51,47	89,51	21,8	0,00
		18:00	64,66	91,23	0,0	0,00
		19:00	74,06	93,38	0,0	0,00
		20:00	91,31	93,81	0,0	0,00
		21:00	105,48	77,89	0,0	27,78
		22:00	73,71	40,02	0,0	33,77
		23:00	48,78	16,35	0,0	32,42
		<b>Todo el día</b>	<b>1557,36</b>	<b>992,95</b>	<b>569,46</b>	<b>454,08</b>
				<b>1562,41</b>		





#### 4.1.3. Diferentes situaciones meteorológicas.

Aquí se adjuntará las tablas con los datos con los que se han realizado las gráficas que se han mostrado en el apartado 2.2.4 de cómo se descargan las baterías en función de las condiciones meteorológicas.

### Condiciones normales de funcionamiento

Hora	Consumo (kWh)	Energía producida		Baterías (kWh)	C. Baterías (kWh)	C. Baterías (%)
		Eólica (kWh)	Solar (kWh)			
0:00	31,43	8,26	0,0	23,16	2224,80	100%
1:00	27,75	4,65	0,0	23,10	2201,64	99%
2:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2178,53	98%
3:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2152,00	97%
4:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2125,46	96%
5:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2098,92	94%
6:00	34,28	3,44	0,0	30,83	2072,38	93%
7:00	46,87	3,44	0,0	43,43	2041,55	92%
8:00	70,39	5,85	0,0	64,54	1998,12	90%
9:00	85,28	8,26	27,2	49,82	1933,59	87%
10:00	89,79	11,36	69,8	8,58	1883,76	85%
11:00	89,58	17,56	101,4	0,00	1913,15	86%
12:00	97,95	34,43	121,2	0,00	1970,84	89%
13:00	111,88	57,83	128,0	0,00	2044,85	92%
14:00	110,63	75,05	121,2	0,00	2130,49	96%
15:00	81,04	75,05	101,4	0,00	2224,80	100%
16:00	53,52	73,67	69,8	0,00	2224,80	100%
17:00	51,73	71,60	29,5	0,00	2224,80	100%
18:00	64,92	72,98	0,0	0,00	2224,80	100%
19:00	74,32	74,70	0,0	0,00	2224,80	100%
20:00	91,57	75,05	0,0	16,52	2224,80	100%
21:00	105,67	62,31	0,0	43,36	2208,28	99%
22:00	73,79	32,02	0,0	41,78	2164,92	97%
23:00	48,78	13,08	0,0	35,69	2123,14	95%
0:00	31,43	8,26	0,0	23,16	2087,44	94%
1:00	27,75	4,65	0,0	23,10	2064,28	93%
2:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2041,18	92%
3:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2014,64	91%
4:00	29,98	3,44	0,0	26,54	1988,10	89%
5:00	29,98	3,44	0,0	26,54	1961,57	88%



<b>6:00</b>	34,28	3,44	0,0	30,83	1935,03	87%
<b>7:00</b>	46,87	3,44	0,0	43,43	1904,20	86%
<b>8:00</b>	70,39	5,85	0,0	64,54	1860,77	84%
<b>9:00</b>	85,28	8,26	27,2	49,82	1796,23	81%
<b>10:00</b>	89,79	11,36	69,8	8,58	1746,41	78%
<b>11:00</b>	89,58	17,56	101,4	0,00	1775,79	80%
<b>12:00</b>	97,95	34,43	121,2	0,00	1833,49	82%
<b>13:00</b>	111,88	57,83	128,0	0,00	1907,49	86%
<b>14:00</b>	110,63	75,05	121,2	0,00	1993,13	90%
<b>15:00</b>	81,04	75,05	101,4	0,00	2088,55	94%
<b>16:00</b>	53,52	73,67	69,8	0,00	2178,53	98%
<b>17:00</b>	51,73	71,60	29,5	0,00	2224,80	100%
<b>18:00</b>	64,92	72,98	0,0	0,00	2224,80	100%
<b>19:00</b>	74,32	74,70	0,0	0,00	2224,80	100%
<b>20:00</b>	91,57	75,05	0,0	16,52	2224,80	100%
<b>21:00</b>	105,67	62,31	0,0	43,36	2208,28	99%
<b>22:00</b>	73,79	32,02	0,0	41,78	2164,92	97%
<b>23:00</b>	48,78	13,08	0,0	35,69	2123,14	95%

**Ausencia de Radiación Solar y sin Desconexiones**

Hora	Consumo (kWh)	Energía producida		Baterías (kWh)	C. Baterías (kWh)	C. Baterías (%)
		Eólica (kWh)	Solar (kWh)			
0:00	31,43	8,26	0,0	23,16	2224,80	100%
1:00	27,75	4,65	0,0	23,10	2201,64	99%
2:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2178,53	98%
3:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2152,00	97%
4:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2125,46	96%
5:00	29,98	3,44	0,0	26,54	2098,92	94%
6:00	34,28	3,44	0,0	30,83	2072,38	93%
7:00	46,87	3,44	0,0	43,43	2041,55	92%
8:00	70,39	5,85	0,0	64,54	1998,12	90%
9:00	85,28	8,26	0,0	77,02	1933,59	87%
10:00	89,79	11,36	0,0	78,43	1856,57	83%
11:00	89,58	17,56	0,0	72,02	1778,14	80%
12:00	97,95	34,43	0,0	63,53	1706,12	77%
13:00	111,88	57,83	0,0	54,04	1642,60	74%
14:00	110,63	75,05	0,0	35,58	1588,56	71%
15:00	81,04	75,05	0,0	5,99	1552,97	70%
16:00	53,52	73,67	0,0	0,00	1573,12	71%
17:00	51,73	71,60	0,0	0,00	1592,99	72%
18:00	64,92	72,98	0,0	0,00	1601,05	72%
19:00	74,32	74,70	0,0	0,00	1601,43	72%
20:00	91,57	75,05	0,0	16,52	1601,43	72%
21:00	105,67	62,31	0,0	43,36	1584,91	71%
22:00	73,79	32,02	0,0	41,78	1541,55	69%
23:00	48,78	13,08	0,0	35,69	1499,77	67%
0:00	31,43	8,26	0,0	23,16	1464,08	66%
1:00	27,75	4,65	0,0	23,10	1440,92	65%
2:00	29,98	3,44	0,0	26,54	1417,81	64%
3:00	29,98	3,44	0,0	26,54	1391,28	63%
4:00	29,98	3,44	0,0	26,54	1364,74	61%
5:00	29,98	3,44	0,0	26,54	1338,20	60%
6:00	34,28	3,44	0,0	30,83	1311,66	59%
7:00	46,87	3,44	0,0	43,43	1280,83	58%
8:00	70,39	5,85	0,0	64,54	1237,40	56%
9:00	85,28	8,26	0,0	77,02	1172,87	53%
10:00	89,79	11,36	0,0	78,43	1095,85	49%
11:00	89,58	17,56	0,0	72,02	1017,42	46%
12:00	97,95	34,43	0,0	63,53	945,40	42%
13:00	111,88	57,83	0,0	54,04	881,88	40%



<b>14:00</b>	110,63	75,05	0,0	35,58	827,84	37%
<b>15:00</b>	81,04	75,05	0,0	5,99	792,25	36%
<b>16:00</b>	53,52	73,67	0,0	0,00	812,40	37%
<b>17:00</b>	51,73	71,60	0,0	0,00	832,27	37%
<b>18:00</b>	64,92	72,98	0,0	0,00	840,33	38%
<b>19:00</b>	74,32	74,70	0,0	0,00	840,71	38%
<b>20:00</b>	91,57	75,05	0,0	16,52	840,71	38%
<b>21:00</b>	105,67	62,31	0,0	43,36	824,19	37%
<b>22:00</b>	73,79	32,02	0,0	41,78	780,83	35%
<b>23:00</b>	48,78	13,08	0,0	35,69	739,05	33%



**Ausencia de Viento y sin Desconexiones**

Hora	Consumo (kWh)	Energía producida		Baterías (kWh)	C. Baterías (kWh)	C. Baterías (%)
		Eólica (kWh)	Solar (kWh)			
0:00	31,43	0,00	0,0	31,43	2224,80	100%
1:00	27,75	0,00	0,0	27,75	2193,37	99%
2:00	29,98	0,00	0,0	29,98	2165,62	97%
3:00	29,98	0,00	0,0	29,98	2135,64	96%
4:00	29,98	0,00	0,0	29,98	2105,66	95%
5:00	29,98	0,00	0,0	29,98	2075,68	93%
6:00	34,28	0,00	0,0	34,28	2045,70	92%
7:00	46,87	0,00	0,0	46,87	2011,43	90%
8:00	70,39	0,00	0,0	70,39	1964,56	88%
9:00	85,28	0,00	27,1	58,18	1894,17	85%
10:00	89,79	0,00	69,6	20,19	1835,99	83%
11:00	89,58	0,00	101,1	0,00	1847,46	83%
12:00	97,95	0,00	120,8	0,00	1870,31	84%
13:00	111,88	0,00	127,6	0,00	1886,04	85%
14:00	110,63	0,00	120,8	0,00	1896,21	85%
15:00	81,04	0,00	101,1	0,00	1916,22	86%
16:00	53,52	0,00	69,6	0,00	1932,29	87%
17:00	51,73	0,00	29,4	22,38	1932,29	87%
18:00	64,92	0,00	0,0	64,92	1909,91	86%
19:00	74,32	0,00	0,0	74,32	1844,99	83%
20:00	91,57	0,00	0,0	91,57	1770,67	80%
21:00	105,67	0,00	0,0	105,67	1679,10	75%
22:00	73,79	0,00	0,0	73,79	1573,43	71%
23:00	48,78	0,00	0,0	48,78	1499,64	67%
0:00	31,43	0,00	0,0	31,43	1450,87	65%
1:00	27,75	0,00	0,0	27,75	1419,44	64%
2:00	29,98	0,00	0,0	29,98	1391,69	63%
3:00	29,98	0,00	0,0	29,98	1361,71	61%
4:00	29,98	0,00	0,0	29,98	1331,73	60%
5:00	29,98	0,00	0,0	29,98	1301,75	59%
6:00	34,28	0,00	0,0	34,28	1271,77	57%
7:00	46,87	0,00	0,0	46,87	1237,50	56%
8:00	70,39	0,00	0,0	70,39	1190,62	54%
9:00	85,28	0,00	27,1	58,18	1120,24	50%
10:00	89,79	0,00	69,6	20,19	1062,05	48%
11:00	89,58	0,00	101,1	0,00	1073,53	48%
12:00	97,95	0,00	120,8	0,00	1096,38	49%
13:00	111,88	0,00	127,6	0,00	1112,10	50%



<b>14:00</b>	110,63	0,00	120,8	0,00	1122,27	50%
<b>15:00</b>	81,04	0,00	101,1	0,00	1142,28	51%
<b>16:00</b>	53,52	0,00	69,6	0,00	1158,36	52%
<b>17:00</b>	51,73	0,00	29,4	22,38	1158,36	52%
<b>18:00</b>	64,92	0,00	0,0	64,92	1135,98	51%
<b>19:00</b>	74,32	0,00	0,0	74,32	1071,06	48%
<b>20:00</b>	91,57	0,00	0,0	91,57	996,74	45%
<b>21:00</b>	105,67	0,00	0,0	105,67	905,17	41%
<b>22:00</b>	73,79	0,00	0,0	73,79	799,50	36%
<b>23:00</b>	48,78	0,00	0,0	48,78	725,71	33%

4.2. Fichas técnicas.

4.3. Planos.



***Aeolos-H 20KW***



***Aeolos wind turbine  
SINCE 1986***

windturbinestar.com



## Aeolos-H 20KW

windturbinestar.com



### Turbine

Rated power	20 kW
Max Power	27.5 kW
Cut-in wind speed	3 m/s (6.7 mph)
Rated Wind speed	11.5 m/s (25.7 mph)
Survival wind speed	50 m/s (111.5 mph)
Design lifetime	20 years
Overall weight	820 kg (1807.8 lbs)

### Rotor

Rotor diameter	10.0 m (32.8 ft)
swept area	78.5 m <sup>2</sup> (844.5 ft <sup>2</sup> )
Rotor speed	90 rpm
Blade material	Fiber Glass

### Generator

Drive Type	Direct Drive (Without Gearbox )
Generator Type	Permanent Magnet Generator
Generator Voltage	360 VDC (Grid-off) 450 VDC (Grid-on)
Efficiency	95%

### Controller

Control System	PLC with Touch Screen
Remote Monitoring	Optional

### Safety

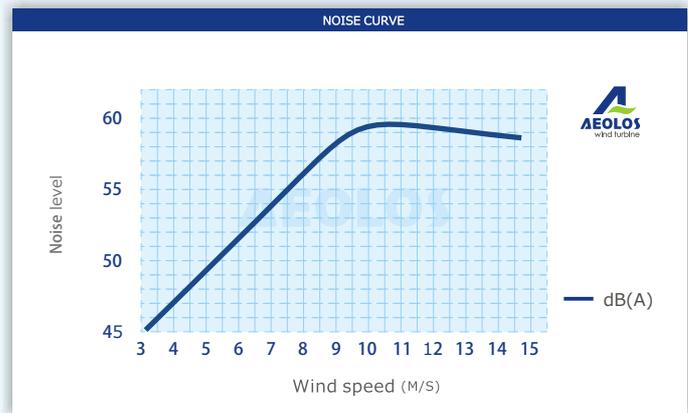
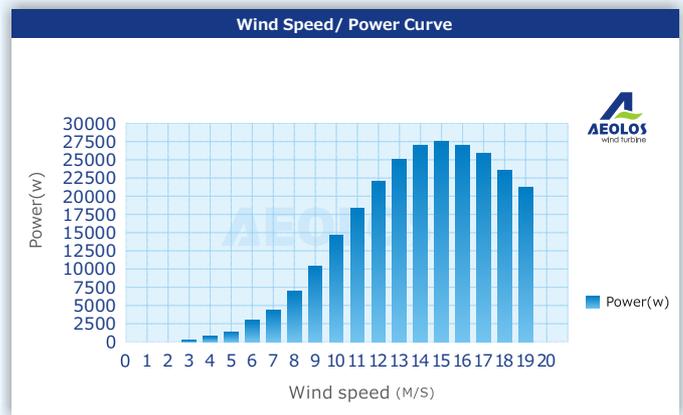
Main Brake System	Yaw Control & Electronic Brake
Secondary Brake System	Mechanical Hydraulic Brake

### Tower

Monopole Tower	18m 24m 30m
Hydraulic Tower	18m 24m

### Warranty

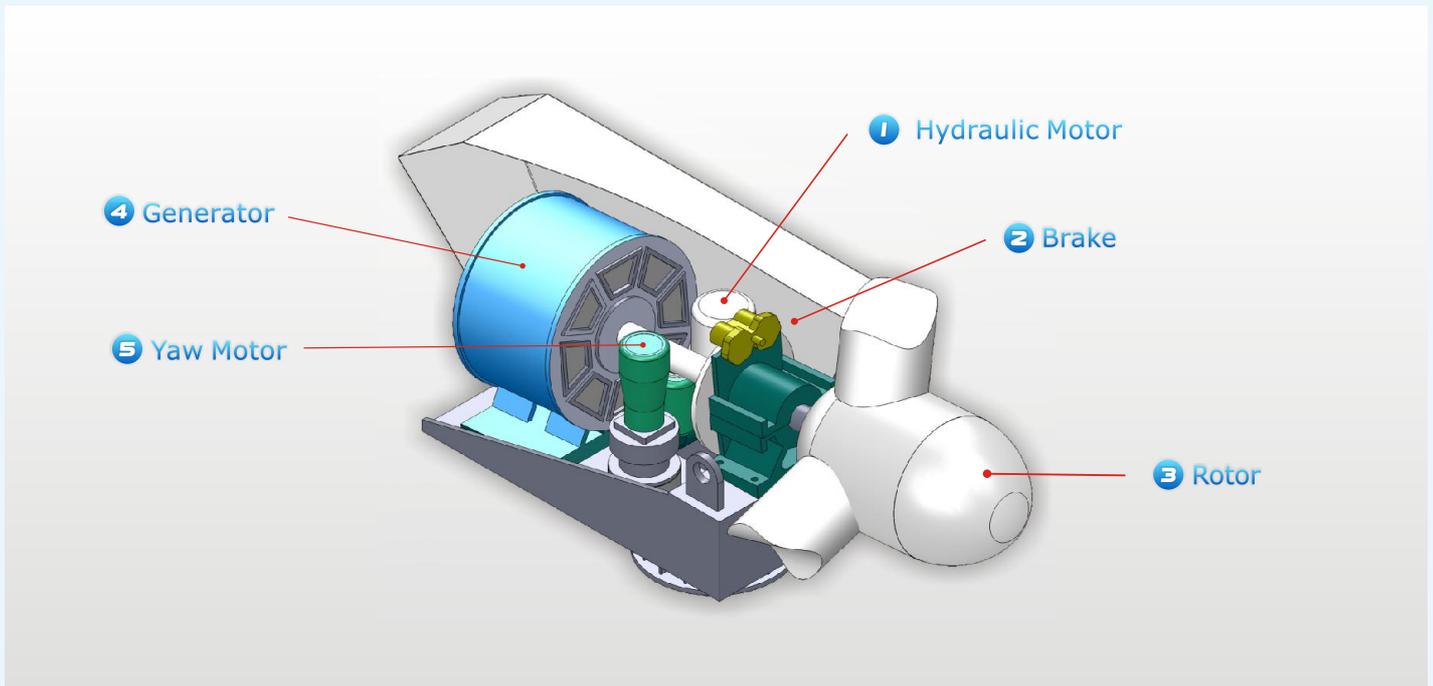
Standard warranty	5 years
-------------------	---------



Aeolos-H 20kW Wind Turbine Output									
Wind Speed(m/s)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Generator Power(w)	295	745	1550	2750	4500	6950	10250	14500	18500
Annual Energy Output(kwh)	5992	11747	23083	38544	59130	85235	116727	152424	194472

5 YEAR WARRANTY





## Why Choose AEOLOS-H 20kW Wind Turbine?

### Triple Safety & Brake Protection

**Yaw Control:** PLC controller will control the yaw motor to deviate wind turbine from the wind direction at an angle of 30 degrees, 60 degrees or 90 degrees when it detects the faults of over wind speed, over voltage or generator over temperature.

**Electronic Brake:** Aeolos-H 20kW has a 30kW dump load box and uses PWM technology as the electronic brake control. PWM could control the over voltage and turbine over speed smoothly.

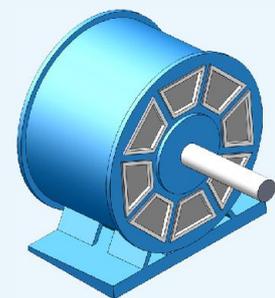
**Mechanical Brake:** As the secondary protection system, mechanical brake was driven by high quality German hydraulic station. It could stop the wind turbine rotor in over speed, over voltage, over temperature or grid failure.



### High Efficiency & Reliable Design

Aeolos-H 20kW uses a directly driven generator without gearbox or booster device. The generator is directly driven by blade rotor. It has 30% more power output than induction generator at the same wind speed.

The directly driven design is more reliable than the induction generator with gearbox. All of the mechanical and electronic components choose the best quality manufacturers like SKF, ABB and Omron. All of designs follow the less or free maintenance principles.



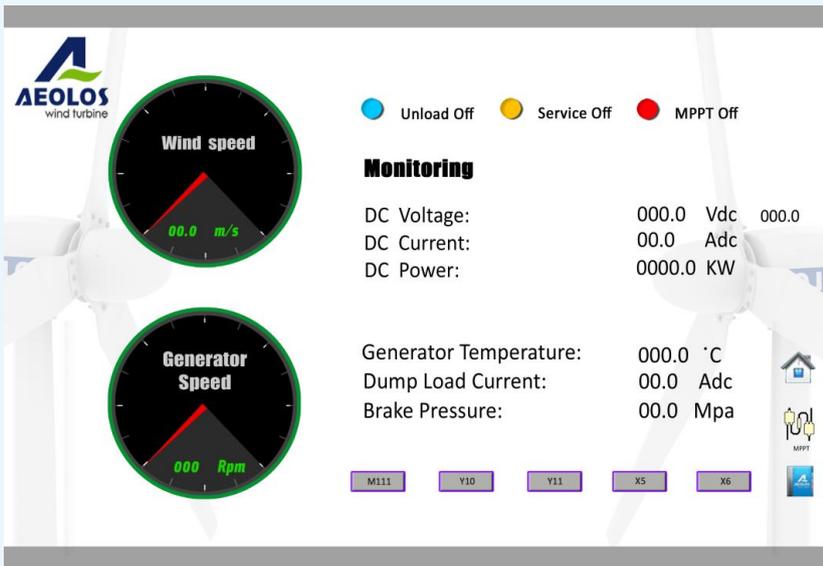
5 YEAR WARRANTY





## Intelligent Control & Remote Monitoring

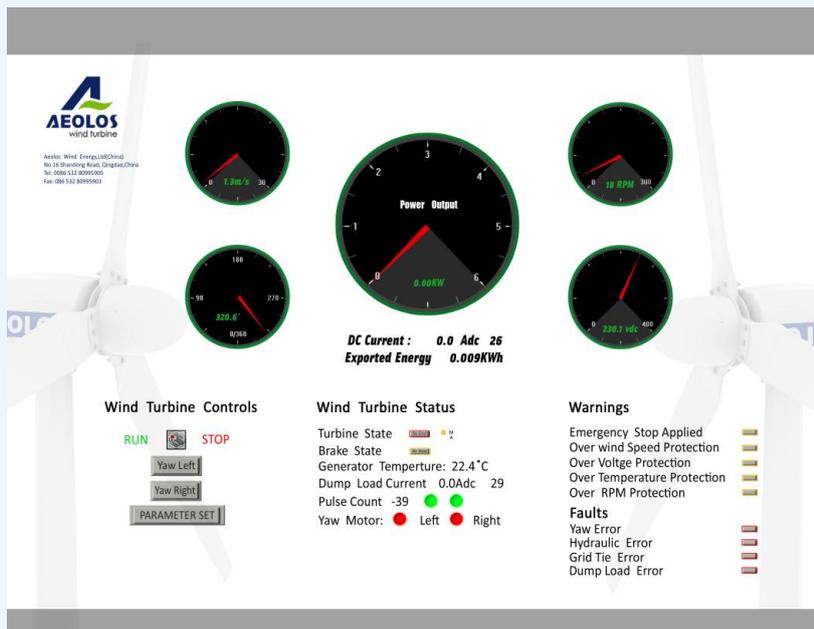
Aeolos employs Programmable logic controller (PLC) and touch screen as the control system. All the operation data like wind speed and power output can be recorded and customer can easily adjust the protection data of wind speed, voltage, current and rpm through controller.



Touch Screen



Aeolos provides remote monitoring function to the customers. You can remotely monitor and control the wind turbine operation through wireless or wire internet in home, office, airport and anywhere.



Remote Monitoring Software



5 YEAR WARRANTY



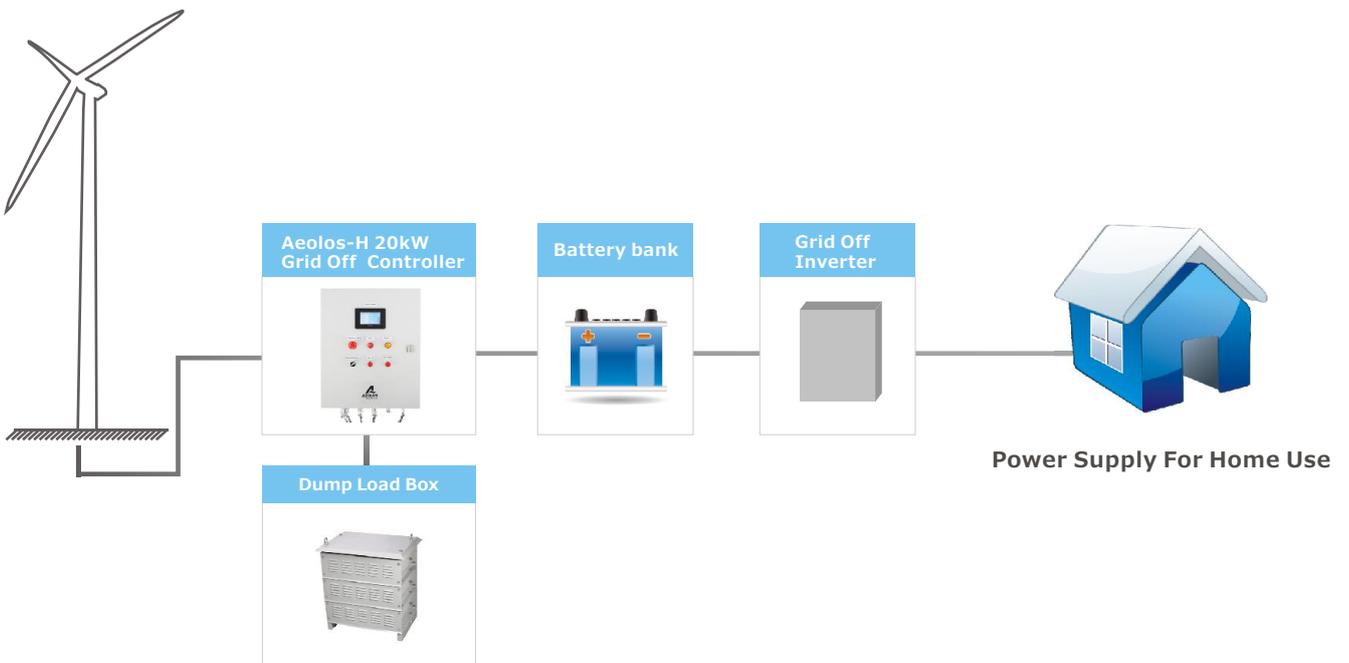


# Wire Diagram

## Grid-on



## Grid-off



**Aeolos Wind Energy,Ltd (UK)**

27 Old Gloucester Street, London WC1N 3AX  
United Kingdom  
Tel: +44 208 242 1884  
E-mail:sales@windturbinestar.com

**5 YEAR WARRANTY**



# BATERÍAS SOLARES



**TAB** 

# TAB OPzS

## LAS BATERÍAS TAB OPzS SE FABRICAN CON LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL DE PLOMO-ÁCIDO.

Las baterías estacionarias del tipo OPzS están destinadas al suministro de instalaciones de Energía Solar Fotovoltaica, Telecomunicaciones, Ordenadores, Iluminación de emergencia, Sistemas de alarmas, Sistemas de control y vigilancia en plantas de energía y estaciones eléctricas estaciones de tren, aeropuertos, etc...



Las baterías estacionarias del tipo OPzS se fabrican según norma DIN 40736, EN 60896, EN 61427 y IEC 896-1 y sus reglamentos.

### DISEÑO

- ELECTRODO POSITIVO**
  - » Placa Tubular con baja aleación de antimonio (<2%)
- ELECTRODO NEGATIVO**
  - » Placa plana con expansor de larga duración
- SEPARACIÓN**
  - » Separador microporoso
- ELECTROLITO**
  - » Ácido sulfúrico peso específico de 1,24 g/cm<sup>3</sup>
- RECIPIENTE**
  - » Alta resistencia a impactos, material transparente SAN
- TAPA**
  - » ABS (SAN) \* en color gris dependiendo del modelo
- ELEMENTOS CON CELDAS CIEGAS**
  - » 4V, 6V, 8V, 10V
- TAPONES**
  - » Taponer cerámicos según norma DIN 40740
- POLOS SELLADOS**
  - » 100% hermético. Evita fugas de gas y electrolito
- CONECTOR**
  - » Cable de cobre aislado flexible con sección transversal de 35, 50, 70, 95 o 120 mm<sup>2</sup> (35, 50 o 70 mm<sup>2</sup>) \*
- TIPO DE PROTECCIÓN**
  - » IP 25 respecto a la norma DIN 40050, contacto protegido según VBG4

### CARGA

- IU - CARACTERÍSTICAS**
  - » I<sub>max</sub> sin límite
- CARGA DE FLOTACIÓN**
  - » U = 2,23 V / celda ± 1%, entre 10°C y 30°C
  - ΔU/ΔT = -0,004 V/K por debajo de 10°C de promedio mensual
- CARGA INICIAL**
  - » U = 2,35 a 2,40 V / celda, tiempo limitado

### CARACTERÍSTICAS DE DESCARGA

- TEMPERATURA DE REFERENCIA**
  - » 20°C en el C10 (1,80 V / celda) y 25°C en C100 (1,85 V / celda)
- CAPACIDAD INICIAL**
  - » 100 %
- INTENSIDAD DE DESCARGA**
  - » Normalmente hasta el 80%
  - » Más del 80% POD o descargas más allá de las tensiones de descarga final (independientes de la corriente de descarga) tienen que ser evitadas

### DATOS OPERATIVOS

- VIDA ÚTIL**
  - » Hasta 20 años (18 años) \* a 20°C
- INTERVALO ENTRE RELLENO DE AGUA**
  - » Más de 2 años a 20°C
- CICLOS IEC 896-1**
  - » 1500 (1200)\*
- AUTODESCARGA**
  - » Aprox. 2% meses a 20°C
- TEMPERATURA OPERATIVA**
  - » -20°C a 55°C, 10°C a 30°C
- REQUISITOS DE VENTILACIÓN**
  - » F1 = 0,5 (aleación de bajo antimonio) según NORMATIVA EN 50272-2
- MEDIDAS DE CONFORMIDAD CON**
  - » DIN 40 737 parte 1
- PRUEBAS DE CONFORMIDAD**
  - » IEC 896-1
- NORMAS DE SEGURIDAD**
  - » VDE 0510 parte 2 y EN 50272-2
- TRANSPORTE**
  - » Estas mercancías NO SE CONSIDERAN MERCANCIAS PELIGROSAS durante el transporte por carretera

Número de ciclos: 1.500 (IEC 896-1)

TIPO DE CELDA	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C10 (Ah) Uf=1,80V at 20 °C	C100 (Ah) Uf=1,85V at 25 °C
<b>BLOQUES</b>					
12V 1 OPzS 50	12	272x205x392	26/39	51	73
12V 2 OPzS 100	12	272x205x392	38/50	103	146
12V 3 OPzS 150	12	380x205x392	53/69	154	218
6V 4 OPzS 200	6	272x205x392	36/47	204	291
6V 5 OPzS 250	6	380x205x392	44/61	255	364
6V 6 OPzS 300	6	380x205x392	52/68	307	437
<b>CELDAS</b>					
2 OPzS 100	2	103x206x420	8,7/13,7	109	151
3 OPzS 150	2	103x206x420	11/16	158	226
4 OPzS 200	2	103x206x420	13/18	212	301
5 OPzS 250	2	124x206x420	16/22	264	376
6 OPzS 300	2	145x206x420	18/26	317	452
5 OPzS 350	2	124x206x536	20/29	385	527
6 OPzS 420	2	145x206x536	24/34	465	632
7 OPzS 490	2	166x206x536	28/39	540	737
6 OPzS 600	2	145x206x711	35/50	654	903
8 OPzS 800	2	210x191x711	46/65	868	1204
10 OPzS 1000	2	210x233x711	57/80	1090	1510
12 OPzS 1200	2	210x275x711	66/93	1304	1810
12 OPzS 1500	2	210x275x861	88/119	1659	2260
16 OPzS 2000	2	212x397x837	115/160	2200	3010
20 OPzS 2500	2	212x487x837	145/200	2751	3760
24 OPzS 3000	2	212x576x837	170/240	3298	4520

La densidad del ácido en una celda con carga eléctrica es 1,24 ± 0,1 kg / l a 293 ° K (20°C +). Los ciclos no deben superar el 80% de la capacidad nominal. Una descarga profunda puede reducir el tiempo de vida de la batería.

### MANTENIMIENTO

- CADA 6 MESES**
  - » Revise el voltaje y la densidad de la batería así como su temperatura en cada elemento (vaso)
- CADA 12 MESES**
  - » Descargar completamente la batería y revise la densidad así como su temperatura en cada elemento (vaso)

# TAB TOPzS

## BATERIAS ESTACIONARIAS TAB TOPzS DE BAJO MANTENIMIENTO.

Las baterías estacionarias TOPzS se fabrican de acuerdo a la normativa DIN 40736, EN 60896 y IEC 896-1. Los acumuladores individuales (2V) están fabricados en recipientes de Polipropileno translúcido.

**LAS BATERÍAS ESTACIONARIAS DEL TIPO TOPzS ESTÁN ESPECIALMENTE DISEÑADAS PARA INSTALACIONES SOLARES. DEBIDO A SU EXTREMADA BAJA DESCARGA LAS PLACAS POSITIVAS TUBULARES SON ADECUADAS PARA SISTEMAS SOLARES OFF-GRID (AISLADOS).**



### DISEÑO

**ELECTRODO POSITIVO**  
» Placa positiva tubular con baja aleación de antimonio (<2%)  
**ELECTRODO NEGATIVO**  
» Placa plana con expansor de larga duración

**SEPARACIÓN**  
» Separador microporoso  
**ELECTROLITO**  
» Ácido sulfúrico peso específico de 1,24 g/cm<sup>3</sup>

**RECIPIENTE**  
» Polipropileno Transparente PP  
**TAPA**

» Polipropileno en color verde  
**SELLADO DEL BORNE**  
» Estanqueidad al 100% de gas y electrolito, junta de goma de alta densidad

**TERMINALES**  
» Terminal hembra (M10) tratado. Perfecto contacto y baja resistencia con cables de conexión flexibles.

**CONEXIÓN**  
» Cable de cobre flexible y aislado, con una sección transversal de 35, 50, o 70 mm<sup>2</sup>

**BORNE ATORNILLADO**  
» M10, acero, aislado

### INSTALACIÓN

**LOS ACUMULADORES DEBEN INSTALARSE EN BANDEJAS DE METAL**

### CARGA

**IU - CARACTERÍSTICAS**  
» I<sub>max</sub> sin limitación  
**TENSIÓN DE FLOTACIÓN**  
» U = 2,23 V/celda ± 1 %  
**CARGA INICIAL**  
» U = 2,35 a 2,40 V/celda

### CARACTERÍSTICAS DE DESCARGA

**TEMPERATURA DE REFERENCIA**  
» 20°C en C10 a 1,80V/Celda y a 25°C en C100 a 1,85V/Celda  
**CAPACIDAD INICIAL**  
» 100 %  
**INTENSIDAD DE DESCARGA**  
» Normalmente hasta el 80%  
» Más del 80% POD o descargas más allá de las tensiones de descarga final (independientes de la corriente de descarga) tienen y deben ser evitadas.

### DATOS OPERATIVOS

**VIDA OPERATIVA**  
» Hasta 15 años  
**IEC 896-1 CICLOS**  
» 1200  
**AUTODESCARGA**  
» Aprox. 3% por mes a 20°C  
**TEMPERATURA DE FUNCIONAMIENTO**  
» -20°C a 55°C, se recomienda su uso entre 10°C a 30°C  
**NORMATIVAS**  
» IEC 896-1, EN 60896-1, EN 61427  
**NORMA DE SEGURIDAD, VENTILACIÓN**  
» EN 50272-2

Número de ciclos: 1.200 (IEC 896-1)

TIPO DE CELDA	VOLTAGE (V)	L×W×H (mm)	PESO (kg)	C10 (Ah) Uf=1,80V at 20 °C	C100 (Ah) Uf=1,85V at 25 °C
3 TOPzS 265	2	198×83×472	12,4/18,4	265	345
4 TOPzS 353	2	198×101×472	16/23,3	353	458
5 TOPzS 442	2	198×119×472	20,2/29	442	575
4 TOPzS 500	2	198×101×720	24,3/35,2	500	650
5 TOPzS 625	2	198×119×720	30,3/43,2	625	812
6 TOPzS 750	2	198×137×720	38,0/53,5	750	975
7 TOPzS 875	2	198×173×720	44,0/64,2	875	1137
8 TOPzS 1000	2	198×191×720	50,2/72,5	1000	1300



### MANTENIMIENTO

**CADA 6 MESES**  
» Revise el voltaje y la densidad de la batería así como su temperatura en cada elemento (vaso)  
**CADA 12 MESES**  
» Descargar completamente la batería y revise la densidad así como su temperatura en cada elemento (vaso)

# TAB OPzV

## TAB OPzV SON BATERÍAS DE PLOMO-ÁCIDO GELIFICADAS, REGULADAS POR VÁLVULA VRLA, SON LA FUENTE DE ENERGÍA IDEAL PARA MUCHAS APLICACIONES EN STAND BY.

TAB OPzV combina los beneficios de la tecnología de recombinación (es decir, prácticamente sin mantenimiento debido a sus muy bajas emisiones de gas) además de las ventajas de las baterías convencionales abiertas con placas positivas tubulares (es decir, de larga vida y excelente ciclabilidad).



Las baterías estacionarias del tipo OPzV se fabrican según la norma DIN 40742, EN 61427 y IEC 60896-1 y sus reglamentos.

### DISEÑO

#### PLACAS POSITIVAS TUBULARES

» Construidas con rejillas especiales, fundición de aleación libre de antimonio, con bolsas altamente porosas que retienen la materia activa.

#### PLACAS NEGATIVAS EMPASTADAS

» Perfecta consistencia con las placas positivas

#### ELECTROLITO

» Estructura Gel

#### SEPARADORES

» Extremadamente de alta porosidad y baja resistencia interna.

#### MONOBLOCS Y TAPAS

» Fabricado en material plástico (ABS). También disponible en material ignífugo ABS como opción (según IEC 707 FV0)

#### TERMINALES

» Terminal hembra (M10) tratado. Perfecto contacto y baja resistencia con cables de conexión flexibles

#### TERMINALES SELLADOS

» Evita las fugas de ácido y la corrosión en los terminales

#### CONECTORES

» Cables de conexiones flexibles, totalmente aislados y atornillados (con  $20 \pm 1$  Nm) al terminal con un tornillo aislado que tiene un orificio en la parte superior para la medición eléctrica

#### VALVULA DE ESCAPE

» Abre en baja presión y está equipada con material anti-deflagración para evitar llamas de fuego

### INSTALACIÓN

LOS ACUMULADORES SE INSTALAN NORMALMENTE EN POSICIÓN VERTICAL SOBRE SOPORTES.

### CARGA

#### TENSIÓN DE FLOTACIÓN

» En sistema de espera 2,25 V / celda

#### RECARGA

» Tensión máxima de 2,35 a 2,40 V / celda con una intensidad máxima de 0,25 C10 (A)

### DATOS OPERATIVOS

#### VIDA OPERATIVA

» Más de 15 años  
CICLOS IEC 896-1

» 1200

#### AUTODESCARGA

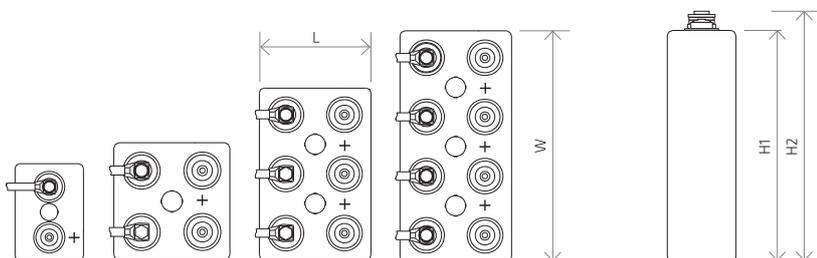
» Aproximada 2% por mes a 20°C

#### PRUEBAS DE ACUERDO A NORMAS

» IEC 896-1, EN 60896-1, EN 61427

Número de ciclos: 1.200 (IEC 896-1)

TIPO DE CELDA	VOLTAGE (V)	LxWxH1/H2 (mm)	PESO (kg)	C10 (Ah) Uf=1,80V at 20 °C	C100 (Ah) Uf=1,85V at 25 °C
4 OPzV 200	2	103x206x354/380	19	204	243
5 OPzV 250	2	124x206x354/380	23	255	303
6 OPzV 300	2	145x206x354/380	28	306	364
5 OPzV 350	2	124x206x471/496	31	357	425
6 OPzV 420	2	145x206x471/496	36	429	511
7 OPzV 490	2	166x206x471/496	41	500	595
6 OPzV 600	2	145x206x643/688	49	612	728
8 OPzV 800	2	210x191x664/669	65	816	971
10 OPzV 1000	2	210x233x646/671	80	1020	1214
12 OPzV 1200	2	210x275x665/670	93	1251	1489
12 OPzV 1500	2	210x275x796/281	115	1530	1821
16 OPzV 2000	2	214x399x771/796	155	2040	2428
20 OPzV 2500	2	214x487x769/794	200	2550	3035
24 OPzV 3000	2	214x576x771/796	235	3060	3641



### CARACTERÍSTICAS

- » SEGURIDAD
- » LARGA VIDA
- » VERSÁTIL
- » FIABLE
- » MINIMA GASIFICACION
- » PROFUNDA RESISTENCIA A LA DESCARGA

## TAB MOTION

de Placa Plana es una batería de semitracción abierta con placas positivas empastadas.

Baterías de semitracción TAB MOTION de Placa Plana. Este tipo de baterías están diseñadas para sistemas solares, sistemas de bombeo y riego, instalaciones fotovoltaicas y eólicas de baja potencia, barcos, sillas de ruedas, máquinas de limpieza, caravanas y autocaravanas, sistemas de alarma, UPS, etc ...

### VENTAJAS:

- + Excelente resistencia a las vibraciones,
- + Alta Capacidad de descarga,
- + De alto rendimiento en difíciles condiciones de trabajo,
- + Económicas y fiables ...

### APLICACIONES:

- + Sillas de ruedas
- + Aplicaciones para camiones,
- + Caravanas y autocaravanas,
- + Carretillas,
- + Barcos,
- + Máquinas de limpieza,
- + Sistemas solares ...

### CARGA:

- + TAB Motion batteries se puede recargar con 50 Hz o cargador HF. El perfil de carga es Wa; WoWa, IUla; Acc WUla. Según la norma DIN 41773 y 41774.



## TAB MOTION DE PLACA PLANA

Número de ciclos: 300 (IEC / EN 60254-1 / 25 °C)

TIPO de Batería	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C5 (Ah)	C100 (Ah)
50P	12	242x175x190	17,0	50	70
60P	12	278x175x190	19,5	60	80
85P	12	353x175x190	25,0	85	115
80P	12	312x175x212	23,9	80	115
105P	12	344x172x212/234	29,9	105	125
110P	12	344x172x262/284	37,2	110	155
110P MAC	12	509x175x182/208	35,8	110	150
150P	12	512x223x194/220	44,6	150	190
190P	12	518x273x214/240	61,3	190	245

## TAB MOTION TUBULAR

es una batería de semitracción MONOBLOCK con placas positivas tubulares.

Las baterías de semitracción monoblock TAB MOTION TUBULARES son fiables y duraderas. Este tipo de baterías están diseñadas para sistemas solares, sistemas de bombeo y riego, instalaciones fotovoltaicas y eólicas de baja potencia, barcos, sillas de ruedas, aplicaciones en camiones, máquinas de limpieza, caravanas y autocaravanas, en aplicaciones en ambientes hostiles, máquinas de limpieza, plataformas elevadoras móviles, camiones de plataforma elevadora eléctrica y también es la solución perfecta para el almacenamiento de energía.

### VENTAJAS:

- + Construcción de la placa tubular con electrolitos que aseguran una larga vida de funcionamiento,
- + Alta Capacidad de descarga,
- + Solución perfecta para aplicaciones que se utilizan en condiciones de trabajo difíciles,
- + Fiable y duradera - 1.200 ciclos.

### APLICACIONES:

- + Carros de golf,
- + Máquinas de limpieza,
- + Sillas de ruedas,
- + Plataformas elevadoras móviles,
- + Camiones plataforma con elevador eléctrico,
- + Sistemas solares.

### CARGA:

- + TAB Motio baterías pueden ser recargadas con 50 Hz o cargador HF. El perfil de carga es Wa; WoWa, IUla; Acc WUla. DIN 41773 y 41774.



## TAB MOTION TUBULAR

Número de ciclos: 1200 (IEC / EN 60254-1 / 25 °C)

TIPO de Batería	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C5 (Ah)	C100 (Ah)
55T	12	278x175x190	18,2	55	65
90T	12	303x175x228	28,7	90	115
95T	12	344x172x212/234	30,0	95	130
120T	12	344x172x262/284	37,3	120	155
145T	12	512x223x194/220	47,3	145	180
Golf Cart T	6	244x190x270/281	30,5	180	240
Golf Cart TS	6	244x190x270/281	31,5	210	270

**TAB MOTION AGM** es una batería con tecnología de AGM (Absorbed Glass Material) y válvula VRLA (Valve Regulated Lead Acid) fabricada según la norma EN 60254-1.

**VENTAJAS:**

- + 30% mas alta densidad de energía en comparación con la batería inundada,
- + Muy baja tasa de autodescarga,
- + Sin escapes corrosivos (para aplicaciones en la industria de alimentación y farmacéutica),
- + Diseño robusto, resistentes a los derrames y las vibraciones,
- + Factor de carga bajo (1,08) reduce el consumo de energía,
- + El electrolito se mantiene inmovilizado en AGM (evita las fugas si la estructura esta rota),
- + Mantenimiento - instalar y casi olvidarse,
- + De alto rendimiento.

**APLICACIONES:**

Este tipo de baterías están diseñadas para sistemas solares, sistemas de bombeo y riego, instalaciones fotovoltaicas y eólicas de baja potencia, barcos, sillas de ruedas, maquinas de limpieza, caravanas y autocaravanas, sistemas de alarma, UPS, etc ...

**CARGA:**

- + Cargadores con IU y IUI característica de carga
- + Régimen de ciclo: IU, WU / U = 14,4 - 14,8 V
- + Carga continua: IU, WU / U = 13,5 - 13,8 V



**TAB MOTION AGM**

Número de ciclos: 400 (IEC / EN 60254-1 / 25 °C)

TIPO de Batería	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C5 (Ah)	C100 (Ah)
45 AGM	12	242x175x190	18,5	45	65
55 AGM	12	278x175x190	21,5	55	75
60 AGM	12	315x175x190	24,0	60	85
70 AGM	12	353x175x190	27,0	70	100

**TAB MOTION GEL** es una batería Gelificada y con VRLA (Valve Regulated Lead Acid), que esta construida con placas de Ca/Ca en aleación especial con electrolito de Gel. La carcasa esta fabricada de material PP reforzada. Todo esto hace que la batería sea fiable, libre de mantenimiento.

**VENTAJAS:**

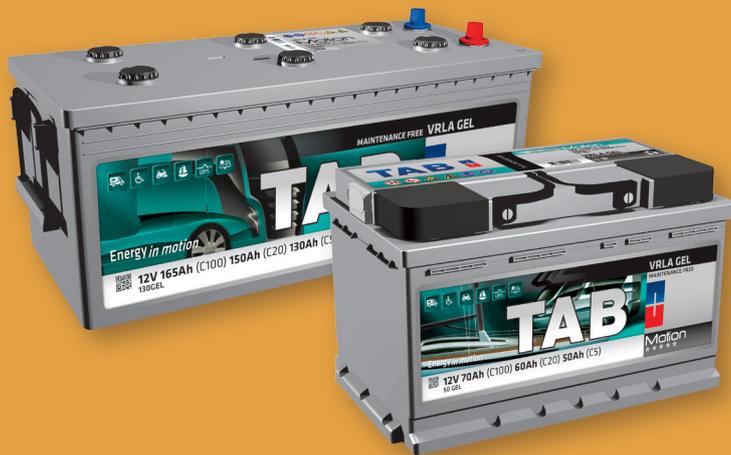
- + NO Requiere mantenimiento - instalar y olvidar,
- + Muy baja tasa de autodescarga,
- + Electrolito se mantiene inmovilizado en GEL (evita la estratificación del electrolito, protegido contra derrames),
- + Autodescarga menos de un 2% al mes, lo que significa menos dificultades durante el transporte y almacenamiento, solo dependiendo de la temperatura,
- + Sin escape corrosivos (para aplicaciones en la industria de alimentación y farmacéutica),
- + Diseño robusto, resistentes a los derrames y las vibraciones.

**APLICACIONES:**

Este tipo de baterías están diseñadas para sistemas solares, sistemas de bombeo y riego, instalaciones fotovoltaicas y eólicas de baja potencia, barcos, sillas de ruedas, maquinas de limpieza, caravanas y autocaravanas, sistemas de alarma, UPS, etc ...

**CORRIENTE DE CARGA**

- + Corriente máxima es de 30% de la capacidad C20 (por ejemplo C20 = 100Ah, I<sub>max</sub> = 1,5A)



**TAB MOTION GEL**

Número de ciclos: 500 (IEC / EN 60254-1 / 25 °C)

TIPO de Batería	VOLTAGE (V)	LxWxH (mm)	PESO (kg)	C5 (Ah)	C100 (Ah)
50 GEL	12	278x175x190	19,7	55	65
70 GEL	12	353x175x190	25,5	90	115
75 GEL	12	352x175x211/232	29,2	95	130
130 GEL	12	509x223x195/222	47,5	120	155
180 GEL	12	518x273x214/240	71,2	145	180

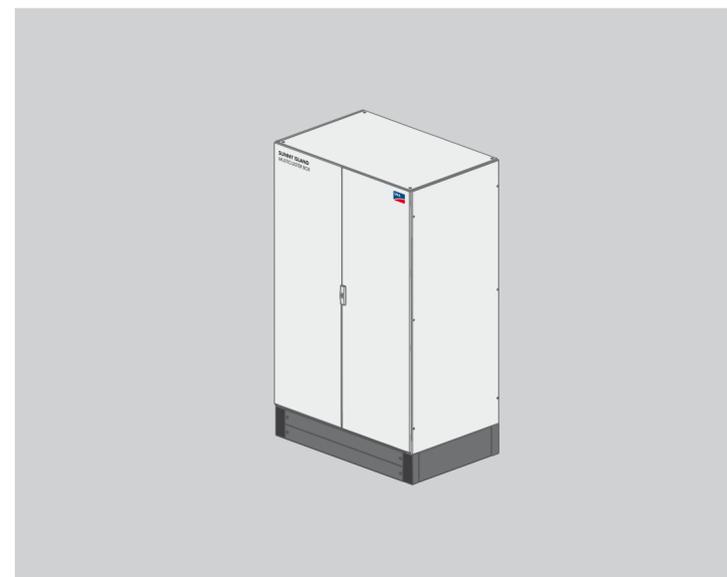
Potencia*	Número de Sunny Island			Número de baterías**
	SI 8.0 H	SI 6.0 H	SI 5048	
102 kW	6	9	-	5
108 kW	9	6	-	
114 kW	12	3	-	
120 kW	15	-	-	6
126 kW	9	9	-	
132 kW	12	6	-	
138 kW	15	3	-	7
144 kW	18	-	-	
150 kW	12	9	-	
156 kW	15	6	-	10
162 kW	18	3	-	
...	...	...	...	
222 kW	21	9	-	11
228 kW	24	6	-	
234 kW	27	3	-	
240 kW	30	-	-	12
246 kW	24	9	-	
252 kW	27	6	-	
258 kW	30	3	-	7
264 kW	33	-	-	
270 kW	27	9	-	
276 kW	30	6	-	5
282 kW	33	3	-	
288 kW	36	-	-	
98 kW***	-	-	15	5
114 kW***	-	6	12	6
144 kW***	3	6	12	7

\* Potencia de los Sunny Island durante 30 minutos a 25 °C  
 \*\* 1 batería por clúster  
 \*\*\* Potencia del SI5048 durante 30 minutos a 25 °C: 6.500 W

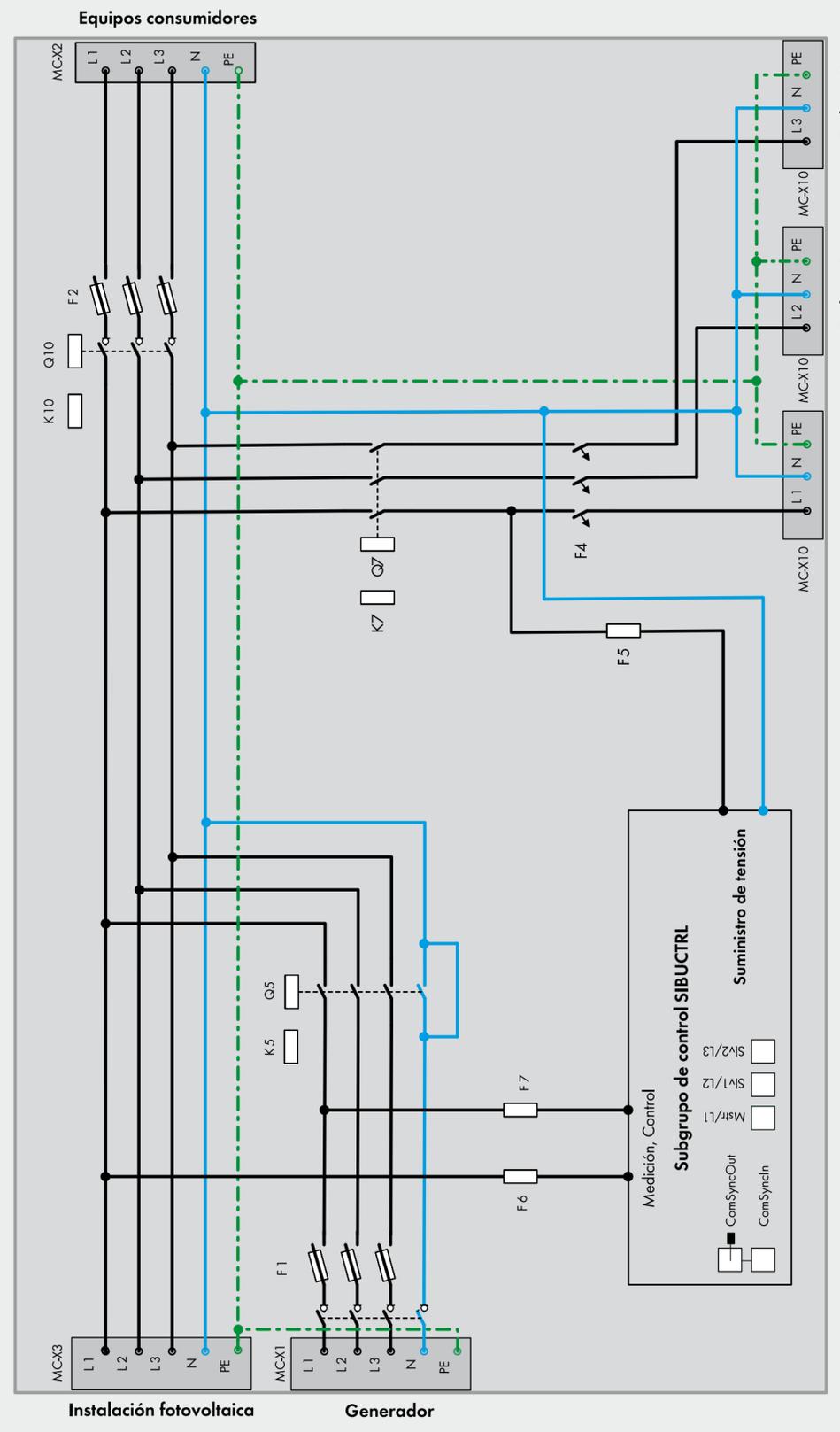
**SMA Solar Technology AG**  
 Sonnenallee 1  
 34266 Niestetal  
 www.SMA-Solar.com

**Asistencia Técnica de SMA**  
 Tel. +49 561 9522 399  
 Fax: +49 561 9522 4697  
 Correo electrónico: SunnyIsland.Service@SMA.de

Instalación - Vista general de la interconexión  
**MULTICLUSTER BOX 36**



MC-BOX-36-IAA-es-20 | Versión 2.0 **ESPAÑOL**



**FUSIBLES**

Fusible	Tipo de fusible	Uso	Línea de alimentación de
F1	NH3	Generador	-
F2	NH3	Equipo consumidor	-
F4	Disyuntor C32	Sunny Island	L1 Sunny Island
F5	D01 / 6A	Subgrupo de control K7, Q7	L1 interno
F6	D01 / 6A	K10, Q10	L1 generador
F7	D01 / 6A	K5, Q5	-

**CONCEPTOS RELATIVOS A LA TECNOLOGÍA MULTICLÚSTER DE SMA**

**Red aislada**  
 Una red aislada es una red eléctrica independiente del suministro energético público. Una red aislada con Sunny Island está diseñada como una red CA de 1 o 3 fases y conecta diversos tipos de generadores de energía (por ejemplo, instalaciones fotovoltaicas, pequeñas instalaciones eólicas y generadores diésel). Las baterías como dispositivo de almacenamiento de energía son igualmente un componente esencial de las redes aisladas. El inversor de red aislada forma una red aislada y se ocupa de la regulación de todos los procesos para un suministro de energía estable.

**Clúster**  
 Un clúster se compone de 3 Sunny Island y una batería. Un Sunny Island por fase, lo que da un total de 3 Sunny Island, se conectan a una red aislada trifásica. En el clúster, un Sunny Island es el maestro; los otros dos son los esclavos.

**Sistema multiclusterc**  
 Varios clústeres conectados en paralelo forman un sistema multiclusterc. Cuantos más clústeres haya, mayor será la potencia del sistema multiclusterc. Los clústeres están conectados en paralelo a través de una Multiclusterc Box. Al diseñar el sistema, las dimensiones de la Multiclusterc Box se determinarán en función de la potencia requerida.

**Multiclusterc Box**  
 La Multiclusterc Box es la distribución principal de CA en el sistema multiclusterc, y es un componente de la tecnología multiclusterc de SMA. Dentro de una red aislada, la Multiclusterc Box conecta al clúster de Sunny Island con los equipos consumidores y los generadores de energía.

**Maestro**  
 El maestro es el centro de control y comunicación en un clúster. Tiene estos cometidos:

- Conexión y desconexión de los esclavos
- Supervisión y control de los esclavos, por ejemplo, regulación de frecuencia y tensión
- Control de la carga y descarga eléctrica de la batería
- Supervisión de la capacidad y el estado de carga de la batería
- Almacenamiento de datos del clúster y de la batería en la tarjeta SD
- Solicitud del generador diésel
- Intercambio de datos con el maestro de otro clúster
- Actualización de ambos esclavos al actualizar el firmware
- Visualización de los valores y estados del sistema
- Registro centralizado de los datos de usuario

**Esclavo**  
 Un esclavo es una unidad de funcionamiento subordinada al maestro. Un esclavo recibe los ajustes de configuración, el firmware actual, así como los órdenes de inicio y finalización del maestro. Envía sus datos de funcionamiento a su maestro y ejecuta sus órdenes.

**Clúster principal**  
 El clúster principal es el clúster guía dentro de un sistema multiclusterc. El maestro del clúster principal es la interfaz de manejo central para el clúster principal y todos los clústeres de extensión de una red aislada. El maestro del clúster principal desempeña una función superior al maestro del clúster de extensión. El maestro del clúster principal cumple estos cometidos:

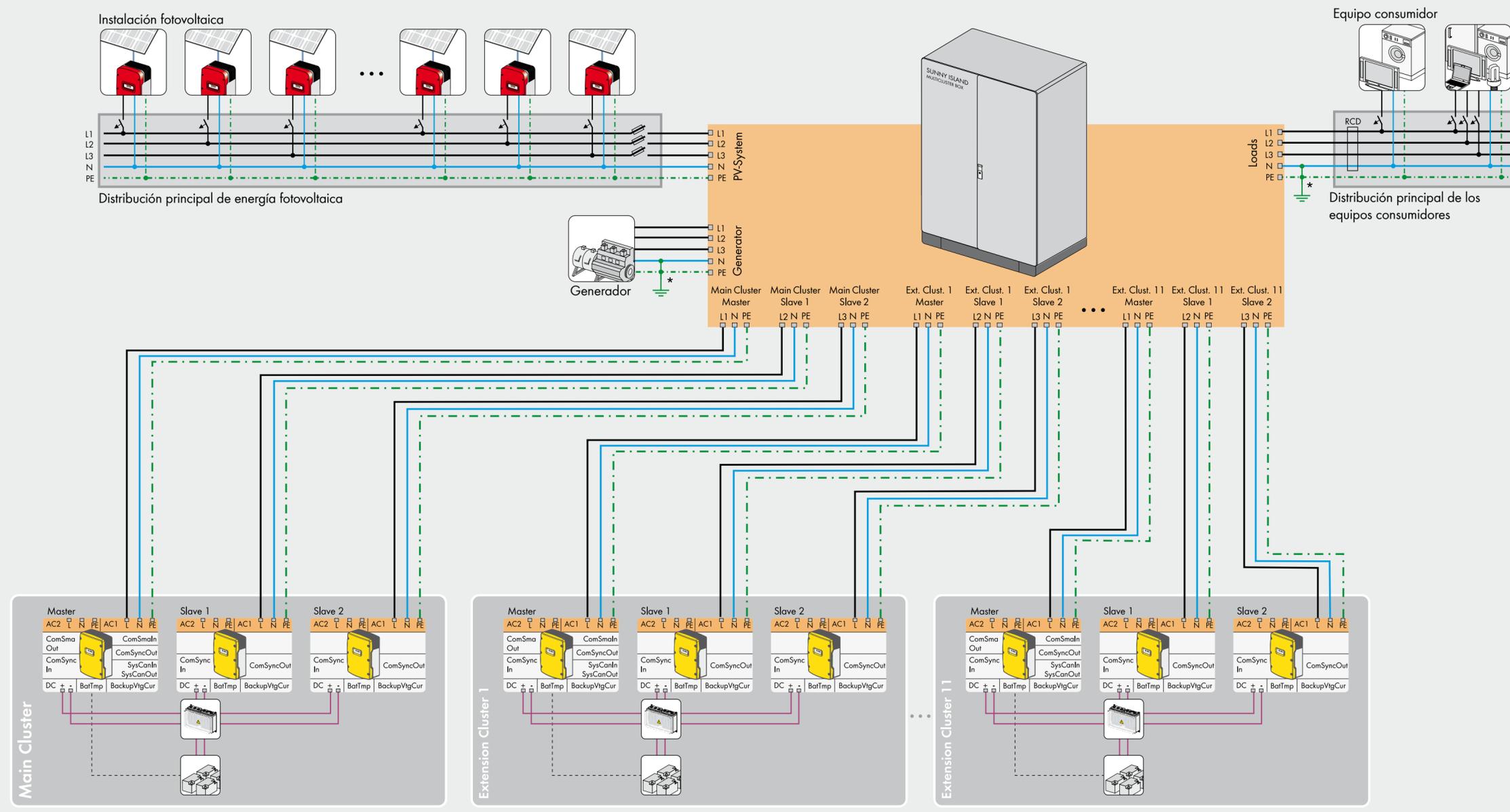
- Arranque y parada del sistema multiclusterc
- Control y supervisión del maestro del clúster de extensión
- Comunicación con la Multiclusterc Box

Si se para el maestro del clúster principal, se para todo el sistema multiclusterc. En tal caso, si hay un generador diésel conectado a la red aislada, será este el que alimente a los equipos consumidores.

**Clúster de extensión**  
 Un clúster de extensión es un clúster subordinado al clúster principal dentro del sistema multiclusterc. El maestro del clúster de extensión sigue las indicaciones del maestro del clúster principal. El maestro del clúster de extensión envía los datos de funcionamiento de su clúster al maestro del clúster principal. Si el maestro de un clúster de extensión se detiene, solo se parará este clúster. El sistema de Multiclusterc continúa trabajando a potencia reducida.

# INTERCONEXIÓN DEL GENERADOR, EQUIPO CONSUMIDOR, INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA, SUNNY ISLAND Y BATERÍA

## LEYENDA

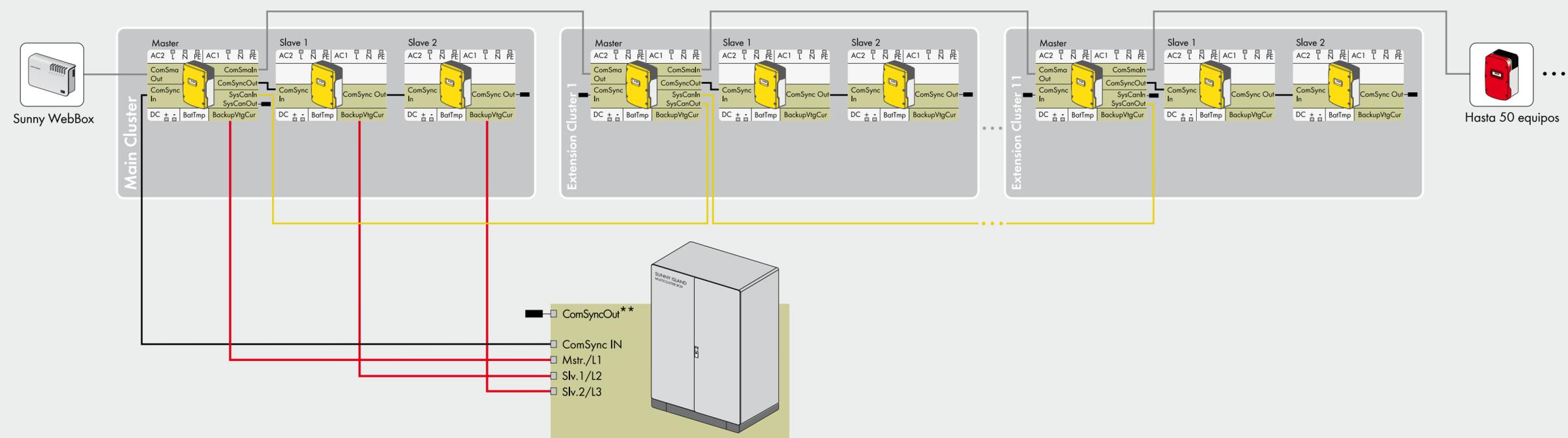


- Conductor de fase
- Conductor neutro
- Conductor de protección
- Cable CC+ y CC-
- Temperatura de la batería
- Cable de datos dentro de un clúster y entre el maestro del clúster principal y la Multicluster Box
- Cable de control y medición
- Cable de datos multiclúster (BUS CAN)
- Cable de datos para la comunicación RS485
- Terminador
- BatFuse
- Batería
- Sunny Island
- Inversor fotovoltaico

**Observación:**

- \* Poner el sistema de MC a tierra fuera de la Multicluster Box en el lado del generador o del equipo consumidor.
- \*\* El terminador está insertado de fábrica.

# INTERCONEXIÓN DE COMUNICACIÓN



## MÓDULOS DE DATOS PARA EL SI6.0H/8.0H

Interfaces	Módulo de datos
SysCanIn y SysCanOut	SI-SYSCAN.BGx
ComSmaIn y ComSmaOut	SI-COMSMA.BGx

## PIGGY-BACK PARA EL SI5048

Interfaces	Piggy-Back
SysCanIn y SysCanOut	MC-PB
ComSmaIn y ComSmaOut	

Las interfaces **ComSmaIn** y **ComSmaOut** para las hembrillas se encuentran en el área de conexión del SI5048 y no en el Piggy-Back.



Sunny Island sistema de Multicluster  
**MULTICLUSTER BOX 36**  
Instrucciones de instalación





# Índice

<b>1</b>	<b>Indicaciones para el uso de estas instrucciones</b> . . . . .	<b>5</b>
1.1	Área de validez . . . . .	5
1.2	Grupo destinatario . . . . .	5
1.3	Información adicional . . . . .	5
1.4	Símbolos utilizados . . . . .	6
<b>2</b>	<b>Seguridad</b> . . . . .	<b>7</b>
2.1	Uso previsto . . . . .	7
2.2	Indicaciones de seguridad . . . . .	9
2.3	Explicación de los símbolos en la placa de características . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Entrega</b> . . . . .	<b>10</b>
3.1	Volumen de suministro . . . . .	10
3.1.1	Multicluster Box . . . . .	10
3.1.2	Multicluster Piggy-Back . . . . .	11
3.2	Identificación de la Multicluster Box . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Emplazamiento</b> . . . . .	<b>12</b>
4.1	Selección del lugar de emplazamiento . . . . .	12
4.2	Transporte . . . . .	13
4.2.1	Modalidades de transporte . . . . .	13
4.2.2	Transporte de la Multicluster Box . . . . .	14
4.3	Colocación de la Multicluster Box . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Conexión eléctrica</b> . . . . .	<b>16</b>
5.1	Vista general del área de conexiones . . . . .	16
5.1.1	Bornes de conexión . . . . .	16
5.1.2	Boquillas de paso en el suelo . . . . .	18
5.1.3	Carril de puesta a tierra . . . . .	19
5.2	Introducción de cables . . . . .	20

5.3	Conexión de los cables . . . . .	20
5.3.1	Conexión del generador. . . . .	21
5.3.2	Conexión de consumidores. . . . .	23
5.3.3	Conexión de la instalación fotovoltaica . . . . .	25
5.3.4	Conexión de Sunny Island . . . . .	27
5.3.5	Conexión a tierra de Sunny Island sistema de Multicluster. . . . .	29
5.4	Comunicación . . . . .	30
5.4.1	Introducción de cables . . . . .	30
5.4.2	Conexión de líneas de control y medición . . . . .	31
5.4.3	Conexión de línea de comunicación . . . . .	32
<b>6</b>	<b>Puesta en servicio de la Multicluster Box. . . . .</b>	<b>33</b>
<b>7</b>	<b>Apertura y cierre . . . . .</b>	<b>34</b>
7.1	Apertura de la Multicluster Box . . . . .	34
7.2	Retirar la protección contra contactos accidentales . . . . .	35
7.3	Montaje de la protección contra contactos accidentales. . . . .	35
7.4	Cierre de la Multicluster Box . . . . .	35
<b>8</b>	<b>Mantenimiento . . . . .</b>	<b>37</b>
<b>9</b>	<b>Puesta fuera de servicio . . . . .</b>	<b>38</b>
9.1	Desmontaje de Multicluster Box . . . . .	38
9.2	Almacenamiento de Multicluster Box . . . . .	38
9.3	Eliminación de residuos Multicluster Box . . . . .	38
<b>10</b>	<b>Datos técnicos. . . . .</b>	<b>39</b>
<b>11</b>	<b>Contacto . . . . .</b>	<b>42</b>

# 1 Indicaciones para el uso de estas instrucciones

Estas instrucciones describen la colocación y la instalación de la Multicluster Box. Guarde siempre estas instrucciones en un lugar de fácil acceso.

## 1.1 Área de validez

Estas instrucciones son válidas solo para el modelo MC-BOX-36.3 de Multicluster Box.

## 1.2 Grupo destinatario

Las actividades descritas en estas instrucciones deben ser realizadas exclusivamente por instaladores eléctricos cualificados que hayan sido formados por SMA Solar Technology AG sobre sistemas de red aislada.

## 1.3 Información adicional

La descripción técnica suministrada "Multicluster Box 36" es una ayuda para la instalación y contiene la siguiente información:

- Representación detallada de la interconexión de generador, consumidor, instalación fotovoltaica, Sunny Island y batería
- Representación detallada de la interconexión de comunicación
- Sinopsis del sistema de la Multicluster Box
- Distribución de los fusibles en la Multicluster Box
- Explicación de los conceptos relativos a la tecnología Multicluster de SMA

Para más información sobre la tecnología Multicluster de SMA y los parámetros ajustables del Sunny Island, consulte las instrucciones del Sunny Island 5048.

## 1.4 Símbolos utilizados

En estas instrucciones se utilizan los siguientes tipos de indicaciones generales y de seguridad:

 **¡PELIGRO!**

¡"PELIGRO" representa una indicación de seguridad que, de no ser observada, podría causar lesiones corporales graves o incluso la muerte!

 **¡ADVERTENCIA!**

¡"ADVERTENCIA" representa una indicación de seguridad que, de no ser observada, podría causar lesiones corporales graves o incluso la muerte!

 **¡ATENCIÓN!**

"¡ATENCIÓN!" representa una indicación de seguridad que, de no ser observada, podría causar lesiones corporales leves o de gravedad media!

 **¡PRECAUCIÓN!**

¡"PRECAUCIÓN" representa una indicación de seguridad que, de no ser observada, podría causar daños materiales!

 **Indicación**

Una indicación representa información importante para el funcionamiento óptimo del producto.

## 2 Seguridad

### 2.1 Uso previsto

La Multicluster Box es un componente de la tecnología Multicluster de SMA. Sirve para montar redes aisladas con varios Sunny Island 5048. La Multicluster Box es un panel de alimentación de CA. Puede conectar a la Multicluster Box los Sunny Island, los consumidores, el generador o la red y un generador adicional, p. ej. una instalación fotovoltaica o de energía eólica pequeña.



#### **Condiciones de conexión**

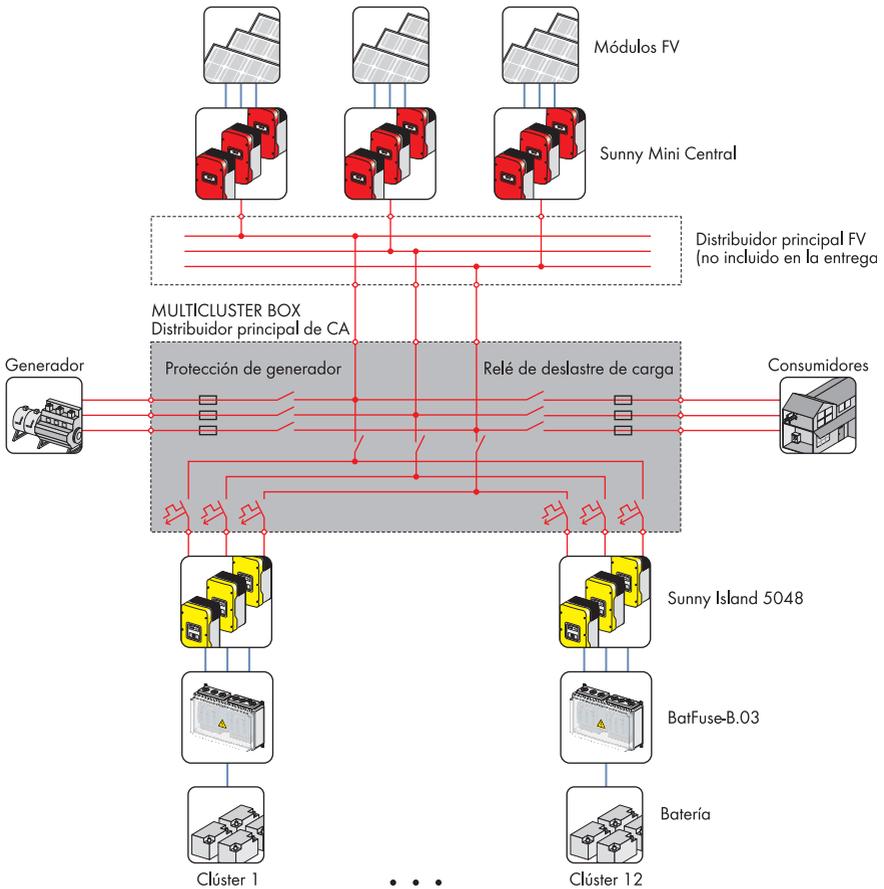
La Multicluster Box está diseñada para la conexión a redes TN. Antes de poner en marcha la Multicluster Box, se deberá poner a tierra (véase capítulo 5.3.5 "Conexión a tierra de Sunny Island sistema de Multicluster" (Página 29)).

### Principio de la tecnología Multicluster de SMA con una MC-BOX-36.3

La Multicluster Box solo debe ponerse en funcionamiento combinándose con inversores de red aislada del tipo Sunny Island 5048.

No se deben sobrepasar las potencias máximas de conexión de CA de la Multicluster Box, de 300 kW a una temperatura ambiente de 25 °C para instalaciones fotovoltaicas, generador y consumidores respectivamente.

La Multicluster Box está diseñada para utilizarse a una altura de hasta 2 000 m sobre el nivel del mar. Si desea instalar la Multicluster Box a una altura superior a los 2 000 m, póngase en contacto con SMA Solar Technology AG (véase el capítulo 11 "Contacto" (Página 42)).



## 2.2 Indicaciones de seguridad



**¡PELIGRO!**  
**Peligro de muerte por altas tensiones en la Multicluster Box.**

- Todos los trabajos en la Multicluster Box deberán ser realizados exclusivamente por un instalador eléctrico cualificado.
- Los trabajos en la Multicluster Box deben ser realizados exclusivamente según las instrucciones.
- Observe todas las indicaciones de seguridad.



### Problemas durante la realización de las actividades descritas

Si tuviera algún problema al realizar las actividades descritas en estas instrucciones, no dude en contactar con SMA Solar Technology AG (véase el capítulo 11 "Contacto" (Página 42)).

## 2.3 Explicación de los símbolos en la placa de características

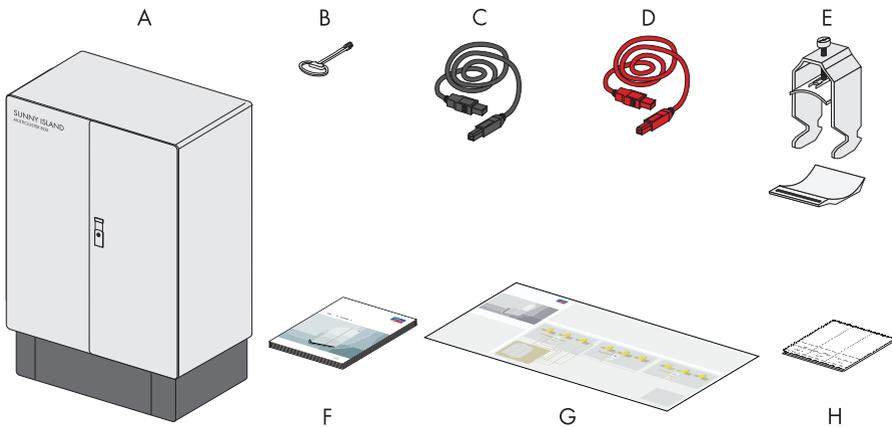
Símbolo	Explicación
	No se deben desechar la Multicluster Box ni sus componentes junto con la basura doméstica. Encontrará más información sobre la eliminación de residuos en el capítulo 9.3 "Eliminación de residuos Multicluster Box" (Página 38).
	Identificación CE. La Multicluster Box cumple con los requisitos de las directivas aplicables de la Comunidad Europea.
	Tipo de protección IP54. La Multicluster Box está protegida contra depósitos de polvo en su interior y proyecciones de agua desde todos los ángulos.

## 3 Entrega

### 3.1 Volumen de suministro

Compruebe que el volumen de suministro esté completo. Compruebe si el embalaje y la Multicluster Box presentan daños externos visibles. Póngase en contacto con su proveedor si detectase algún daño en el embalaje. En caso de que el suministro esté incompleto o la Multicluster Box presente daños, póngase en contacto con su proveedor.

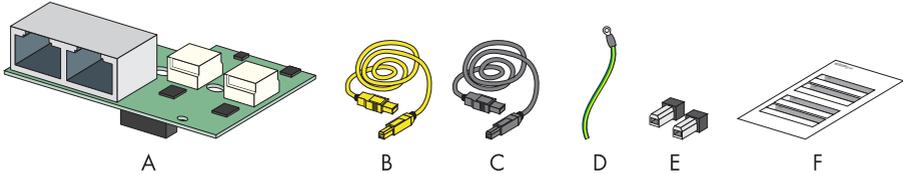
#### 3.1.1 Multicluster Box



Componente	Cantidad	Descripción
A	1	Multicluster Box
B	1	Llave del armario de distribución
C	1	Línea de comunicación: 10 m, negro
D	3	Línea de control y medición: 10 m cada una, rojo
E	30	15 abrazaderas y 15 contracubetas (26 mm ... 30 mm)
F	1	Instrucciones de instalación
G	1	Descripción técnica
H	2	Kit con adhesivos para el etiquetado de los cables

### 3.1.2 Multicluster Piggy-Back

La cantidad suministrada de Multicluster Piggy-Back, cables RJ45 y resistencias terminales se establece en función de su pedido.



Componente	Cantidad	Descripción
A	2 - 12	Multicluster Piggy-Back
B	1 - 11	Cable RJ45 (5 m, amarillo)
C	4 - 24	Cable RJ45 (5 m, gris)
D	2 - 12	Conductor de tierra
E	4 - 24	Resistencia terminal
F	1	Descripción técnica

### 3.2 Identificación de la Multicluster Box

Puede identificar la Multicluster Box consultando la placa de características. La placa de características se encuentra en el exterior, en el lateral derecho de la carcasa.

En la placa de características encontrará, entre otros datos, encontrará el tipo (Type), el número de serie (Serial No.) y el número de artículo (Art No.) de la Multicluster Box, así como los datos de identificación específicos del dispositivo.

## 4 Emplazamiento

### 4.1 Selección del lugar de emplazamiento



**¡PELIGRO!**

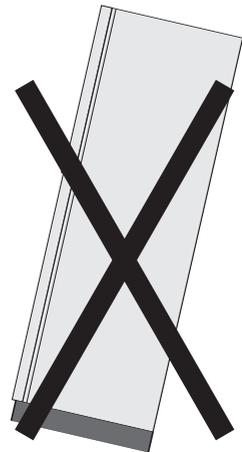
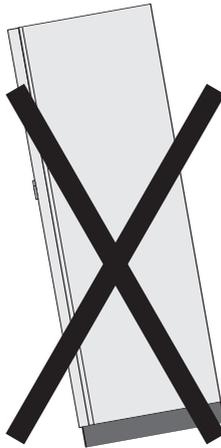
**Peligro de muerte por incendio y explosión.**

A pesar de haber sido contruidos cuidadosamente, existe riesgo de incendio en los dispositivos eléctricos.

- No coloque la Multicluster Box sobre materiales inflamables.
- No coloque la Multicluster Box en áreas en las que haya materiales fácilmente inflamables.
- No coloque la Multicluster Box en áreas potencialmente explosivas.

**Tenga en cuenta las siguientes condiciones para la colocación:**

- Colóquela sobre una base fija, por ejemplo, sobre cimientos de hormigón
- El lugar de emplazamiento debe ser accesible en todo momento
- Respete el ancho mínimo de los pasos y las vías de emergencia
- La colocación debe ser vertical



#### Características de la superficie de montaje

La superficie de montaje debe garantizar la posición firme y segura de la Multicluster Box. Al seleccionar la superficie de montaje, tenga en cuenta que el peso de la Multicluster Box es de 400 kg. Coloque la Multicluster Box sobre una superficie lisa. En caso de irregularidades o desniveles, nivele la superficie antes de la colocación.

## 4.2 Transporte

### 4.2.1 Modalidades de transporte



#### ¡ADVERTENCIA!

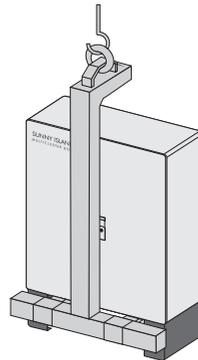
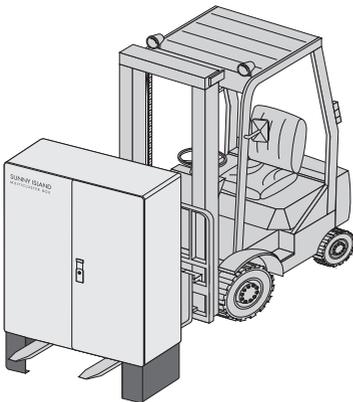
**Peligro de lesiones por el elevado peso de la Multicluster Box.**

- El medio de transporte debe ser adecuado para el peso de la Multicluster Box.
- Transportar la Multicluster Box siempre en posición vertical.
- Tenga en cuenta el centro de gravedad de la Multicluster Box.

El centro de gravedad de la Multicluster Box se encuentra aproximadamente en el centro del armario.

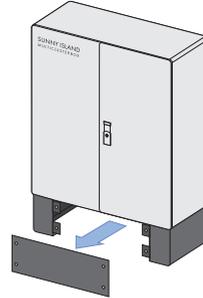
La Multicluster Box se suministra sobre un palé. Para levantar la Multicluster Box del palé, podrá utilizar los siguientes medios de transporte:

- Carretilla elevadora o transpaleta
- Grúa con horquilla



## 4.2.2 Transporte de la Multicluster Box

1. Retire todos los tornillos de fijación situados en la parte delantera y trasera de la placa de zócalo.
2. Ponga los tornillos a un lado. Volverá a necesitarlos más adelante para fijar las placas de zócalo.
3. Retire las placas de zócalo y póngalas a un lado.

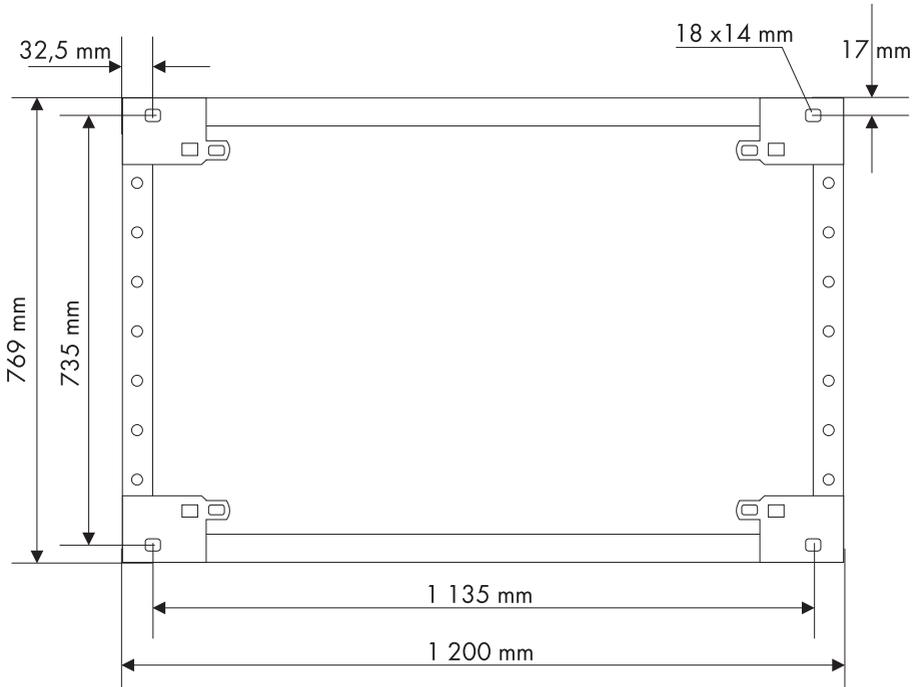


4. Introduzca la horquilla de la carretilla elevadora, la tranспаleta o la grúa por debajo de la Multicluster Box y transpórtela hasta el lugar de emplazamiento.

### 4.3 Colocación de la Multicluster Box

Fije la Multicluster Box con el zócalo a la superficie de montaje:

1. Marque la posición de los taladros para fijar el zócalo.

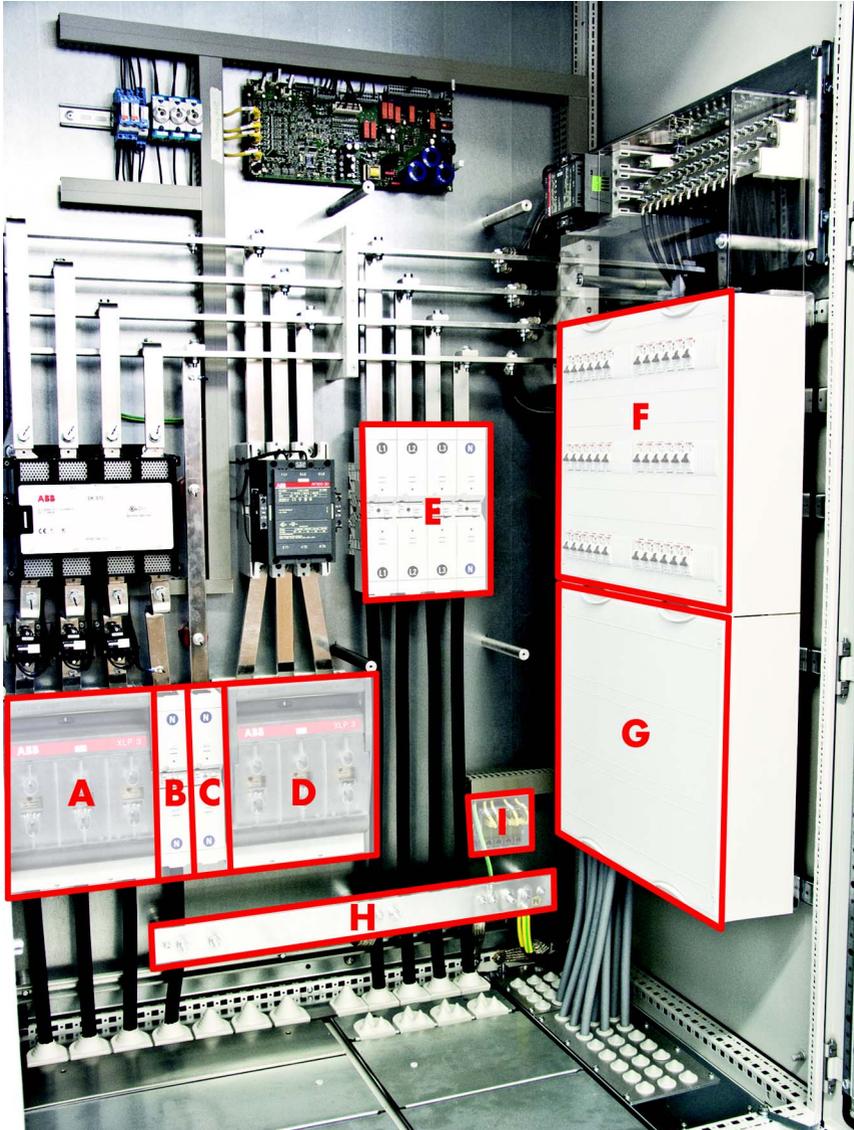


2. Realice las perforaciones en los puntos marcados.
  3. Coloque los tacos correspondientes.
  4. Coloque la Multicluster Box sobre la superficie de montaje. Utilice para ello la carretilla elevadora, la grúa o la transpaleta.
  5. Fije la Multicluster Box sobre la superficie de montaje con 4 tornillos apropiados.
- La Multicluster Box está colocada.

## 5 Conexión eléctrica

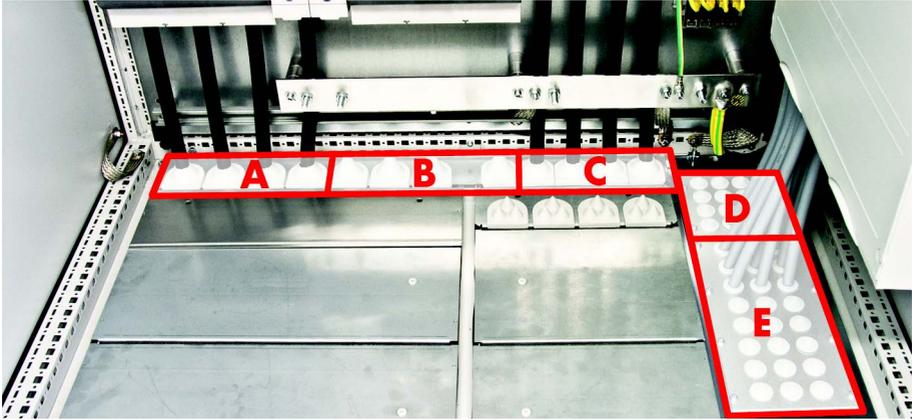
### 5.1 Vista general del área de conexiones

#### 5.1.1 Bornes de conexión



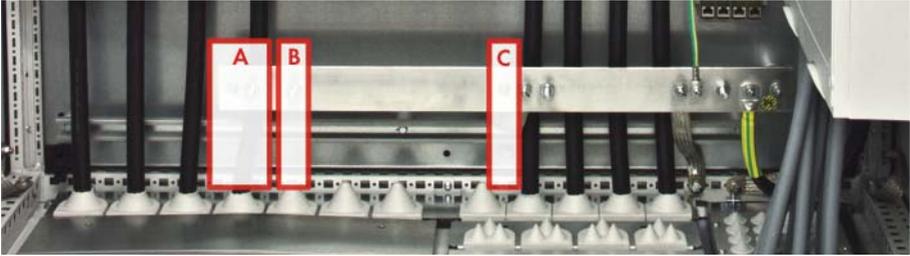
Componente	Descripción
A	Seccionador de fusible "=MC-F1 Generator" para la conexión del generador (L1, L2, L3)
B	Borne de conexión "=MC-X1" para la conexión del generador (N)
C	Borne de conexión "=MC-X2" para la conexión del consumidor (N)
D	Seccionador de fusible "=MC-F2 Loads" para la conexión del consumidor (L1, L2, L3)
E	Bornes de conexión "=MC-X3 PV-System" para la conexión de la instalación fotovoltaica
F	Interruptor automático del Sunny Island
G	Bornes de conexión de conductor de protección, N y L para la conexión del Sunny Island
H	Carril de puesta a tierra para la conexión del conductor de protección del generador, el consumidor, la instalación fotovoltaica y el Sunny Island
I	Conectores hembra RJ45 para la conexión de las líneas de control y medición y de la línea de comunicación

### 5.1.2 Boquillas de paso en el suelo



Componente	Cantidad	Descripción
A	5	Conectores de doble membrana para introducir las líneas de conexión del generador
B	5	Conectores de doble membrana para introducir las líneas de conexión del consumidor
C	5	Conectores de doble membrana para introducir las líneas de conexión de la instalación fotovoltaica
D	2	Manguito protector del cable para líneas de control, medición y comunicación
E	36	Conectores de doble membrana para introducir las líneas de conexión del Sunny Island

### 5.1.3 Carril de puesta a tierra



Componente	Descripción
A	Conexión a tierra del generador
B	Conexión a tierra del consumidor
C	Conexión a tierra de la instalación fotovoltaica

## 5.2 Introducción de cables

Introduzca las líneas CA en la Multicluster Box según el siguiente procedimiento. Introduzca las líneas de control, medición y comunicación como se describe en el capítulo 5.4 "Comunicación" (Página 30).

1. Abra la Multicluster Box (véase el capítulo 7.1 "Apertura de la Multicluster Box" (Página 34)).
2. Retire las placas deslizantes de la parte frontal y central de la Multicluster Box.
3. Seleccione el correspondiente conector de doble membrana para la introducción del cable y retírelo de la placa de la base.
4. Perfore el conector de doble membrana con un objeto puntiagudo. El orificio no debe ser demasiado grande.
5. Introduzca el cable en la Multicluster Box.
6. Pase el conector de doble membrana por el cable.
7. Pele el cable en función del terminal del cable.
8. Coloque un terminal de cable en el cable pelado. Esto **no** se aplica a los cables del Sunny Island.
9. Etiquete el cable del Sunny Island, utilice para ello el adhesivo suministrado.  
 El cable está preparado para la conexión.
10. Vuelva a colocar el conector de doble membrana en la placa de la base.
11. Monte el cable en el pasacables previsto para ello. Utilice para ello las abrazaderas y contracubetas suministradas.

La sujeción del cable garantiza una descarga de tracción del cable en la conexión.

## 5.3 Conexión de los cables



### Vista general del interconexiónado

En el volumen de suministro encontrará un cuadro de conjunto del interconexiónado de la totalidad del sistema Multicluster como descripción técnica.



### Pares de los bornes de conexión

Al conectar los cables, tenga siempre en cuenta los pares de cada uno de los bornes de conexión que aparecen en el capítulo 10 "Datos técnicos" (Página 39).



### Placa de plexiglas como protección contra contactos accidentales

La Multicluster Box está construida a prueba de contactos. Una placa de plexiglas en las conexiones protege de contactos accidentales.

- Antes de realizar trabajos en la Multicluster Box, retire la placa de plexiglas (véase el capítulo 7.2 "Retirar la protección contra contactos accidentales" (Página 35)).
- Tras finalizar los trabajos en la Multicluster Box, fije la placa de plexiglas (véase el capítulo 7.3 "Montaje de la protección contra contactos accidentales" (Página 35)).

### 5.3.1 Conexión del generador

Puede conectar un generador trifásico a la Multicluster Box. No obstante, también tiene la posibilidad de conectar la red eléctrica pública.

Las fases L1, L2 y L3 se introducen en la Multicluster Box a través de seccionadores de fusibles. Los cartuchos de fusible están diseñados para una corriente nominal de 435 A.

En función del tipo de tendido del cable y de las condiciones de instalación, determine la fuerza necesaria de los fusibles e inserte los cartuchos de fusible que correspondan. Todos los cartuchos de fusible que se pueden instalar están montados de fábrica en el seccionador de fusible.



#### **El fusible de salida del generador influye en el dimensionamiento del cable de la instalación fotovoltaica**

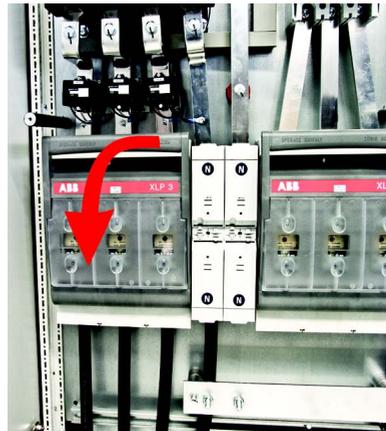
Tenga en cuenta que el dimensionamiento del fusible de salida del generador influye en el dimensionamiento del cable de la instalación fotovoltaica (véase capítulo 5.3.3 "Conexión de la instalación fotovoltaica" (Página 25)).

#### **Requisitos de los cables**

- La sección transversal del conductor se ha seleccionado en función de la potencia nominal del generador.
- Si el generador no tiene ningún fusible de salida, el cable está colocado a prueba de tomas de tierra y cortocircuitos.
- Para recorridos de cable más largos, se ha instalado una caja de fusibles adicional en las proximidades del generador.

#### **Procedimiento para la conexión**

1. Introduzca los cables en la Multicluster Box (véase capítulo 5.2 "Introducción de cables" (Página 20)).
2. Baje el asa del portafusibles.
3. Levante el portafusibles por el anclaje con las dos manos y extráigalo.



4. Afloje los tornillos de la cubierta de los bornes de conexión L1, L2 y L3 y retire la cubierta.



5. Conecte el conductor de protección al carril de puesta a tierra (véase capítulo 5.1.3 "Carril de puesta a tierra" (Página 19)).
6. Levante cuidadosamente la cubierta del borne de conexión "MC-X1".
7. Conecte N según indique la leyenda del borne de conexión "MC-X1".
8. Bajar cuidadosamente la cubierta del borne de conexión "MC-X1".
9. Conecte L1, L2 y L3 según indique la leyenda en el seccionador de fusible "MC-F1 Generator". Al hacerlo, tenga en cuenta el campo giratorio a la derecha en el punto de conexión del generador.



10. Coloque la cubierta de los bornes de conexión L1, L2 y L3 y apriete los tornillos.
11. Coloque el portafusibles en el anclaje. Cuando lo haga, presione el portafusibles ligeramente hacia abajo.
12. Presione el asa del portafusibles hacia arriba hasta que alcance la posición vertical.
- El generador está conectado.

### 5.3.2 Conexión de consumidores

Las fases L1, L2 y L3 se introducen en la Multicluster Box a través de seccionadores de fusibles. Los fusibles son necesarios para proteger el cable de salida contra sobrecargas. Tenga en cuenta que la corriente del Sunny Island, de la instalación fotovoltaica y del generador podrán sumarse. En función del tipo de tendido del cable y de las condiciones de instalación, determine la fuerza necesaria de los fusibles e inserte los cartuchos de fusible que correspondan.

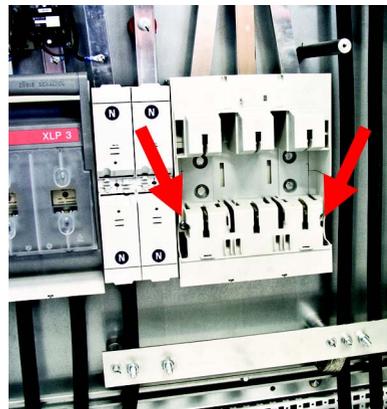


#### Protección del cable

La Multicluster Box no sustituye la distribución para los consumidores. Instale una distribución con interruptor automático entre Multicluster Box y consumidores, así como un interruptor diferencial, para asegurar y desconectar los consumidores. Para ello, tenga en cuenta todas las normas y directivas vigentes en el lugar de la instalación.

#### Procedimiento para la conexión

1. Introduzca los cables en la Multicluster Box (véase capítulo 5.2 "Introducción de cables" (Página 20)).
2. Baje el asa del portafusibles.
3. Levante el portafusibles por el anclaje con las dos manos y extráigalo.
4. Afloje los tornillos de la cubierta de los bornes de conexión L1, L2 y L3 y retire la cubierta.



5. Conecte el conductor de protección al carril de puesta a tierra (véase capítulo 5.1.3 "Carril de puesta a tierra" (Página 19)).
6. Levante cuidadosamente la cubierta del borne de conexión "MC-X2".
7. Conecte N según indique la leyenda del borne de conexión "MC-X2".
8. Baje cuidadosamente la cubierta del borne de conexión "MC-X2".
9. Conecte L1, L2 y L3 según indique la leyenda del seccionador de fusible "MC-F2 Loads".

Como ejemplo se ha representado la conexión del generador en la imagen.



10. Coloque la cubierta de los bornes de conexión L1, L2 y L3 y apriete los tornillos.
11. Coloque el portafusibles en el anclaje. Cuando lo haga, presione el portafusibles ligeramente hacia abajo.
12. Presione el asa del portafusibles hacia arriba hasta que alcance la posición vertical.
- Los consumidores ya están conectados.

### 5.3.3 Conexión de la instalación fotovoltaica



#### Protección del cable

La Multiclustler Box no sustituye el panel de alimentación de energía fotovoltaica. Instale en el panel de alimentación de energía fotovoltaica los interruptores automáticos para asegurar y desconectar el inversor de energía fotovoltaica y, en caso necesario, un interruptor diferencial entre Multiclustler Box e instalación fotovoltaica. Para ello, tenga en cuenta todas las normas y directivas vigentes en el lugar de la instalación.



#### Conexión de otros generadores de energía

En la Multiclustler Box se pueden conectar otros generadores de energía en lugar de una instalación fotovoltaica, p. ej., pequeñas instalaciones de energía eólica pequeña.

#### Configuración de cables

En caso de cortocircuito, las corrientes de cortocircuito del generador fluirán a través del cable no protegido situado entre la Multiclustler Box y el panel de alimentación de energía fotovoltaica. Si el fusible del generador es mayor que el fusible del panel de alimentación de energía fotovoltaica, deberá ajustar el cable al fusible del generador.

Al observar la protección del cable en caso de cortocircuito, se pueden obviar los inversores fotovoltaicos y los Sunny Island ya que, por su tipo de construcción, no pueden afectar a los cables en caso de cortocircuito. La protección contra sobrecargas se da en cualquier caso si dimensiona los cables hacia la instalación fotovoltaica, como mínimo, a la potencia inyectada de la instalación fotovoltaica.

#### Procedimiento para la conexión de la instalación fotovoltaica

1. Introduzca los cables en la Multiclustler Box (véase capítulo 5.2 "Introducción de cables" (Página 20)).
2. Conecte el conductor de protección al carril de puesta a tierra (véase capítulo 5.1.3 "Carril de puesta a tierra" (Página 19)).
3. Levante cuidadosamente las cubiertas de los bornes de conexión "MC-X3 PV-System".



4. Conecte N, L1, L2 y L3 según indique la leyenda en los bornes de conexión "MC-X3 PV-System".
5. Baje cuidadosamente las cubiertas de los bornes de conexión "MC-X3 PV-System".



- La instalación fotovoltaica ya está conectada.

## 5.3.4 Conexión de Sunny Island



### Fusible del Sunny Island

Todos los Sunny Island están protegidos mediante un interruptor automático C32 A situado en el interior de la Multicluster Box.

### Distribución de los bornes de conexión

La tabla siguiente representa la distribución y las leyendas de los bornes de conexión.

Rieles de perfil de sombrero para Sunny Island	Clúster principal (main cluster)	Clúster de extensión 1 (extension cluster 1)	...	Clúster de extensión 11 (extension cluster 11)
Riel de perfil de sombrero superior para el Sunny Island-maestro (Sunny Island master)	"1 :L" "2 :N" "3 :PE"	"10:L" "11:N" "12:PE"	...	"100:L" "101:N" "102:PE"
Riel de perfil de sombrero central para el Sunny Island-esclavo 1 (Sunny Island slave 1)	"4 :L" "5 :N" "6 :PE"	"13:L" "14:N" "15:PE"	...	"103:L" "104:N" "105:PE"
Riel de perfil de sombrero inferior para el Sunny Island-esclavo 2 (Sunny Island slave 2)	"7 :L" "8 :N" "9 :PE"	"16:L" "17:N" "18:PE"	...	"106:L" "107:N" "108:PE"



### Distribución del Sunny Island en la red aislada

- Todos los Sunny Island-maestros tienen la asignación L1.
- Todos los Sunny Island-esclavos 1 tienen la asignación L2.
- Todos los Sunny Island-esclavos 2 tienen la asignación L3.

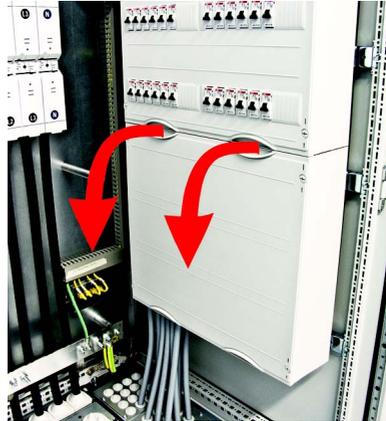
De esto resulta un campo giratorio a la derecha en la red aislada.

El procedimiento siguiente facilita el embornado y el tendido de cables durante la conexión.

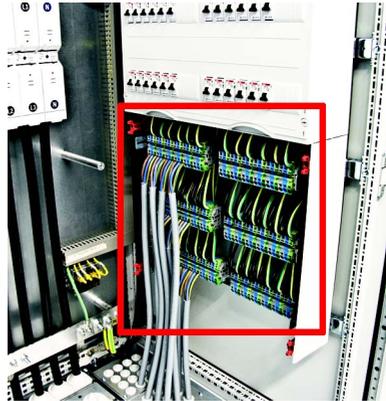
### Procedimiento para la conexión

1. Introduzca los cables en la Multicluster Box (véase capítulo 5.2 "Introducción de cables" (Página 20)).  
Utilice el adhesivo suministrado para el etiquetado.
2. Afloje 4 tornillos en la cubierta del área de conexión para los Sunny Island.

3. Retire la cubierta del área de conexión para los Sunny Island.  
 Guarde la cubierta y los tornillos en un lugar seguro.



4. Conecte los Sunny Island del clúster principal:
  - Conecte el Sunny Island-esclavo 2 a los bornes "Main Cluster Slave 2":
    - Conecte L al borne "7 :L1".
    - Conecte N al borne "8 :N".
    - Conecte el conductor de protección al borne "9 :PE".
  - Conecte el Sunny Island-esclavo 1 a los bornes "Main Cluster Slave 1". Para la conexión del Sunny Island-esclavo 1 siga las mismas instrucciones que para la conexión del Sunny Island-esclavo 2.
  - Conecte el Sunny Island-maestro a los bornes "Main Cluster Master". Para conectar el Sunny Island-maestro siga las mismas instrucciones que para conectar el Sunny Island-esclavo 2.



5. Conectar los Sunny Island de la clúster de extensión como se describe en el punto 4. Al hacerlo, empiece con el esclavo 2 del clúster de extensión 1 y tenga en cuenta la leyenda de los bornes.
6. Coloque la cubierta del área de conexión para los Sunny Island.
7. Coloque 4 tornillos en la cubierta del área de conexión para los Sunny Island y apriételes con la mano.
- Los Sunny Island ya están conectados.

### 5.3.5 Conexión a tierra de Sunny Island sistema de Multicluster

**¡ADVERTENCIA!**

**Peligro de muerte por descarga eléctrica.**

- Los puentes entre los bornes de conexión "MC-X1" para la conexión del generador y "MC-X2" para la conexión del consumidor, se deberán dejar **siempre** en la posición determinada de fábrica. De lo contrario, el conductor neutro del sistema multiclúster, con la protección del generador abierta, no estará conectado con el conductor de protección.

Los conductores neutros dentro de la Multicluster Box no están conectados de fábrica al conductor de protección. Para permitir un funcionamiento seguro del sistema de Multicluster, deberá llevar a cabo las siguientes medidas antes de la puesta en servicio:

- Conecte a tierra el sistema multiclúster fuera de la Multicluster Box, del lado del generador o del lado del consumidor. Al hacerlo, conecte el conductor neutro con el conductor de protección.

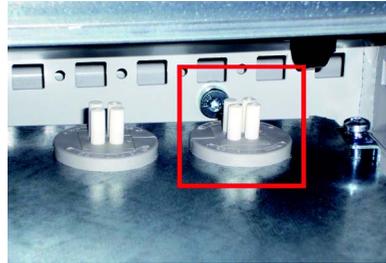
Tenga en cuenta las normas y directivas vigentes en el lugar de la instalación.

## 5.4 Comunicación

La Multicluster Box transmite señales de medición de tensión y corriente a los Sunny Island. Estas señales se transmiten mediante las líneas de control y medición suministradas. El Sunny Island-maestro del clúster principal controla la Multicluster Box a través de un bus CAN.

### 5.4.1 Introducción de cables

1. Retire el manguito protector del cable de la entrada de cables en la base de la Multicluster Box.



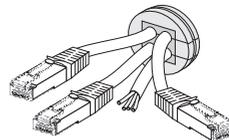
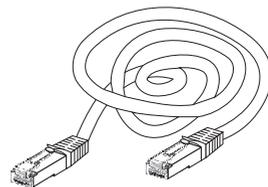
2. Introduzca las líneas de control, medición o comunicación en la Multicluster Box a través de la entrada de cables.



#### Longitud del cable

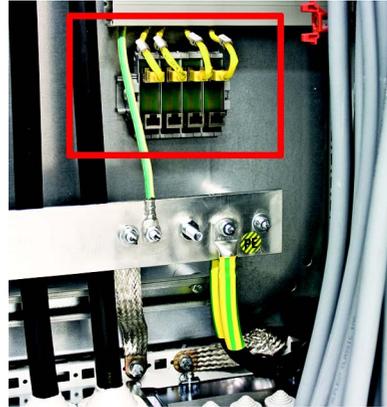
Planifique una longitud suficiente del cable desde la abertura de la carcasa hasta el borne de conexión deseado.

3. Coloque la línea de control, medición o comunicación en uno de los 4 anillos del manguito protector del cable.
4. Presione el manguito protector del cable en la entrada de cables.



## 5.4.2 Conexión de líneas de control y medición

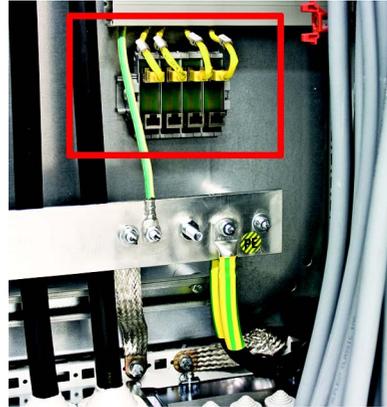
1. Introduzca los cables rojos en la Multicluster Box (véase capítulo 5.4.1 "Introducción de cables" (Página 30)).
2. Inserte la línea de control y medición para el Sunny Island-maestro del clúster principal en el conector hembra "Mstr./L1".
3. Inserte la línea de control y medición para el Sunny Island-esclavo 1 del clúster principal en el conector hembra "Slv1/L2".
4. Inserte la línea de control y medición para el Sunny Island-esclavo 2 del clúster principal en el conector hembra "Slv2/L3".



- Las líneas de control y medición ya están conectadas.

### 5.4.3 Conexión de línea de comunicación

1. Introduzca el cable negro en la Multicluster Box (véase capítulo 5.4.1 "Introducción de cables" (Página 30)).
2. Inserte el cable en el conector hembra "ComSync IN".



3. Conecte el extremo de la línea de comunicación al conector hembra "ComSyncIn" en el Sunny Island-maestro del clúster principal.
- La línea de comunicación ya está conectada.
4. Vuelva a colocar las placas deslizantes en la base de la Multicluster Box y atorníllelas. Al hacerlo, preste atención al correcto asiento de las juntas.

## 6 Puesta en servicio de la Multicluster Box

Compruebe los siguientes requisitos antes de la puesta en servicio del Sunny Island sistema multiclúster:

- La Multicluster Box está colocada correctamente.
- El sistema de Multicluster está conectado a tierra fuera de la Multicluster Box del lado del generador o del lado del consumidor. El conductor neutro está conectado con el conductor de protección.
- Todos los cables están correcta y completamente conectados.
- Todos los cables están firmemente rodeados por un conector de doble membrana o un manguito protector del cable en la base de la Multicluster Box.
- Todos los cables CA están fijados con un pasacables dentro de la Multicluster Box.
- La base de la Multicluster Box está cerrada con las placas deslizantes. Todas las juntas están correctamente asentadas.
- La protección contra contactos accidentales está montada.
- Las placas del zócalo de la Multicluster Box están instaladas.

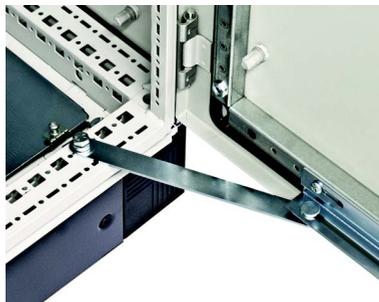
Si se cumplen todos estos requisitos, ponga en servicio el sistema de Multicluster del Sunny Island tal como se indica en la descripción técnica del Sunny Island 5048.

## 7 Apertura y cierre

Puede abrir y cerrar la Multicluster Box cuando se encuentra en funcionamiento.

### 7.1 Apertura de la Multicluster Box

1. Abra la Multicluster Box con la llave del armario de distribución suministrada.
2. Abra la puerta derecha hasta que se encaje el seguro de la puerta.



3. Desbloquee la puerta izquierda con la palanca giratoria y ábrala hasta que se encaje el seguro de la puerta.



## 7.2 Retirar la protección contra contactos accidentales



**¡PELIGRO!**  
Peligro de muerte por descarga eléctrica.

- Desconecte todos los consumidores.
- Desconecte el Sunny Island-maestro (Sunny Island master) del clúster principal.
- Desconecte todos los Sunny Island en la Multicluster Box y asegúrelos contra una posible reconexión.
- Desconecte el panel de alimentación de energía fotovoltaica y asegúrelo contra una posible reconexión.
- Desconecte el generador y asegúrelo contra una posible reconexión.



**¡PRECAUCIÓN!**  
Daños irreparables en la Multicluster Box debidos a descarga eléctrica.

- Antes de tocar cualquier componente póngase en contacto con tierra.

1. Retire los 6 tornillos de fijación de la placa de plexiglas.
2. Retire la placa de plexiglas.
3. Conserve en un lugar seguro la placa de plexiglas y los tornillos de fijación.

## 7.3 Montaje de la protección contra contactos accidentales

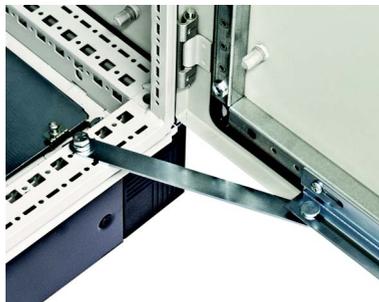
1. Coloque la placa de plexiglas en la Multicluster Box. Tenga en cuenta al hacerlo la posición de los puntos de fijación.
2. Coloque los 6 tornillos de fijación y apriételes con la mano.

## 7.4 Cierre de la Multicluster Box

1. Levante ligeramente el seguro de la puerta izquierda con el pie y cierre la puerta.
2. Bloquee la puerta izquierda con la palanca giratoria.



3. Levante ligeramente el seguro de la puerta derecha con el pie y cierre la puerta.



4. Cierre la Multicluster Box con la llave del armario de distribución.

## 8 Mantenimiento

La Multicluster Box debe someterse a trabajos de mantenimiento a intervalos regulares. Tenga en cuenta que el intervalo de mantenimiento está condicionado por el lugar de colocación y por las condiciones ambientales. Una Multicluster Box colocada en entornos con un elevado contenido de polvo deberá recibir un mantenimiento más frecuente.

Trabajos de mantenimiento	Intervalo de mantenimiento recomendado
Compruebe si el interior de la Multicluster Box presenta suciedad, humedad o entradas de agua. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpie la Multicluster Box en caso necesario y tome las medidas oportunas.</li> </ul>	12 meses
Examine el estado de todas las conexiones. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apriete las conexiones en caso necesario.</li> </ul>	12 meses
Observe si existen alteraciones cromáticas o modificaciones en los aislamientos, bornes de conexión y elementos fusibles. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustituya el cable si se ha decolorado o modificado, como por ejemplo un cable del cliente de los consumidores a la Multicluster Box.</li> <li>• Informe a SMA Solar Technology AG si las interconexiones internas, como los cables a los relés o un elemento fusible, se han decolorado o modificado.</li> </ul>	12 meses

## 9 Puesta fuera de servicio

### 9.1 Desmontaje de Multicluster Box

1. Abra la Multicluster Box (véase capítulo 7.1 "Apertura de la Multicluster Box" (Página 34)).
  2. Retire todos los tornillos de fijación situados en la parte delantera y trasera de la placa de zócalo. Ponga los tornillos a un lado. Volverá a necesitar estos tornillos más adelante para fijar las placas de zócalo.
  3. Retire todas las placas deslizantes de la Multicluster Box.
  4. Retire todos los cables de la Multicluster Box.
  5. Afloje y retire los tornillos de fijación de la Multicluster Box.
  6. Cierre las puertas de la Multicluster Box (véase capítulo 7.4 "Cierre de la Multicluster Box" (Página 35)).
  7. Transporte la Multicluster Box con una carretilla elevadora, una transpaleta o una grúa.
  8. Vuelva a montar las placas de zócalo en la Multicluster Box.
- La Multicluster Box ya está desmontada.

### 9.2 Almacenamiento de Multicluster Box

Almacene la Multicluster Box en un lugar seco cuya temperatura ambiente se encuentre siempre entre  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  y  $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 9.3 Eliminación de residuos Multicluster Box

Al término de la vida útil de la Multicluster Box, elimínela conforme a las disposiciones sobre eliminación de residuos electrónicos vigentes en ese momento en el lugar de la instalación.

## 10 Datos técnicos

### Conexión de consumidores

Cantidad	1 x trifásico
Potencia de dimensionamiento	300 kW
Tensión de alimentación nominal entre L y N	230 V
Tensión de alimentación nominal entre L1 y L2	400 V
Rango de tensión CA entre L1 y N	172,5 V ... 250 V
Rango de tensión CA entre L1 y L2	300 V ... 433 V
Frecuencia nominal	50 Hz
Rango de frecuencias	40 Hz ... 70 Hz
Corriente con valores nominales	3 x 435 A
Diámetro de borne de espiga para conexión N	16 mm
Diámetro de los tornillos en el seccionador de fusible para la conexión L1, L2, L3	12 mm
Máximo par de apriete de borne de espiga	25 Nm ... 50 Nm
Máximo par de apriete del seccionador de fusible	25 Nm
Máxima sección del cable conectable	300 mm <sup>2</sup>
Fusible	NH3
Mínimo tamaño de fusible permitido	100 A
Máximo tamaño de fusible permitido	500 A

### Conexión del Sunny Island

Número máximo de Sunny Island	36
Potencia nominal Sunny Island	180 kW
Corriente con valores nominales de Sunny Island	3 x 260 A
Máxima sección del cable conectable	16 mm <sup>2</sup>
Fusibles	36 x interruptor automático C 32A

## Conexión del generador

Cantidad	1 x trifásico
Potencia de entrada nominal	300 kW
Corriente de entrada CA	3 x 435 A
Máxima corriente de cortocircuito condicionada	10 kA
Diámetro de borne de espiga para conexión N	16 mm
Diámetro de los tornillos en el seccionador de fusible para la conexión L1, L2, L3	12 mm
Máximo par de apriete de borne de espiga	25 Nm ... 50 Nm
Máximo par de apriete del seccionador de fusible	25 Nm
Máxima sección del cable conectable	300 mm <sup>2</sup>
Fusible	NH3
Mínimo tamaño de fusible permitido	100 A
Máximo tamaño de fusible permitido	500 A

## Conexión de la instalación fotovoltaica

Cantidad	1 x trifásico
Potencia nominal energía fotovoltaica	300 kW
Corriente CA con valores nominales	3 x 435 A
Máxima corriente de cortocircuito condicionada	10 kA
Diámetro de borne de espiga	16 mm
Máximo par de apriete de borne de espiga	25 Nm ... 50 Nm
Máxima sección del cable conectable	300 mm <sup>2</sup>
Fusibles	Ninguna

## Conexión de toma de tierra

Diámetro de los tornillos del elemento fusible para conexión del conductor de protección	12 mm
Máximo par de apriete	26 Nm
Máxima sección del cable conectable	300 mm <sup>2</sup>

## Datos generales

Número de fases	3
Estructura de la red admisible	TN
Anchura x altura x profundidad	1 200 mm x 2 000 mm x 800 mm
Peso	400 kg
Altura máxima de operación sobre el nivel del mar	2 000 m
Tipo de protección carcasa*	IP 54
Tipo de protección de la cubierta interior de protección*	IP 20
Clase de protección**	II
Categoría de sobretensión***	UK 3
Entorno CEM	A
Declaración de conformidad CE	Sí
Rango de temperatura de servicio	- 25 °C ... +60 °C
Humedad del aire	0 % ... 100 %

\* según IEC 60529

\*\* según IEC 417

\*\*\* según EN 60664

## Tensión de aislamiento nominal

Cableado del armario de distribución	2,5 kV CA
Tensión nominal de los circuitos secundarios	24 V CC

## 11 Contacto

En caso de problemas técnicos con nuestros productos, llame al Teléfono de Asistencia Técnica de SMA. Para ayudarle de forma eficaz, necesitamos que nos facilite la siguiente información:

- Tipo de Multicluster Box
- Número de serie de la Multicluster Box
- Tipo y número de los Sunny Island conectados
- Tipo y número de los inversores fotovoltaicos conectados
- Tipo y número de consumidores conectados
- Si se ha conectado un generador:
  - Tipo
  - Potencia
  - Corriente máxima

### **SMA Ibérica Tecnología Solar, S.L.**

Avda. de les Corts Catalanes, 9

Planta 3, Oficina 17-18

08173 Sant Cugat del Vallès (Barcelona)

Tel. +34 902 14 24 24

Fax +34 936 75 32 14

Service@SMA-Iberica.com

www.SMA-Iberica.com

Las informaciones contenidas en esta documentación son propiedad de SMA Solar Technology AG. La publicación, completa o parcial, requiere el consentimiento por escrito de SMA Solar Technology AG. La reproducción interna por parte de una empresa con vistas a evaluar el producto o emplearlo correctamente está permitida y no requiere autorización.

## Exención de responsabilidad

Rigen por principio las condiciones generales de entrega de SMA Solar Technology AG.

El contenido de esta documentación se revisa y actualiza periódicamente. No obstante, no se excluyen posibles divergencias. No garantizamos la integridad de la información contenida en este documento. La versión actual en cada momento puede consultarse en la página [www.SMA.de](http://www.SMA.de) o solicitarse a través de las habituales vías comerciales.

Quedan excluidos en todos los casos las reclamaciones de garantía y de responsabilidad, si se deben a una o varias de las siguientes causas:

- Daños de transporte
- Uso indebido del producto o no conforme a la finalidad por la que ha sido desarrollado
- Uso del producto en un entorno no previsto
- Uso del producto incumpliendo las normas de seguridad legales aplicables en el lugar de trabajo
- Incumplimiento de las indicaciones de seguridad y advertencias descritas en todos los documentos relevantes del producto
- Uso del producto bajo condiciones de seguridad y protección deficientes
- Modificación por cuenta propia o reparación del producto o del software suministrado
- Comportamiento incorrecto del producto por influencia de otros aparatos conectados o muy cercanos que superen los valores límites legalmente permitidos
- Casos de catástrofes o de fuerza mayor

La utilización del software desarrollado por SMA Solar Technology AG está sujeta a las siguientes condiciones adicionales:

- SMA Solar Technology AG rechaza cualquier responsabilidad para daños sucesivos directos o indirectos causados por la utilización del software desarrollado por SMA Solar Technology AG. Esto también se aplica en el caso de prestaciones o no prestaciones de asistencia.
- El software suministrado no desarrollado por SMA Solar Technology AG está sujeto a los correspondientes acuerdos de licencia y responsabilidad de su fabricante.

## Garantía de fábrica de SMA

Las condiciones actuales de garantía están incluidos en el suministro de su aparato. También pueden descargarse en la página [www.SMA.de](http://www.SMA.de) o solicitarse a través de las habituales vías comerciales.

## Marcas registradas

Se reconocen todas las marcas registradas, incluso si no están señaladas por separado. Las faltas de señalización no implican que la mercancía o las marcas sean libres.

La marca y los logotipos de *Bluetooth*<sup>®</sup> son marcas registradas de Bluetooth SIG, Inc. Todo uso que se haga de estas marcas a través de SMA Solar Technology AG habrá de realizarse con la licencia correspondiente.

### SMA Solar Technology AG

Sonnenalle 1

34266 Niestetal

Alemania

Tel. +49 561 9522-0

Fax +49 561 9522-100

[www.SMA.de](http://www.SMA.de)

Correo electrónico: [info@SMA.de](mailto:info@SMA.de)

© 2004 - 2010 SMA Solar Technology AG. Reservados todos los derechos.

SMA Ibérica Tecnología Solar, S.L.

[www.SMA-Iberica.com](http://www.SMA-Iberica.com)





# SUNNY ISLAND 6.0H / 8.0H



**SENCILLO. ROBUSTO. FLEXIBLE.**



## UNA NUEVA CLASE DE SUNNY ISLAND SENCILLO. ROBUSTO. FLEXIBLE.

Los Sunny Island 6.0H y 8.0H son algo más que un nuevo nombre. El Sunny Island permite ver de una sola mirada todo lo que esconde, a saber: una potencia durante 30 minutos de 6.000 y 8.000 vatios. ¿Por qué? Porque tiene en cuenta las fluctuaciones del consumo de energía mejor que si se diseñara para la potencia nominal. ¿Para qué hacerlo complicado si puede ser sencillo?

### **El socio ideal**

El que no pregunta no sabe. Lo saben hasta los más pequeños. Y también es aplicable a los adultos. Por esta razón hemos preguntado qué debe poder hacer un inversor fotovoltaico ideal. Las respuestas: debe ser robusto y fácil de utilizar para un

manejo sencillo en todo el mundo y debe ser flexible para crear sistemas que se adaptan con precisión a los requisitos.

### **Un dúo perfecto**

Aunar todo esto en un solo equipo —hay que reconocerlo— no ha sido fácil. Por este motivo, directamente hemos desarrollado dos nuevos Sunny Island. Los equipos son especialmente robustos y permiten un uso casi universal, tanto en el desierto como en la selva, en islas o en el mismo Ártico. Además, gracias al ingenioso sistema de manejo OptiUse, son fáciles de entender tanto para el planificador como para el instalador y el operador. La inteligente gestión de la carga y de la energía OptiPower garantiza el funcionamiento seguro de la

red aislada incluso en situaciones críticas. Con Sunny Island el diseño de las instalaciones es ahora totalmente flexible. Las dos clases de potencia ofrecen posibilidades casi ilimitadas de diseñar instalaciones con total precisión.

Por esta razón, nuestra respuesta a la pregunta sobre el socio ideal para un suministro de energía fiable y autónomo es Sunny Island. Porque es un sistema que permite despreocuparse las 24 horas del día.



OptiUse



OptiBat



OptiPower



## SENCILLO TODO BAJO CONTROL GRACIAS A OPTIUSE

¿Por qué es todo tan fácil con el Sunny Island? Es por nuestro nuevo sistema de manejo OptiUse, que facilita la instalación, la puesta en servicio y el uso diario. Un clúster, es decir, un sistema compuesto por varios Sunny Island, se puede configurar y manejar de forma centralizada desde el equipo maestro. Con la Guía de configuración rápida, la puesta en servicio se realiza en unos pocos pasos. Y la detección automática de campo giratorio indica al instante posibles fallos de instalación.

### Manejo intuitivo

Ahora todos los ajustes se realizan cómodamente a través de la unidad de control externa Sunny Remote Control. El pulsador giratorio y el menú guiado autoexplicativo

lo convierten en un juego de niños. Tres niveles de usuario facilitan el manejo de los equipos: el usuario normal puede consultar en el nivel USER los valores más importantes presentados de forma clara como texto común. Por su parte, los usuarios avanzados tienen a su disposición el nivel INSTALLER y EXPERT, con una representación más detallada.

### Claro e informativo

En la pantalla de inicio puede consultar el flujo energético entre los equipos consumidores, la batería y las fuentes de energía externas. La indicación STATE OF CHARGE le mantiene informado sobre el estado de la batería al estilo del indicador de combustible del coche. La gestión de la batería OptiBat se ocupa de los sensibles acumuladores de

energía. Regula de forma completamente automática las operaciones de carga y descarga más importantes y alarga así la vida útil de las baterías.



### Sencillamente genial

- Facilita la instalación, la puesta en servicio y el manejo diario
- Configuración y manejo centralizados de clústeres a través de la función Single-Point-of-Operation
- Manejo fácil e independiente del lugar gracias a la pantalla externa Sunny Remote Control



OptiUse



OptiBat



## ROBUSTO PARA EL USO EN TODO EL MUNDO

¿Por qué es tan robusto Sunny Island? Porque resiste tanto a la fina arena del desierto como a la elevada humedad del aire de la selva, la niebla salina de las zonas costeras o las fuertes oscilaciones de la temperatura. El elevado tipo de protección IP54 y el sistema de refrigeración OptiCool garantizan un funcionamiento fiable incluso bajo condiciones extremas, durante 20 años. Y lo mejor de todo: usted no tendrá que asumir ninguna merma en cuanto a la capacidad de sobrecarga y rentabilidad.

### **Equipado para todos los desafíos**

La inteligente gestión de la carga y de la energía OptiPower garantiza un funcionamiento seguro del sistema aislado incluso

en situaciones críticas. La función de arranque suave apoya el Sunny Island cuando pone en marcha cargas críticas. Prácticamente no hay obstáculo que el equipo no pueda superar: incluso con corrientes de arranque especialmente altas se las apaña más que bien. En caso de reducirse la energía renovable disponible, el Sunny Island pone en marcha automáticamente un generador diésel. Si este suministro de energía resulta insuficiente, desconecta los equipos consumidores de la red y evita así la descarga total de las baterías. Cuando la energía solar, eólica o hidráulica vuelve a estar disponible, los inversores cargan inmediatamente las baterías y vuelven a conectar los equipos consumidores.

### **Uso inteligente de la energía**

Precisamente porque la energía es un bien valioso, hemos concebido el Sunny Island para utilizar la energía con la máxima eficiencia. Cuando los inversores no tienen ningún equipo consumidor que alimentar de noche se apagan automáticamente, y en caso necesario vuelven a arrancar en cuestión de milisegundos. Se ahorran así recursos valiosos.



### **Robusto**

- Utilización en cualquier lugar gracias al tipo de protección IP54
- Rango de temperatura ampliado gracias a OptiCool
- Duradero y fiable gracias a la combinación de tecnologías probadas



**OptiPower**



## FLEXIBLE CON TODOS LOS DETALLES PREVISTOS

¿Por qué el Sunny Island es especialmente flexible? Porque la potencia del inversor se puede adaptar con precisión a las exigencias del sistema: para nosotros, el requisito más importante para un funcionamiento fiable y eficiente de los sistemas aislados. Porque los sistemas diseñados para potencias demasiado pequeñas a menudo se sobrecargan y pueden llegar a desconectarse. Si, en cambio, se trata de un sistema diseñado para potencias demasiado altas, raramente funcionará en un punto de trabajo óptimo, por lo que no será eficiente.

### **Planificación de instalaciones a medida**

El nuevo Sunny Island le permite combinar de forma flexible y diseñar las instalaciones de manera precisa para la demanda

de energía del sistema. Desde 3 hasta 300 kilovatios, el planificador de la instalación prácticamente no tiene límites. Naturalmente, los equipos son compatibles con la tecnología multiclúster de SMA: los sistemas se pueden ampliar en cualquier momento para dar respuesta a un aumento del consumo de energía. La planificación de instalaciones nunca antes ha sido mejor ni tan económica.

Nuestro SMA Off-Grid Configurator le ayuda en la planificación y el diseño de sistemas aislados. El software tiene en cuenta todos los elementos del diseño, desde el dimensionamiento de la instalación fotovoltaica, la batería y el inversor hasta el cálculo de la rentabilidad.

tamaño del sistema = 22 kW

anterior = 4 x SI 5048 = 26 kW

nuevo = 2 x SI 8.0H = 16 kW

+ 1 x SI 6.0H = 6 kW

22 kW

### Flexible

- Todos los tamaños de sistema desde 3 hasta 300 kilovatios
- Planificación de instalaciones con total precisión
- Posibilidad de ampliar a posteriori
- Compatible con la tecnología multiclúster de SMA



SMA Off-Grid Configurator



## ESTRUCTURAS DE SISTEMAS INFINITAS POSIBILIDADES

¿Por qué Sunny Island? Porque, con 99 estructuras de sistemas, ofrece una flexibilidad y precisión totales para diseñar instalaciones.

### Para instalaciones pequeñas

El sistema más pequeño y simple es el llamado sistema sencillo. Resulta adecuado para potencias desde 3 hasta 8 kilovatios. Se compone de un Sunny Island conectado a la batería. De esta manera, por ejemplo, es posible suministrar corriente a viviendas en ubicaciones remotas sin posibilidad de conectarse a la red pública.

### Para instalaciones medianas

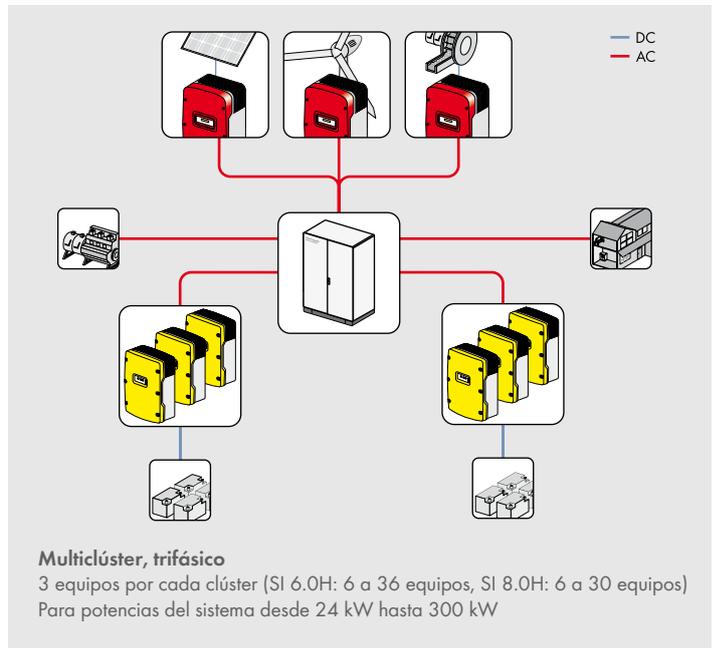
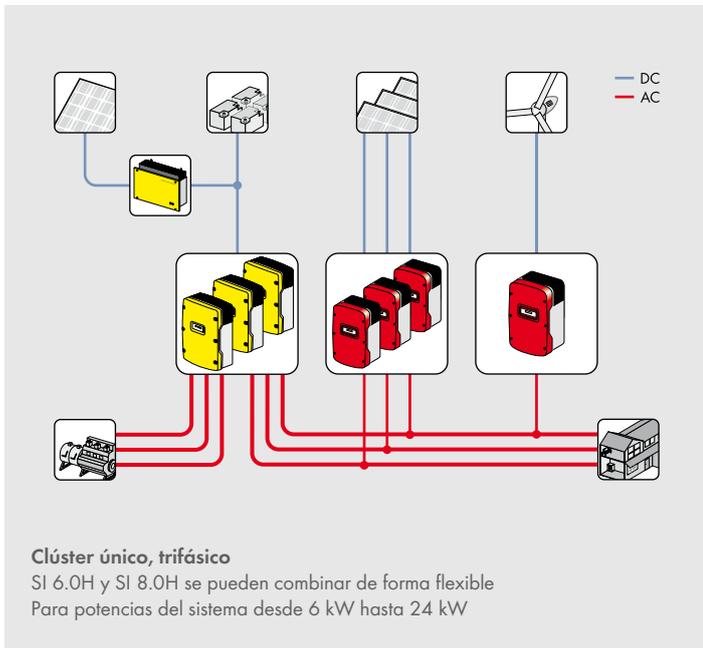
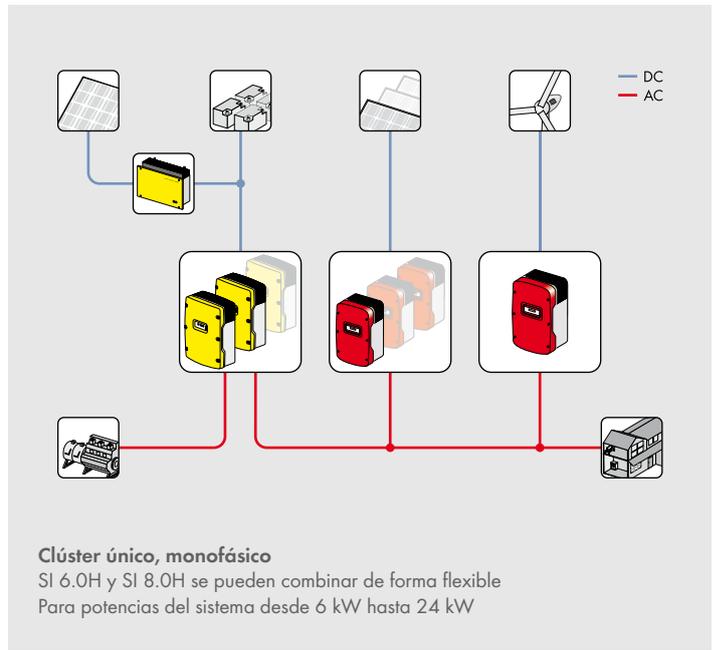
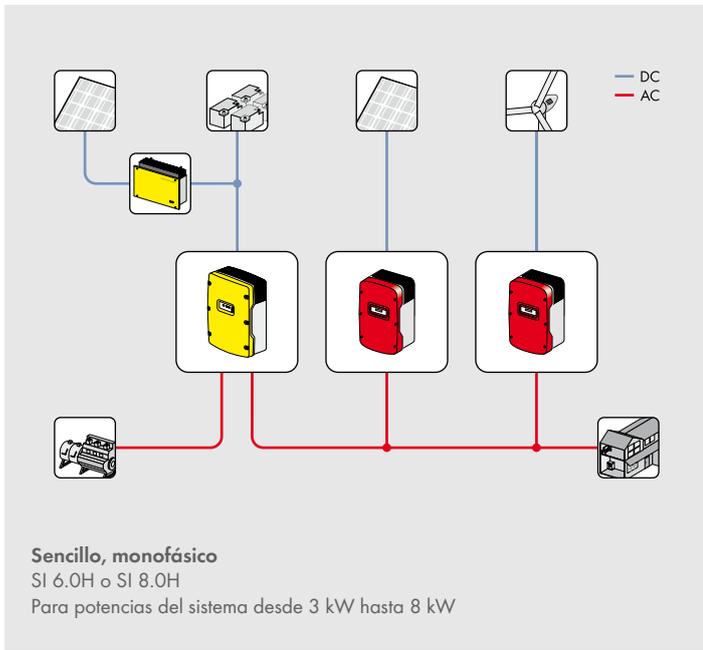
El sistema de clúster único está formado por un máximo de tres inversores Sunny

Island conectados a la batería. En él puede combinarse a su gusto las dos clases de potencia de Sunny Island y conseguir así un escalonamiento fino de la potencia. Los sistemas de 6 a 24 kilovatios pueden ser tanto monofásicos como trifásicos, en función de sus necesidades. Puede manejar el clúster entero a través del Sunny Remote Control que está conectado al equipo maestro. Es esta una solución sencilla, fiable y económica para fincas, cabañas de montaña, refugios o talleres en lugares alejados de la red pública.

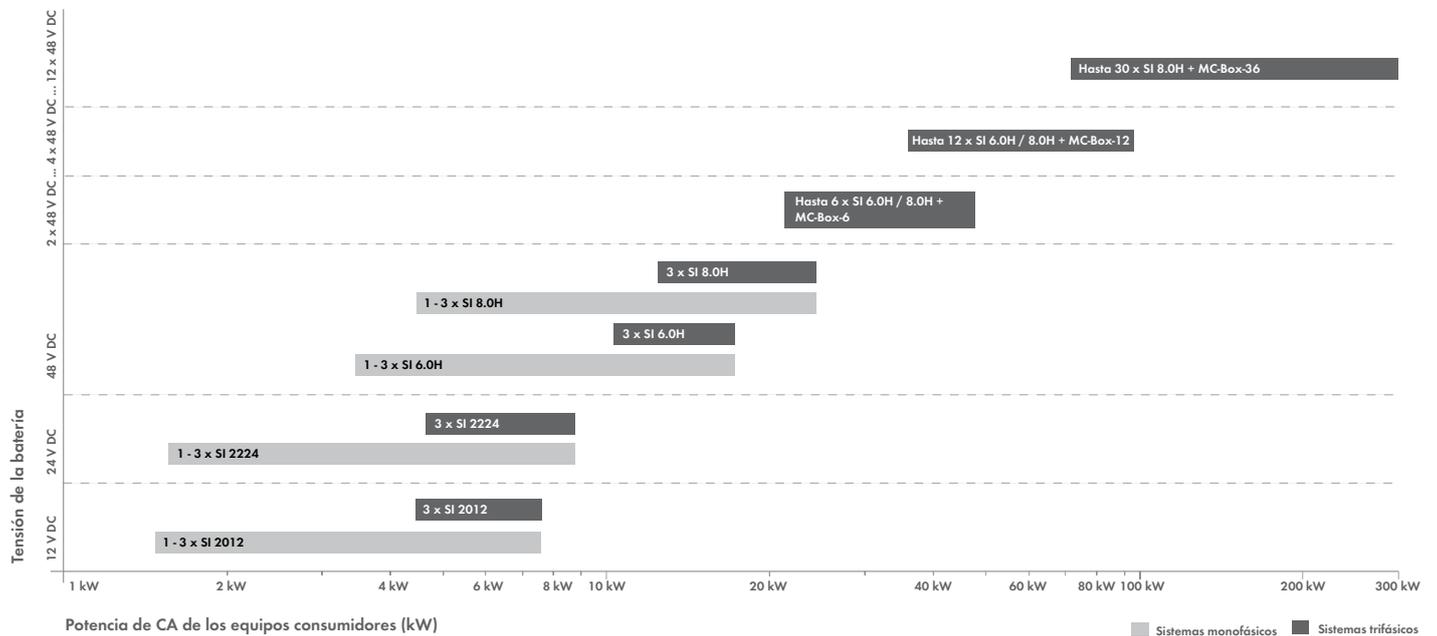
### Para instalaciones grandes

El sistema multiclúster permite instalaciones desde 24 hasta 300 kilovatios. Por cada clúster hay tres inversores Sunny Island del

mismo tipo conectados a la batería. Puede agrupar hasta doce de estos clústeres en una Multicluster Box. Esta distribución de CA completamente preconfigurada le facilitará mucho el montaje y desmontaje de sistemas aislados e híbridos de gran tamaño. Asegura un suministro de energía estable y eficiente a hoteles o empresas industriales así como a islas o localidades enteras que carezcan de una estructura de red o cuando esta sea insuficiente. Si falla un equipo o clúster, no tiene lugar una desconexión automática del sistema entero, sino que se mantiene el suministro de corriente.



**Tensión de CC y rango de potencia de los productos Sunny Island**



# Datos técnicos

Datos técnicos	Sunny Island 6.0H	Sunny Island 8.0H
<b>Salida de CA (equipo consumidor / red aislada)</b>		
Tensión asignada de red / rango de tensión de CA	230 V / 202 V ... 253 V	230 V / 202 V ... 253 V
Frecuencia nominal / rango de frecuencia (ajustable)	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz	50 Hz / 45 Hz ... 65 Hz
Potencia asignada (a $U_{nom}, f_{nom} / 25\text{ °C} / \cos \varphi = 1$ )	4 600 W	6 000 W
Potencia de CA a 25 °C durante 30 min / 5 min / 3 s	6000 W / 6800 W / 11000 W	8000 W / 9100 W / 11000 W
Intensidad asignada / corriente de salida máxima (pico)	20 A / 120 A	26 A / 120 A
Coefficiente de distorsión no lineal de tensión de salida / factor de potencia para la potencia asignada	< 4 % / -1 ... +1	< 4 % / -1 ... +1
<b>Entrada de CA (generador, red o MC-Box)</b>		
Tensión asignada de entrada / rango de la tensión de entrada de CA	230 V / 172,5 V ... 264,5 V	230 V / 172,5 V ... 264,5 V
Frecuencia asignada de entrada / rango de frecuencia de entrada permitida	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz	50 Hz / 40 Hz ... 70 Hz
Corriente máxima de entrada de CA	50 A	50 A
Potencia máxima de entrada de CA	11500 W	11500 W
<b>Batería de entrada de CC</b>		
Tensión asignada de entrada / rango de tensión de CC	48 V / 41 V ... 63 V	48 V / 41 V ... 63 V
Corriente de carga máxima de la batería / corriente de carga asignada	110 A / 100 A	140 A / 115 A
Tipo de batería / capacidad de la batería (rango)	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah	FLA, VRLA / 100 Ah ... 10 000 Ah
Regulación de carga	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas	Procedimiento de carga IUoU con carga completa y de compensación automáticas
<b>Rendimiento / consumo característico</b>		
Rendimiento máximo	95 %	95 %
Consumo característico sin carga / en espera	< 26 W / < 4 W	< 26 W / < 4 W
<b>Dispositivo de protección (equipo)</b>		
Cortocircuito / sobrecarga de CA	● / ●	● / ●
Protección contra polarización inversa de CC / fusible de CC	- / -	- / -
Sobrecalentamiento / descarga total de la batería	● / ●	● / ●
Categoría de sobretensión según IEC 60664-1	III	III
<b>Datos generales</b>		
Dimensiones (anchura x altura x profundidad)	467 mm x 612 mm x 242 mm	467 mm x 612 mm x 242 mm
Peso	63 kg	63 kg
Rango de temperatura de servicio	-25 °C ... +60 °C	-25 °C ... +60 °C
Clase de protección según IEC 62103	I	I
Clase climática según IEC 60721	3K6	3K6
Clase de protección según IEC 60529	IP54	IP54
<b>Características / función</b>		
Manejo y pantalla / relé multifunción	Externo mediante SRC-20 / 2	Externo mediante SRC-20 / 2
Sistemas trifásicos / conexión en paralelo	● / ●	● / ●
Desviación integrada / funcionamiento multiclúster	- / ●	- / ●
Cálculo del nivel de carga / carga completa / carga de compensación	● / ● / ●	● / ● / ●
Arranque suave integrado / asistencia de generador	● / ●	● / ●
Sensor de temperatura de la batería / cables de comunicación	● / ●	● / ●
Certificados y autorizaciones	www.SMA-Solar.com	www.SMA-Solar.com
Garantía (5 / 10 / 15 / 20 / 25 años)	● / ○ / ○ / ○ / ○	● / ○ / ○ / ○ / ○
<b>Accesorios</b>		
Cables de la batería / fusibles de la batería	○ / ○	○ / ○
Interfaz SI-COMSMA (RS485) / SI-SYSCAN (multiclúster)	○ / ○	○ / ○
Arranque avanzado del generador "GenMan"	○	○
Relé de deslastre de carga / medición externa de la corriente de la batería	○ / ○	○ / ○
Modelo comercial	SI6.0H-10	SI8.0H-10
<p>● Equipamiento de serie   ○ Opcional   - No disponible</p> <p>Datos en condiciones nominales, datos provisionales, actualizado: abril de 2012</p>		



#### Rentable

- Rendimiento máximo del 98,4 %

#### Seguro

- Descargador de sobretensión de CC integrable (DPS tipo II)

#### Flexible

- Tensión de entrada de CC hasta 1000 V
- Diseño de plantas perfecto gracias al concepto de multistring
- Pantalla opcional

#### Innovador

- Innovadoras funciones de gestión de red gracias a Integrated Plant Control
- Suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7)

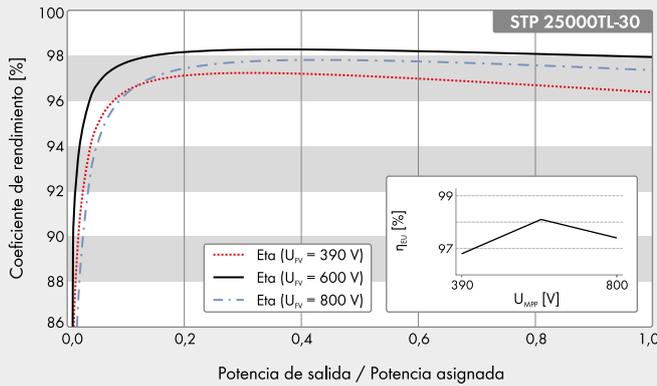
## SUNNY TRIPOWER 20000TL / 25000TL

El especialista flexible para plantas comerciales y centrales fotovoltaicas de gran tamaño

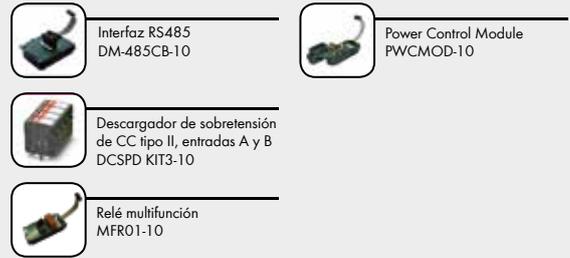
El Sunny Tripower 20000TL/25000TL es el inversor ideal para plantas de gran tamaño en el sector comercial e industrial. Gracias a su rendimiento del 98,4 %, no solo garantiza unas ganancias excepcionalmente elevadas, sino que a través de su concepto de multistring combinado con un amplio rango de tensión de entrada también ofrece una alta flexibilidad de diseño y compatibilidad con muchos módulos fotovoltaicos disponibles.

La integración de nuevas funciones de gestión de energía como, por ejemplo, Integrated Plant Control, que permite regular la potencia reactiva en el punto de conexión a la red tan solo por medio del inversor, es una firme apuesta de futuro. Esto permite prescindir de unidades de control de orden superior y reducir los costes del sistema. El suministro de potencia reactiva las 24 horas del día (Q on Demand 24/7) es otra de las novedades que ofrece.

## Curva de rendimiento



## Accesorios



● De serie ○ Opcional – No disponible  
 Datos en condiciones nominales  
 Actualizado: enero de 2016

### Datos técnicos

#### Entrada (CC)

Potencia máxima de CC (con  $\cos \varphi = 1$ )/potencia asignada de CC  
 Tensión de entrada máx.  
 Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada  
 Tensión de entrada mín./de inicio  
 Corriente máx. de entrada, entradas: A/B  
 Número de entradas de MPP independientes/strings por entrada de MPP

#### Salida (CA)

Potencia asignada (a 230 V, 50 Hz)  
 Potencia máx. aparente de CA  
 Tensión nominal de CA  
 Rango de tensión de CA  
 Frecuencia de red de CA/rango  
 Frecuencia asignada de red/tensión asignada de red  
 Corriente máx. de salida/corriente asignada de salida  
 Factor de potencia a potencia asignada/Factor de desfase ajustable  
 THD  
 Fases de inyección/conexión

#### Rendimiento

Rendimiento máx./europeo

#### Dispositivos de protección

Punto de desconexión en el lado de entrada  
 Monitorización de toma a tierra/de red  
 Descargador de sobretensión de CC: DPS tipo II  
 Protección contra polarización inversa de CC/resistencia al cortocircuito de CA/con separación galvánica  
 Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal  
 Clase de protección (según IEC 62109-1)/categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)

#### Datos generales

Dimensiones (ancho/alto/fondo)  
 Peso  
 Rango de temperatura de servicio  
 Emisión sonora, típica  
 Autoconsumo nocturno  
 Topología/principio de refrigeración  
 Tipo de protección (según IEC 60529)  
 Clase climática (según IEC 60721-3-4)  
 Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)

#### Equipamiento / función / accesorios

Conexión de CC/CA  
 Pantalla  
 Interfaz: RS485, Speedwire/Webconnect  
 Interfaz de datos: SMA Modbus / SunSpec Modbus  
 Relé multifunción/Power Control Module  
 OptiTrack Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7  
 Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller  
 Garantía: 5/10/15/20/25 años  
 Certificados y autorizaciones (otros a petición)

\* No es válido para todas las ediciones nacionales de la norma EN 50438

### Sunny Tripower 20000TL

20440 W/20440 W  
 1000 V  
 320 V a 800 V/600 V  
 150 V/188 V  
 33 A/33 A  
 2/A:3; B:3

20000 W  
 20000 VA

3 / N / PE; 220 V / 380 V  
 3 / N / PE; 230 V / 400 V  
 3 / N / PE; 240 V / 415 V  
 180 V a 280 V  
 50 Hz/44 Hz a 55 Hz  
 60 Hz/54 Hz a 65 Hz  
 50 Hz/230 V

29 A/29 A

1/0 inductivo a 0 capacitivo

≤ 3%

3/3

98,4%/98,0%

●

● / ●

○

● / ● / –

●

I / AC: III; DC: II

661/682/264 mm (26,0/26,9/10,4 in)

61 kg (134,48 lb)

–25 °C a +60 °C (–13 °F a +140 °F)

51 dB(A)

1 W

Sin transformador/OptiCool

IP65

4K4H

100%

SUNCLIX/Borne de conexión por resorte

○

○ / ●

● / ●

○ / ○

● / ● / ●

● / ●

● / ○ / ○ / ○ / ○

ANRE 30, AS 4777, BDEW 2008, C10/11:2012, CE, CEI 0-16, CEI 0-21, EN 50438\*, G59/3, IEC 60068-2-x, IEC 61727, IEC 62109-1/2, IEC 62116, MEA 2013, NBR 16149, NEN EN 50438, NRS 097-2-1, PEA 2013, PPC, RD 1699/413, RD 661/2007, Res. n°7:2013, SI4777, UTE C15-712-1, VDE 0126-1-1, VDE-AR-N 4105, VFR 2014

Modelo comercial

STP 20000TL-30

STP 25000TL-30

# 6" Polycrystalline PV module 72 cells

## Key Features

-  **UL 1000V Rated**
-  **High Quality Bill of Materials**
-  **Reinforced Module Warranty**
-  **Universal Design (residential, commercial, ground mounted)**
-  **Best seller for its performance/price ratio**



## Secure Investment

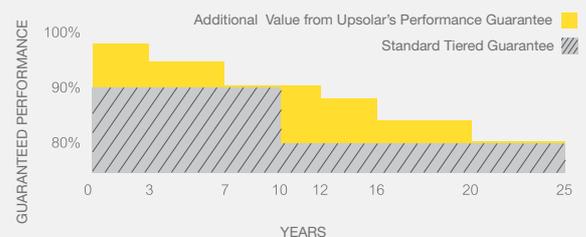
Upsolar provides industry-leading product coverage for all our modules to ensure our customers achieve superior long-term value from their solar installations. In addition to a 10-year product warranty, which covers unanticipated module damage, Upsolar implements a 25-year performance guarantee known as the Reinforced Module Warranty.

Whereas traditional warranties offer only two trigger points over 25 years, the Reinforced Module Warranty features six trigger points at years 3, 7, 12, 16, 20 and 25. Upsolar also maintains relationships with third-party insurance providers to offer an additional layer of protection for interested parties.



Upsolar has teamed up with PowerGuard Specialty Insurance Services to provide customers with a second level of product coverage. The 25-year, non-cancellable warranty is backed by PowerGuard's network of trusted providers, each rated A (Excellent) or better by A.M. Best, meaning the warranty stays in place with or without Upsolar's involvement.

## Product guarantee for 10 years Performance guarantee for 25 years



## Electrical Characteristics @ STC\*

MODEL	UP-M290P	UP-M295P	UP-M300P	UP-M305P	UP-M310P
Max Power Pm (Wp)	290	295	300	305	310
Max Power Voltage Vm (V)	35.5	35.7	35.9	36.1	36.3
Max Power Current Im (A)	8.17	8.26	8.36	8.45	8.54
Open-Circuit Voltage Voc (V)	45.2	45.4	45.6	45.8	46.0
Short-Circuit Current Isc (A)	8.50	8.58	8.66	8.74	8.82
Module Efficiency	14.9%	15.2%	15.5%	15.70%	16.0%
Maximum System Voltage (V)	1000(IEC)/1000(UL)				
Power Tolerance	0/+3%				
Series Fuse Rating (A)	20A				

\*STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Module temperature 25°C, AM=1.5

## Components & Mechanical Data

Front Glass	High Transparency Tempered Glass 0.125" // 3.2 mm
Junction Box	IP 65 or above
Bypass Diode	3 diodes
Output Cables	1.0 m // IEC, UL approved (4 mm <sup>2</sup> , 12AWG) (PV Wire Type)
Connectors	MC4, MC4+, Amphenol H4 (IP67, IEC and UL approved)
Frame	E-coated aluminium alloy type 6063-T5
Encapsulation Material	EVA (0.018" // 0.45 mm ± 0.001" // 0.03 mm thickness)
Back Sheet	White multilayer polymer film
Temperature Range	-40°F to +194°F // -40°C to +90°C
Max Load	75 lbs / ft <sup>2</sup> (UL Standard) // 5400 Pa (IEC Standards)
Impact Resistance	Steel ball - 1.18 lbs // 535 g dropped from 51" // 1.3 m high

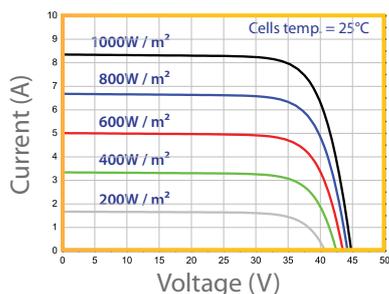
## Specifications

Cells	Polycrystalline silicon solar cells 6" x 6" // 156 mm x 156 mm
Number of Cells	72 (6 x 12)
Dimensions (in // mm)	77 x 39.06 x 1.97 // 1956 x 992 x 50
Weight (lb // kg)	59.52 // 27.0

## Temperature Coefficients

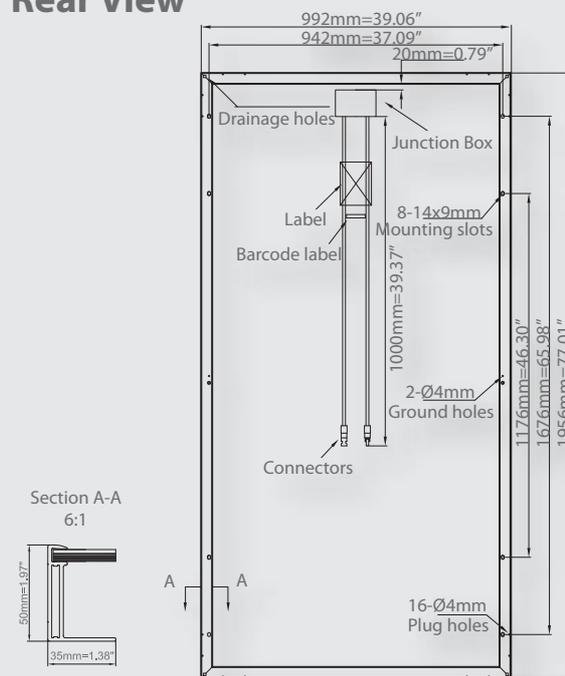
NOCT (°C)	45 ± 2
Temperature Coefficients of Isc (% / °C)	0.05 ± 0.01
Temperature Coefficients of Voc (% / °C)	-0.30 ± 0.02
Temperature Coefficients of Im (% / °C)	-0.02 ± 0.02
Temperature Coefficients of Vm (% / °C)	-0.42 ± 0.03
Temperature Coefficients of Pm (% / °C)	-0.43 ± 0.05

## IV Curves



● Deviation of Vm (V), Im (A), Voc (V) and Isc (A) of ±2.5%

## Rear View

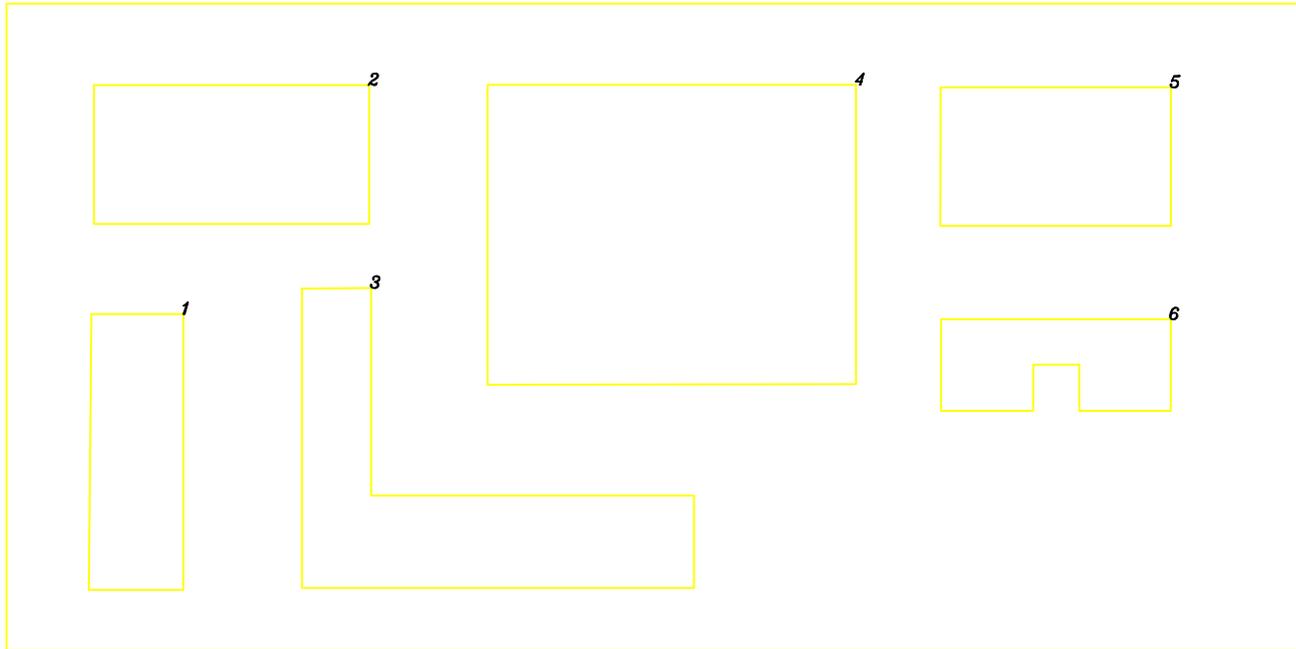


## Options Available0/

SolarEdge Integrated

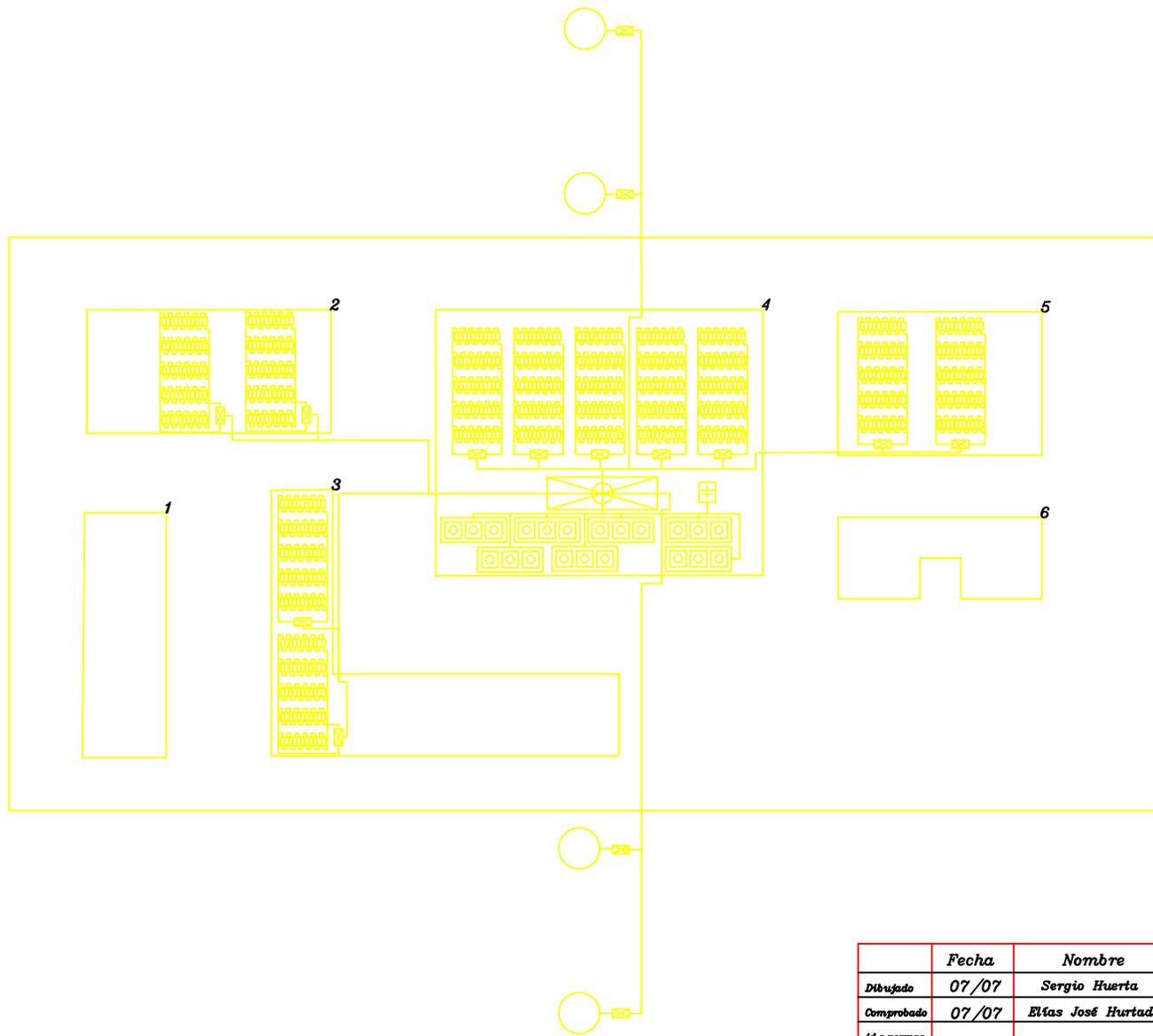
Tigo Integrated

Zep Frame (N.America)



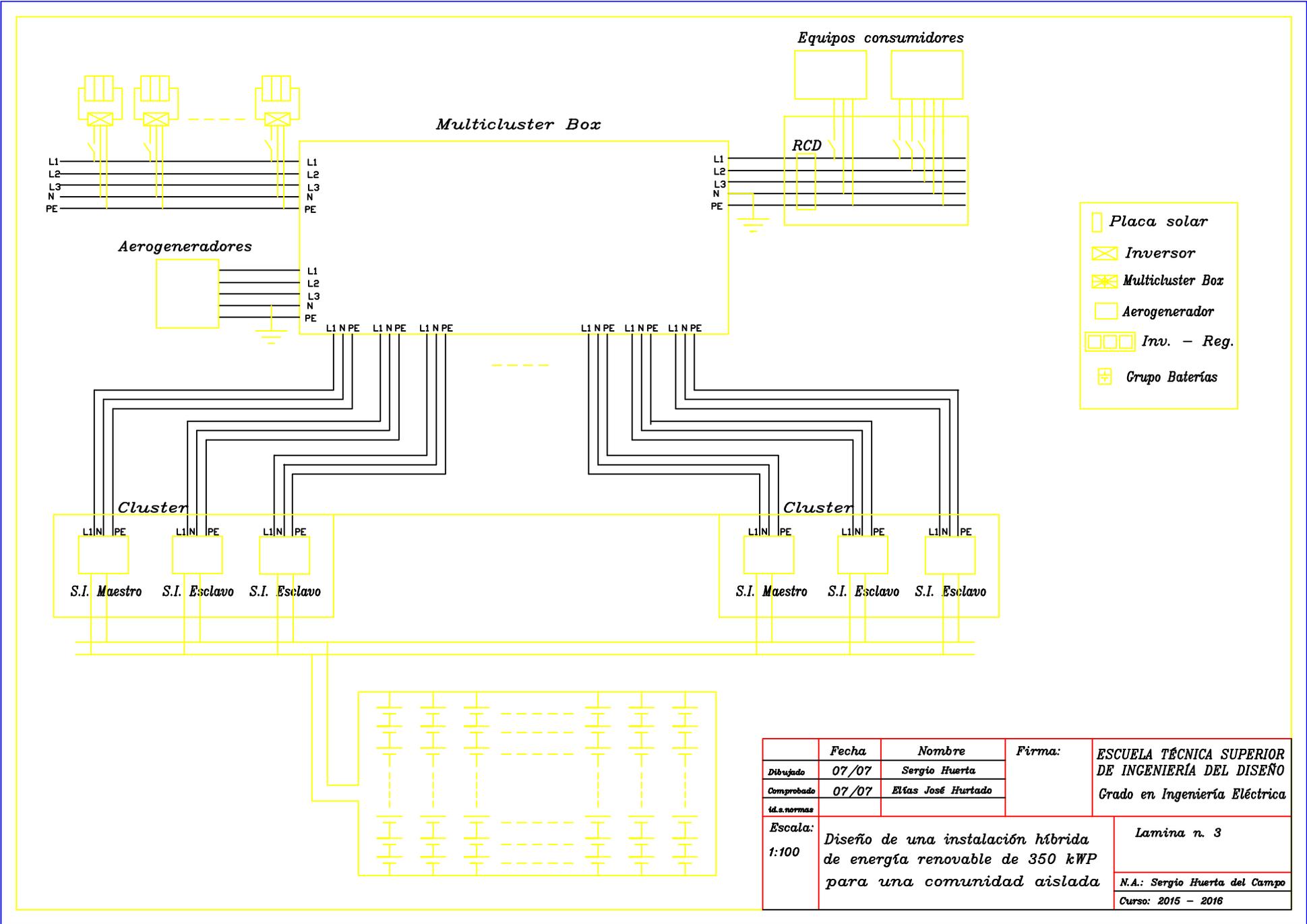
- 1: Comercios
- 2: Viviendas
- 3: Centro Educativo
- 4: Pabellón
- 5: Ayuntamiento
- 6: Centro Médico

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO</b> Grado en Ingeniería Eléctrica
<i>Dibujado</i>	07/07	Sergio Huerta		
<i>Comprobado</i>	07/07	Elías José Hurtado		
<i>Id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i>	Diseño de una instalación híbrida de energía renovable de 350 kWp para una comunidad aislada			<i>Lamina n. 1</i>
1:100				<i>N.A.: Sergio Huerta del Campo</i>
				<i>Curso: 2015 - 2016</i>



- 1: Comercios
- 2: Viviendas
- 3: Centro Educativo
- 4: Pabellón
- 5: Ayuntamiento
- 6: Centro Médico
- ☐ Placa solar
- ⊗ Inversor
- ⊗ Multicluster Box
- Aerogenerador
- ☐ Inv. - Reg.
- ⊕ Grupo Baterías

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO</b> Grado en Ingeniería Eléctrica
<i>Dibujado</i>	07/07	Sergio Huerta		
<i>Comprobado</i>	07/07	Elias José Hurtado		
<i>Id.s.normas</i>				
<i>Escala:</i>	Diseño de una instalación híbrida de energía renovable de 350 kWp para una comunidad aislada			Lamina n. 2
1:100				N.A.: Sergio Huerta del Campo
				Curso: 2015 - 2016



-  Placa solar
-  Inversor
-  Multicluster Box
-  Aerogenerador
-  Inv. - Reg.
-  Grupo Baterías

	<i>Fecha</i>	<i>Nombre</i>	<i>Firma:</i>	<b>ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DEL DISEÑO</b> <i>Grado en Ingeniería Eléctrica</i>
<i>Dibujado</i>	07/07	Sergio Huerta		
<i>Comprobado</i>	07/07	Elías José Hurtado		
<i>Id. s. normas</i>				
<i>Escala:</i> 1:100	<i>Diseño de una instalación híbrida de energía renovable de 350 kWp para una comunidad aislada</i>			<i>Lamina n. 3</i>
				<i>N.A.: Sergio Huerta del Campo</i>
				<i>Curso: 2015 - 2016</i>