



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA



DISEÑO DE UNA MICRO-RED RENOVABLE DE 15 kW PARA ABASTECER LA HACIENDA DEL CURA, EN LA ISLA DE LA PALMA, CANARIAS.

AUTOR: ALEJANDRO CÁCERES CASTRO

TUTOR: ALFREDO QUIJANO LÓPEZ



Curso Académico: 2020-21



AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a mis padres que me han dado esta oportunidad con su trabajo y esfuerzo, a toda mi familia por su apoyo sin el cual no podría haberlo logrado.

También a mis compañeros de piso que además son algo más que unos grandes amigos, por haber creado un hogar junto a mí en todos estos años. Mencionar también a todos los buenos amigos y compañeros que he hecho en estos años que tanto me han ayudado a adaptarme a esta hermosa ciudad.

Agradecer a la comunidad de la galería de Las Cañas y a la asociación de vecinos de La hacienda del cura por toda la ayuda e información que me han aportado a la hora de realizar este trabajo.

Y agradecer en especial a Julia por haberme aguantado todos estos años y darme una razón especial para esforzarme aún más.

RESUMEN

La hacienda del cura es un pequeño núcleo rural situado dentro de la Caldera de Taburiente, un parque nacional en la isla de La Palma, Canarias. Hay varias casas que tienen un uso vacacional durante los fines de semana, a excepción de una vecina que tiene ahí su residencia permanente.

Las necesidades energéticas de este sitio no son muy elevadas, (se estima una potencia pico a instalar de unos 15kW) ya que los vecinos que acuden pretenden desconectar de su vida cotidiana, en los fines de semana es cuando se produce una mayor concentración de vecinos y es cuando se produce el mayor consumo de energía. Actualmente en los días en los que los vecinos necesitan hacer uso de electricidad, es frecuente el uso de grupos electrógenos de diésel, lo que provoca contaminación atmosférica y acústica en un entorno natural que se debe proteger.

El objetivo de este trabajo es estimar las necesidades energéticas de la zona, tanto el consumo de energía demandado por parte de los vecinos como la potencia máxima necesaria, y así diseñar una red o micro-red de generación con una o diferentes fuentes de energía renovables que se complementen, además en caso necesario se explorará el posible almacenamiento de la energía.

Dado a la existencia de una galería de agua con un caudal constante de unos 5 litros por segundo, ubicada a unos 200 metros de altura de la zona, tenemos un potencial hidroeléctrico muy interesante para generar energía mediante una pequeña turbina hidroeléctrica. También se considera en el diseño la posibilidad de implementar una instalación de generación fotovoltaica como otra opción para generar energía o para complementar a la instalación hidroeléctrica. Además, se analizan otras posibles fuentes de energía. Y también se lleva a cabo un estudio para comprobar cuál será la mejor manera de almacenamiento de la energía en los momentos de baja demanda ya que es imposible estar conectado a la Red eléctrica.

Palabras Clave: Micro-red, autoabastecimiento, red aislada, renovables, hidroeléctrica, fotovoltaica, almacenamiento.

RESUM

La hisenda del capellà és un xicotet nucli rural situat dins de la Caldera de Taburiente, un parc nacional a l'illa de la Palma, Canàries. Hi ha diverses cases que tenen un ús vacacional durant els caps de setmana, a excepció d'una veïna que té ací la seua residència de manera permanent.

Les necessitats energètiques d'aquest lloc no són molt elevades, (s'estima una potència pic a instal·lar d'uns 15kW) ja que els veïns que acudeixen pretenen desconnectar de la seva vida quotidiana. D'altra banda, en els caps de setmana és quan es produeix una major concentració de veïns i és quan es produeix el major consum d'energia. Actualment en els dies en què els veïns necessiten fer ús d'electricitat, és freqüent l'ús de grups electrògens de dièsel, la qual cosa provoca contaminació atmosfèrica i acústica en un entorn natural que s'ha de protegir.

L'objectiu d'aquest treball és estimar les necessitats energètiques de la zona, tant el consum d'energia demandat per part dels veïns com la potència màxima necessària, i així dissenyar una xarxa o micro-xarxa de generació amb una o diferents fonts d'energia renovables que es complemente. A més, i en cas necessari, s'explorà el possible emmagatzematge de l'energia.

Donat l'existència d'una galeria d'aigua amb un cabal constant d'uns 5 litres per segon, situada a uns 200 metres d'altura de la zona, tenim un potencial hidroelèctric molt interessant per a generar energia mitjançant una xicoteta turbina hidroelèctrica. També es considera en el disseny la possibilitat d'implementar una instal·lació de generació fotovoltaica com una altra opció per a generar energia o per a complementar a la instal·lació hidroelèctrica. A més, s'analitzen altres possibles fonts d'energia. I també es duu a terme un estudi per a comprovar quina serà la millor manera d'emmagatzematge de l'energia en els moments de baixa demanda ja que és impossible estar connectat a la xarxa elèctrica.

Paraules clau: Micro-xarxa, autoabastiment, xarxa aïllada, renovables, hidroelèctrica, fotovoltaica, emmagatzematg

ABSTRACT

Hacienda del Cura is a little group of rural houses and orchards, inside La Caldera de Taburiente a national park in La Palma, Canary Islands. There are many houses that are used in holidays or weekends, only one neighbor live there permanently.

The energy needs of this site are not very high, (a peak power to be installed is estimated at about 15kW) since the neighbours who come want to disconnect from their daily life, on weekends is when there is a greater concentration of neighbours and this is when the highest energy consumption occurs. Currently, when neighbours need to make use of electricity, they used to use diesel generators, causing air and noise pollution in a natural environment that we need to protect.

This works pretends to set the energy needs of the neighbors, in order to calculate an electrical micro-grid to supply all the needs of the place by the use of one or severals renewable energies available around.

The possible sources of renewable energy are the sun due to the great potential in the Canary Islands, also there are a rising water above the place that we can use in an hydroelectric turbine and maybe we can study the wind potential of the zone to install a wind turbine or the use of biomass to generate electricity.

In order to ensure the electrical supply we will study the best way to store the energy like the use of batteries or convert the electric energy in other kinds like potential energy and others.

Keywords: Micro-grid, self-sufficiency, isolated grid, renewables, hydroelectric, photovoltaic, batteries.

ÍNDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TFG

- Memoria
- Presupuesto
- Planos
- Anexos

ÍNDICE DE LA MEMORIA

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 2 |
| 1.1. Introducción..... | 2 |
| 1.2. Localización..... | 3 |
| 1.3. Objetivo del TFG..... | 3 |
| 1.4. Antecedentes..... | 4 |
| 1.5. Disposiciones legales y normativa | 5 |
| 2. Presentación de la memoria..... | 5 |
| 2.1. Estudio de necesidades energéticas..... | 5 |
| 2.2. Instalación hidroeléctrica | 7 |
| 2.3. Instalación fotovoltaica | 13 |
| 2.4. Estudio potencial eólico | 25 |
| 2.5. Red de distribución..... | 26 |
| 2.6. Bibliografía..... | 31 |

PRESUPUESTO

| | |
|--|----|
| 1. Introducción..... | 34 |
| 2. Presupuesto hidroeléctrica | 34 |
| 3. Presupuesto fotovoltaica | 35 |
| 4. Presupuesto red de distribución | 35 |
| 5. Presupuesto diseño | 36 |

PLANOS

| | |
|------------------------------|----|
| 1. Planos de situación | 40 |
| 2. Hidroeléctrica | 41 |
| 3. Fotovoltaica | 43 |
| 4. Esquemas unifilares | 44 |
| 4. Micro-red | 46 |

ANEXOS

| | |
|--------------------------|----|
| 1. Fichas técnicas | 48 |
|--------------------------|----|

PORTADA DE LA MEMORIA.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.

1.1. INTRODUCCION.

Hoy en día, la energía eléctrica es un bien necesario e imprescindible para la vida cotidiana, y en lugares donde no llega la red eléctrica, se deben buscar las mejores opciones para poder abastecer las necesidades energéticas de estos lugares aislados aprovechando los recursos presentes en las proximidades. Ya que este abastecimiento energético puede suponer un gran impulso socioeconómico a la zona.

Este es el caso de la Hacienda del Cura un pequeño núcleo de viviendas situadas dentro de un parque nacional, por lo que se debe tener un cuidado especial con un medioambiente único que se debe proteger. Por estas razones el uso de energías renovables es perfecto ya que su impacto medioambiental es mínimo sobre todo si se aprovechan los recursos existentes cercanos a la zona.

En este caso las mejores opciones energéticas que existen en las inmediaciones de la zona son: la energía hidroeléctrica debido a la existencia de una fuente de agua constante con buen potencial y la energía fotovoltaica debido a las grandes condiciones meteorológicas de las islas Canarias siendo estas el lugar con más horas de sol de toda la Unión Europea.

En este trabajo se llevará a cabo el diseño de las distintas instalaciones para aprovechar estas fuentes de energía y elegir la mejor opción para abastecer la zona, así como el diseño de la micro-red eléctrica que asegure un suministro constante y que no represente ningún peligro para la zona ni a sus usuarios.

1.2. LOCALIZACIÓN

La micro-red abastecerá toda la zona de la Hacienda del Cura, un pequeño núcleo rural situado en el corazón del parque nacional de La Caldera de Taburiente en la isla de La Palma, una de las islas Canarias.

Tabla 1: Localización.

| | |
|------------------------|--------------|
| Latitud | 28°41'46,89" |
| Longitud | 17°54'41,86" |
| Coordenadas UTM | |
| X | 215.516,49 |
| Y | 3.177.818,34 |

En el “plano número 01” está representado el plano de situación para así hacer una idea de la posición geográfica del emplazamiento.

1.3. OBJETIVO DEL TFG.

1.3.1. Objetivo Principal.

- Diseñar una microrred alimentada por una o varias fuentes de energía renovable, que sirva para abastecer un pequeño núcleo rural aislado, el cual no se puede conectar la red eléctrica, ubicado en el interior de la Caldera de Taburiente, en la isla de La Palma.

1.3.2. Objetivos específicos.

- Estudiar las necesidades energéticas de la zona para conocer las características que debe tener la micro-red.
- Llevar a cabo estudios del potencial de las posibles fuentes de energía renovable de las que se dispone en las inmediaciones de la zona, en concreto, se estudiarán principalmente las posibilidades de implementar energía fotovoltaica, eólica e hidroeléctrica.
- Estudiar las diferentes opciones para almacenar el exceso de energía producido para poder asegurar el abastecimiento en los momentos de mayor demanda si esto fuera necesario.
- Diseñar la red de distribución con las fuentes de energía viables, para asegurar el suministro y la seguridad de la microrred.
- Cuantificar el trabajo realizado y los costes de la instalación mediante la realización de un presupuesto.

1.4. ANTECEDENTES

La Hacienda del cura fue un núcleo rural durante el siglo XIX en el que vivían varias familias que vivían de cultivos de tabaco, pero a finales del siglo XX la población en busca de nuevas oportunidades dejó la zona abandonada. En los últimos años se ha restaurado algunas de las antiguas viviendas para uso de turismo rural y de ocio.

A la hora de ayudar al desarrollo de la zona es de vital importancia contar con un suministro energético seguro y constante. Al tratarse de una zona remota dentro de un parque nacional, se encuentra totalmente aislada de la red eléctrica por lo que se ha de implementar una micro-red para abastecer la demanda energética de los vecinos.

Implementar una micro-red colectiva para toda la zona tiene grandes ventajas respecto a que cada vecino se monte su propia instalación. Las ventajas más importantes son el ahorro de costes en la instalación como que es más fácil garantizar el suministro.

1.4. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVA.

A continuación, se muestran las leyes y normativa a las que se deberá someter este proyecto.

1.4.1. Legislación eléctrica aplicable.

- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (REBT).
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Real Decreto. 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

1.4.1. Legislación de seguridad e higiene aplicable.

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores.
- • Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 773/1997, 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
 - DB SE (Seguridad Estructural) o
 - DB-SE AE: Acciones en la edificación
 - DB-SE C: Cimientos
 - DB-SE A: Acero o DB-SE F: Fábrica
 - DB-SE M: Madera
 - DB SI (Seguridad en caso de Incendio)
 - DB SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)
 - DB HS (Salubridad)

- DB HR (Protección frente al ruido)
- DB HE (Ahorro de Energía)
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

1.4.3. Legislación medioambiental aplicable.

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 30/2014, de 3 de diciembre, de Parques Nacionales.

CAPÍTULO 2. PRESENTACIÓN DE LA MEMORIA.

2.1. ESTUDIO DE NECESIDADES ENERGÉTICAS.

A la hora de diseñar la red y las distintas instalaciones de generación se hace imprescindible determinar las necesidades energéticas de los vecinos de la zona, para así poder predecir la demanda energética de la zona, tanto el perfil de consumo como los picos de máxima potencia máxima que se podrían presentar.

Para realizar los cálculos vamos a establecer una vivienda tipo para la zona, en la que se tendrán los consumos que se consideren necesarios. Como se tratan de viviendas de uso esporádico o vacacional los consumos básicos no son los mismos que pudieran existir en una vivienda residencial. Para determinar los consumos necesarios se ha hablado con los vecinos de la zona que coincidieron en establecer los siguientes consumos como imprescindibles:

-Iluminación: 10 lámparas led de 20 Watios de potencia con un funcionamiento de 4 horas lo que equivale a un consumo de 800 Wh. (200W)

-Pequeño frigorífico de 300 Watios de potencia con un consumo diario de 900Wh.

-Una televisión de 250W de potencia con unas 4 horas de funcionamiento lo que es un consumo de 1000Wh.

-3 cargadores de teléfono con un consumo diario estimado de 150 Wh. (50W)

En la hacienda del cura hay 15 casas, con los servicios que hemos estimado la potencia pico de cada casa es de aproximadamente de 800W, podemos diseñar la red con un margen de 200W para posibles pequeños electrodomésticos que se conecten. Por lo tanto, la potencia pico que diseñaremos para abastecer a toda la zona será alrededor de 15kW.

Con estos datos estimado se queda un consumo medio diario de 2.850 Wh por cada una de las viviendas, por lo que el consumo total estimado para la zona será de 42.75kWh cada día.

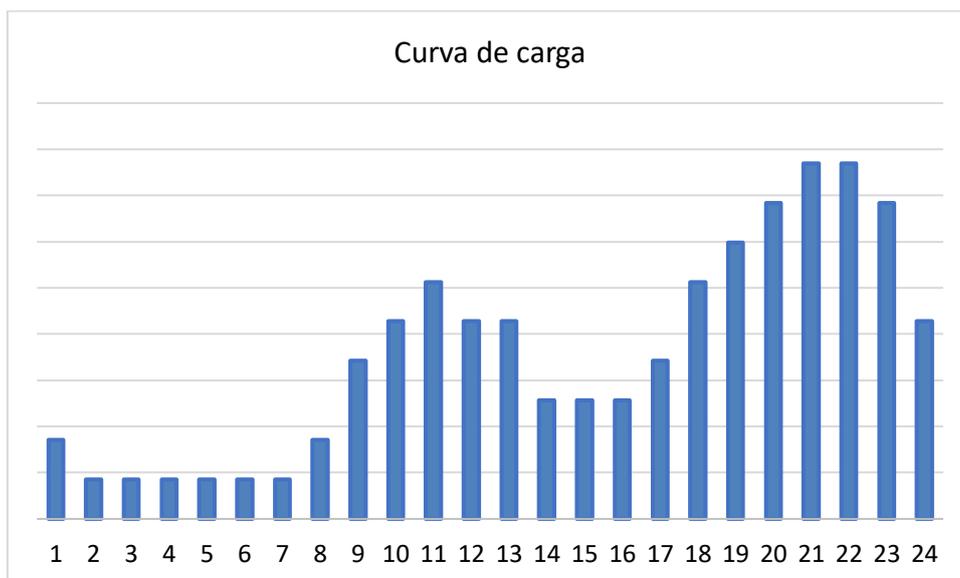
2.1.1. Curva de carga.

A la hora de diseñar correctamente la micro-red es de extremada utilidad estimar una curva de carga que represente la posible demanda que se pueda presentar diariamente.

Al intentar representar una curva de carga para un conjunto de tan pocas residencias no se puede obtener una curva suave como la que se puede presentar en un centro de transformación que abastezca a un gran número de viviendas, ya que no en todas las viviendas se conectarán los aparatos al mismo tiempo, por lo que se deben utilizar los coeficientes de simultaneidad del reglamento de baja tensión para determinar el pico de máxima potencia que se puede esperar normalmente. Para un número de 15 viviendas el coeficiente de simultaneidad será de 11.9, por lo que el pico máximo esperado habitualmente será de 11.9 kW.

Al hablar con los distintos vecinos, se coincide en que la mayoría del consumo energético se presentaría por la noche. Esto es debido a que al tener las viviendas un uso vacacional, por la mañana los vecinos suelen salir a pasear o a atender los huertos y luego por la tarde se suelen reunir con amigos y familiares, por todo esto la curva de carga de la zona tendría la siguiente forma:

Figura 1: Curva de carga.



Como se puede observar hay dos picos principales, uno menos pronunciado a la hora de comer y finalmente el mayor consumo producido por la noche cuando se encenderán un mayor número de lámparas y de los otros consumos mencionados en el estudio de necesidades energéticas.

Esta curva de carga nos será de gran utilidad a la hora de diseñar o no un almacenamiento de energía para complementar las diferentes fuentes de energía que se estudiarán.

2.2. INSTALACIÓN HIDROELÉCTRICA

2.2.1. Introducción.

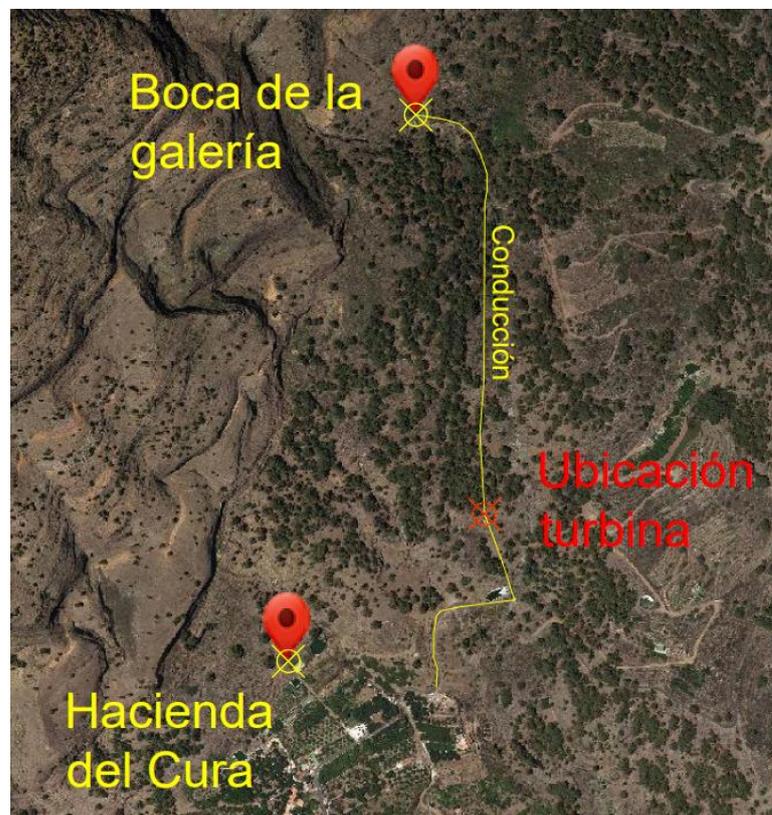
Las turbinas hidroeléctricas son máquinas que tienen la capacidad de transformar la energía potencial del agua y convertirla en energía eléctrica mediante el uso de una turbina que acciona un generador eléctrico.

En las inmediaciones de la zona existe una galería, una excavación horizontal en el risco hasta llegar a un acuífero, denominada Galería de las Cañas, de la cual se extrae un caudal constante de cinco litros por segundo. La galería está situada a una cota de 900 m, el flujo de agua llega a través de una conducción hasta un pequeño depósito de agua, situado a 650 metros de altura sobre el nivel del mar, desde el que luego se reparte el agua a diferentes estanques de los vecinos. Durante la conducción hay distintas válvulas de alivio de presión para que al llegar al depósito sea a presión atmosférica, por lo que no habría ningún problema con la pérdida de carga que podría suponer la instalación de la turbina hidroeléctrica.

El aprovechamiento de este salto hidroeléctrico es ideal puesto que presenta una fuente de energía constante, segura, renovable y que no producirá ninguna emisión contaminante y además no tendría ningún impacto negativo en la utilización de este recurso.

En la figura que se muestra a continuación, se representa la situación de la boca de la galería, donde se situaría la turbina hidroeléctrica y la conducción de agua existente a la que solamente se le deberían retirar las válvulas de alivio de presión.

Figura 2: Situación turbina.



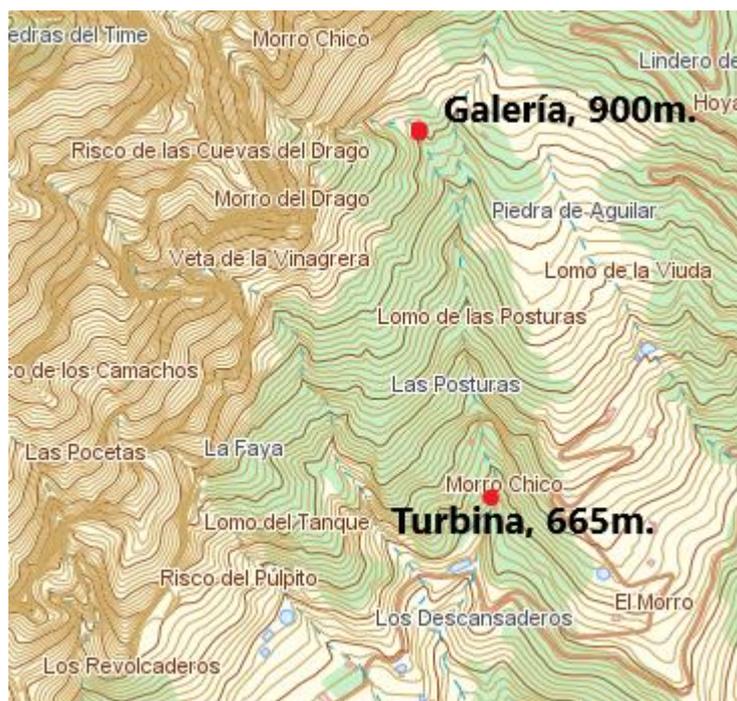
2.2.2. Cálculo del potencial hidroeléctrico.

La galería tiene una cota de 900 metros mientras que la zona donde se instalará la turbina tiene una cota de 665 metros por lo que tenemos un salto bruto H_b de 235 m. La galería extrae el agua de un acuífero del que se extrae un caudal constante de 5 litros por segundo para así extraer el máximo de agua de este sin poner en riesgo su existencia y permanencia.

La conducción que se instalará tendría una longitud de 500 m y se utilizaría de un diámetro de 100 mm para reducir las pérdidas, con estos datos y el caudal las pérdidas estimadas serán de 20.12 m, según la fórmula de Strickler, con lo que el potencial hidroeléctrico resultante será de 11.26 kW.

La turbina hidroeléctrica seleccionada tiene un rendimiento, a la hora de convertir la energía potencial en energía eléctrica, del 60 por ciento por lo que la potencia generada será de 6.76 kW. El régimen de funcionamiento de la turbina podría ser constante durante todo el día y todo el año ya que el agua fluye desde la galería constantemente sin interrupción. Por lo que la energía diaria producida por la turbina será de hasta 162.24 kWh, que satisface sobradamente la demanda energética diaria de la zona.

Figura 3: Cotas.



2.2.3. Turbina hidroeléctrica.

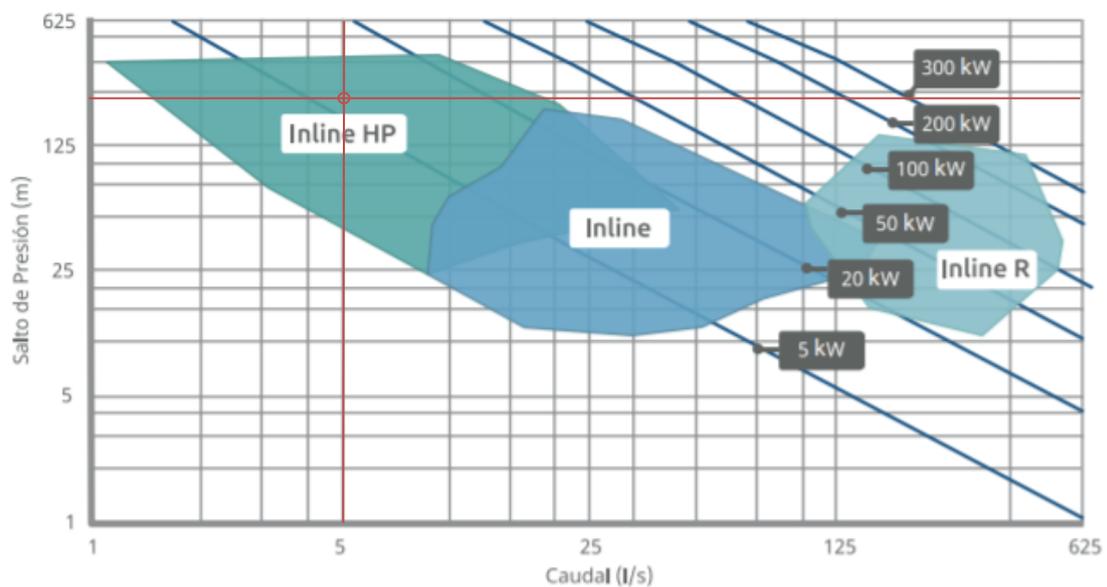
Entre las distintas opciones disponibles en el mercado, la turbina *Inline HP* con el sistema de control *mycro-regen* del fabricante *Tecnoturbines*, es el modelo que mejor se adapta a las condiciones del pequeño salto hidráulico que se dispone en la zona.

En la siguiente tabla se exponen los rangos de trabajo que vienen indicados en la ficha técnica de la turbina hidroeléctrica. Y en la "figura 4" se muestra el rango de trabajo de distintos modelos.

Tabla 2: Tabla datos turbina.

| | |
|----------------------------|--------------------------|
| Salto presión. | 25 a 400 m |
| Caudal. | 1 a 45 l/s |
| Presión máxima. | 16 a 40 bar según modelo |
| Velocidad nominal. | 1500 ó 3000 rpm |
| Temperatura fluido. | -20 a 140 °C |
| Eficiencia global. | 45 a 68 % |

Figura 4: Punto Funcionamiento turbina.



En la figura 4, está marcado el punto de funcionamiento de la turbina inline HP según las principales características del salto de agua del que se dispone, un salto de presión 235 m y un caudal de 5 l/s. Según la curva de funcionamiento de la turbina (sacada de su ficha técnica) la potencia que podría llegar a entregar estaría en torno a los 7 u 8 kW, está no será la cifra exacta ya que no se están teniendo en cuenta ningún tipo de pérdidas que se pueden llegar a producir.

2.2.4. Equipos instalación hidroeléctrica.

La turbina quedará conectada a el sistema *Mycro-regen* que la complementa a la salida ira conectado un interruptor automático para proteger la instalación frente a sobreintensidades y cortocircuitos y un interruptor diferencial para proteger frente a derivaciones y contactos indirectos. Luego se conectará a dos inversores *Victrom Quattro* de 10 kVA (8 kW cada uno, para así tener una potencia de salida de 16 kW). Los inversores suministrarán a la red y además cargarán un conjunto de baterías que asegurarán el abastecimiento en los picos de potencia superiores a 6.76 kW. A la entrada de cada vivienda habrá un interruptor automático y un diferencial. Además, la turbina, y cualquier elemento con piezas metálicas irá conectado a una toma de tierra para proteger frente a contactos indirectos.

La elección de estos inversores está motivada por su capacidad para recibir corriente alterna en su entrada dado que la turbina entrega directamente en alterna, el inversor luego convierte esta entrada de corriente alterna en corriente continua, para así cargar el conjunto de baterías que apoya a la turbina hidroeléctrica, y luego toma energía de ellas para complementar. La elección de dos inversores de 8kW es debido a que no se encontraron mejores opciones individuales para la potencia necesaria de la instalación, y al poder conectarse dos inversores en paralelo obtendremos la potencia necesaria para la red.

En el “plano 05” está representado el esquema unifilar de la instalación con todos los elementos que se dispondrán.

2.2.5. Régimen de funcionamiento de la turbina.

En lo que respecta al funcionamiento de la turbina se pueden presentar cuatro situaciones principalmente, estas son:

La potencia demandada es menor a la generada por la turbina y las baterías están descargadas: en este caso la turbina entregará la potencia demandada y el resto irá destinado a cargar las baterías.

La potencia demandada es menor a la generada por la turbina y las baterías están cargadas: ahora las baterías entregarán la potencia demandada y la turbina no entregará nada de potencia, para que esto pase y no se interrumpa el suministro de agua se instalará un bypass paralelo a la turbina para que el agua fluya por ahí cuando esta no esté generando electricidad, este bypass estará accionado por dos electroválvulas que controlaran el flujo de agua. Este bypass también será de gran utilidad en el caso de avería de la turbina facilitando su extracción para una posible reparación o sustitución.

La potencia demandada es igual a la entregada por la turbina: este caso es más improbable, la turbina entregará toda la potencia a la red y las baterías estarán en standby.

La potencia demanda es mayor a la entregada por la turbina: para esta posibilidad se instala el conjunto de baterías, la turbina entregará toda la potencia que produce y el conjunto de baterías entregará tanta potencia como sea necesaria para satisfacer la demanda.

2.2.6. Almacenamiento para la instalación hidroeléctrica.

A la hora de garantizar el suministro disponer de una reserva en forma de almacenamiento es de gran utilidad. A pequeña escala una de las mejores formas de almacenar energía es mediante el uso de baterías eléctricas, ya que su precio y rendimientos son muy competitivos. En los siguientes apartados se diseñará el almacenamiento que es necesario para cada una de las configuraciones estudiadas con anterioridad

Si bien es cierto que la turbina hidroeléctrica genera energía más que suficiente para abastecer las necesidades energéticas de la zona, pueden producirse picos de consumo mayores que la potencia que genera la turbina hidroeléctrica por lo que debemos tener otra fuente de potencia para complementar a la turbina. Podrías implementar un grupo electrógeno u otro tipo de generador, pero al tener energía que sobra será más eficiente almacenar esa energía para utilizarla en los momentos que sea necesario.

Se quiere garantizar que se puede abastecer un pico de potencia de 15 kW, aunque sea muy poco probable que se produzcan ya que no todos los vecinos acuden los mismos fines de semana ni consumirán con toda su potencia asignada a la misma vez. Los picos de potencia superiores a la potencia entregada por la turbina no durarán más de tres horas con total seguridad. Por lo que la capacidad de almacenamiento deberá de ser igual a 8.24 kW por 3 horas, que será de 24.72 kWh.

Utilizando dos bloques de baterías *B-BOX 13.8* del fabricante *BYD* que tienen una capacidad de 13.8 kWh cada uno lo que nos dará una capacidad total de 27,6 kWh.

Otra opción de almacenamiento de energía sería utilizar los dos estanques de la zona en los que exista un mayor desnivel, para realizar una pequeña instalación de bombeo, para esto sería necesario una bomba de agua para remontar el agua al estanque superior cuando exista un exceso de energía producida por la turbina principal y luego haría falta otra turbina secundaria para generar energía para complementar la potencia demandada cuando la turbina principal no pueda asumir toda la carga.

Esto realmente no sería viable para la instalación ya que sería más caro que el sistema de baterías y además surgirían varios problemas derivados del uso de los estanques ya que dejaría de estar claro a quien pertenecería el agua de cada uno de ellos pudiendo resultar en disputas entre los vecinos propietarios de estos estanques. Por eso no se ha tenido en consideración este sistema de almacenamiento de energía.

2.2.7. Justificación cálculos.

En primer lugar, se debe calcular el potencial hidroeléctrico del salto existente, para así poder conocer la energía que se puede llegar a disponer. Para calcularlo disponemos de la siguiente fórmula:

$$P_{max} (kW) = 9,8 Q_{max} (m^3/s) H_{n,min} (m) \eta_t \eta_a$$

La Q representa el caudal de agua en m³ por segundo, el caudal de la galería es de 5 litros por segundo, el caudal va multiplicado por 9,8 es el valor de la fuerza de la gravedad, la H_n es el salto neto que existe en el salto, el salto neto representa el valor de la diferencia de cota entre el punto de la salida de la galería y la cota de la turbina, a este valor habrá que restarle todas las pérdidas de carga que se produzcan entre los dos puntos. Tanto η_t como η_a son los parámetros de rendimiento de la turbina y el alternador. El rendimiento de la turbina representa la capacidad de esta para aprovechar la energía potencial del agua en energía mecánica y esta energía mecánica es la que transformará el alternador en energía eléctrica.

Para calcular el salto neto se le restan las pérdidas al salto bruto.

$$H_n = H_{bruta} - \sum h_f$$

Las pérdidas en la tubería se calculan aplicando la fórmula de Strickler.

$$\frac{h_f}{L} = \frac{10,3}{K^2 D^{16/3}} Q^2$$

L se refiere a la longitud de la tubería, D es el diámetro y la K es la rugosidad, en este caso la estimamos como 90.

Aplicando estas fórmulas obtenemos los siguientes datos:

$$h_f = 20.12 \text{ m}$$

$$H_n = 214.88 \text{ m}$$

$$P = 6.76 \text{ kW}$$

Tenemos un potencial hidroeléctrico de 6.76 kW, esto es la potencia que generará la turbina seleccionada ya que ya se ha utilizado el rendimiento de esta, el régimen de funcionamiento de la turbina podría ser de 24 horas por lo que se podrían llegar a generar 162.24 kWh al día. La energía producida por la turbina sería mucho mayor a la energía demandada, por lo que se podrían llegar a producir sobrecargas en el sistema, para evitar esto al instalar la turbina se conectará un by-pass por el cuál circulará el agua cuando el conjunto de baterías esté totalmente cargado y no haya demanda suficiente de energía. Este by-pass estará controlado por unas electroválvulas que automatizaran el proceso. Además de este propósito el by-pass es perfecto por si es necesario llevar a cabo alguna reparación o mantenimiento en la turbina.

2.2.8. Conclusión instalación hidroeléctrica.

Tras este prediseño se puede concluir que la instalación hidroeléctrica sería viable para alimentar la micro-red que se desea instalar en la zona, ya que genera energía más que suficiente para abastecer la demanda energética, y con la ayuda del conjunto de baterías se pueden afrontar los mayores picos de potencia.

2.3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

2.3.1. Introducción.

La energía fotovoltaica representa una fuente de energía limpia y renovable, la utilización de energía fotovoltaica se ajusta perfectamente a las necesidades de esta instalación debido a que es una fuente de energía que no produce emisiones y tiene un bajo impacto ambiental, además es una fuente de energía independiente ya que una vez instalada, además del mantenimiento no necesita el aporte de ningún tipo de alimentación, por lo que es una fuente de energía perfecta para instalarse de forma aislada a la red.

Debido a sus condiciones meteorológicas, las islas Canarias son uno de los lugares de Europa con más horas de luz solar, la energía fotovoltaica es una opción ideal para la generación de electricidad.

El objetivo del siguiente apartado es diseñar una instalación fotovoltaica que sea capaz de abastecer las demandas energéticas de la zona.

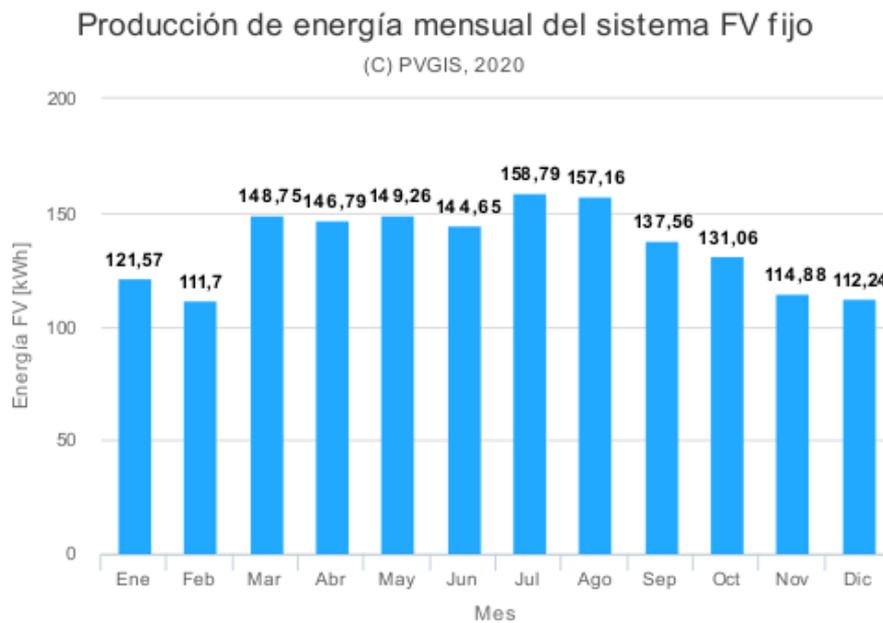
2.3.2. Dimensionado.

La instalación fotovoltaica debe de satisfacer la demanda energética de 42.75 kWh diaria que se producirá en los fines de semana.

Gracias a aplicaciones como PVGIS podemos calcular la irradiancia solar media que recibe la zona de estudio, con esto y conociendo la eficiencia de los módulos seleccionados se puede calcular la generación de energía eléctrica que se podría esperar.

Para asegurar que se abastece la demanda durante todo el año, se elige el mes más desfavorable para la generación fotovoltaica en nuestra zona, es decir con menor irradiancia diaria, en la zona de estudio, en el mes de diciembre se recibirá una irradiancia media diaria de 4kWh/m^2 esto nos daría una generación de 1.4313 kWh por cada panel, por lo que para poder satisfacer la demanda se necesitarían 30 paneles, esto en el supuesto de un funcionamiento perfecto de la instalación en el que no se producen ningún tipo de pérdidas ni en las conexiones ni en el inversor.

Figura 5: Producción mensual por 1kWp instalado.



2.3.3. Panel fotovoltaico y conexiones de strings.

El panel fotovoltaico será el generador eléctrico en esta instalación, un panel fotovoltaico transforma la energía del sol en energía eléctrica. Para entender este proceso primero se debe conocer la composición de las células fotovoltaicas que forman parte de los paneles.

Las células fotovoltaicas están compuestas por una capa de silicio con impurezas de fósforo que crean una capa semiconductor a la que le sobra un electrón, es decir una capa tipo "p", esta capa está unida a otra de silicio con impurezas de boro a la que le falta un electrón, un semiconductor tipo "n", la unión de cristales Si-P con cristales Si-Bo crea una capa "p-n" que permite un flujo de electrones si la capa "p" recibe la energía suficiente para "despegar" el electrón sobrante. En el caso de los paneles fotovoltaicos los fotones que incidentes son los que proporcionan la energía necesaria para crear el flujo de electrones lo que provoca la generación de energía eléctrica.

Entre los diferentes tipos de paneles, predominan en el mercado los paneles de células de silicio monocristalinas y los de células de silicio policristalinas.

Las células policristalinas tienen un color azul marino y forma rectangular, su fabricación es más sencilla lo que disminuye su coste, en cambio su eficiencia es algo inferior por lo que para alcanzar una cierta potencia se necesita una superficie mayor.

Las células monocristalinas son de color más oscuro y tienen forma hexagonal, la fabricación de las células monocristalinas es más compleja y cara, pero la eficiencia de las células monocristalinas es ligeramente mayor, por lo que para una misma superficie de panel la potencia obtenida es mayor.

Para elegir el panel a utilizar se han utilizado los siguientes criterios, precio, accesibilidad, rendimiento y superficie necesaria.

Al contactar con los distintos proveedores que existen en las islas, los paneles considerados para la instalación son los siguientes: el panel *ZXM6-HLD144-400/M* monocristalino de la marca ZNSHINE, y el panel *ZXP6-72-340/P* policristalino de la misma marca. El panel monocristalino tiene una potencia de 400 W por lo que serían necesarios 30 paneles, mientras que el policristalino tiene una potencia de 340 W por lo que serán necesarios 35 paneles, 36 para configurar mejor los strings. La diferencia es de 6 paneles, con una diferencia de precio de poco significativa.

Aunque la opción de los paneles policristalinas puede ser la más barata, el tener un mayor número de paneles también implica una mayor superficie y un mayor gasto en la estructura necesaria para fijarlos, por lo que finalmente se optará por instalar los paneles monocristalinos dado que el coste será aproximadamente el mismo.

El panel fotovoltaico finalmente seleccionado para esta instalación es el modelo *ZXM6-HLD144-400/M* de la empresa ZNSHINE, cuyas características principales están reflejadas en la Tabla 3, que tiene una potencia de 400 W por lo que serán necesarios 30 paneles para tener una potencia pico total de 12 kWp que en condiciones normales generarán la energía necesaria en cualquier día del año.

Tabla 3: Datos panel fotovoltaico.

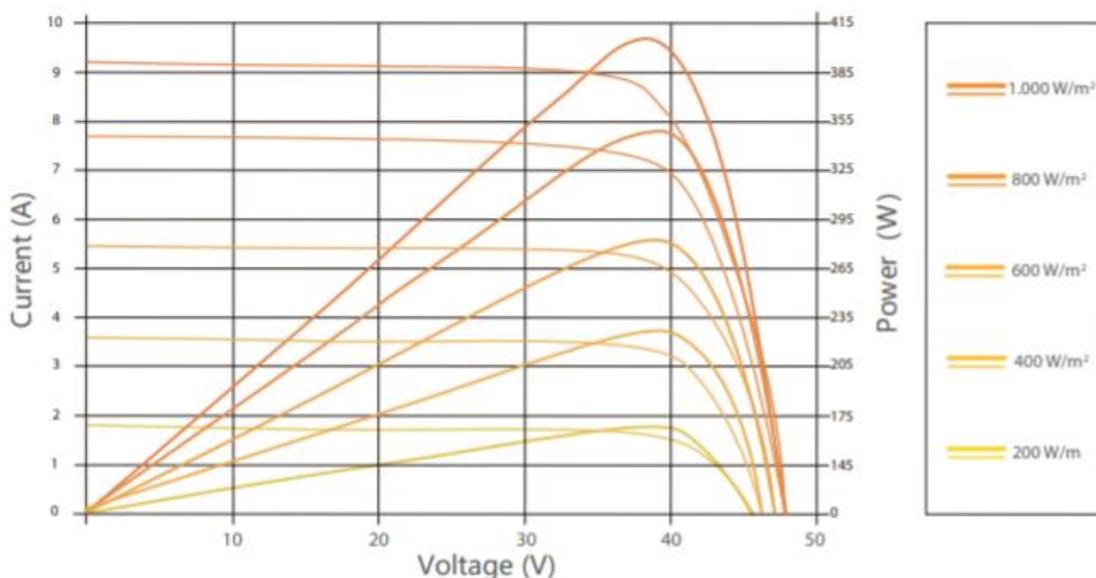
| | |
|----------------------------------|---------|
| Potencia. | 400 W |
| Tensión mpp. | 41.0 V |
| Corriente mpp. | 9.76 A |
| Tensión circuito abierto. | 49.1 V |
| Corriente cortocircuito. | 10.27 A |
| Rendimiento. | 19.72 % |

Nota: Datos tomados de la ficha técnica del panel fotovoltaico.

Para determinar el punto de funcionamiento óptimo de un panel fotovoltaico se hace uso de la curva I-V y de la curva V-W. La curva I-V representa la corriente que se genera respecto a la tensión partiendo desde la corriente de cortocircuito donde la tensión es cero hasta la tensión de circuito abierto donde se anula la corriente. En la curva V-W se representa la potencia generada dependiendo de la tensión. El punto de máxima potencia es donde la curva V-W corta a la curva I-V.

Figura 6: Curva I-V

I-V CURVES OF THE PV MODULE



En esta figura se representan las distintas curvas I-V y V-W dependiendo de la irradiancia recibida.

La tensión de entrada nominal del inversor seleccionado es de 600 V dc, además el rango de funcionamiento del seguidor de MPP es de 320 – 800 Vdc por lo que debemos estar dentro de este rango para obtener una potencia óptima, además no se puede sobrepasar la corriente máxima de entrada del inversor que en este caso es de 33 A. La tensión del punto máximo de potencia de nuestros paneles fotovoltaicos es de 41.0V y la corriente es de 9.76 A.

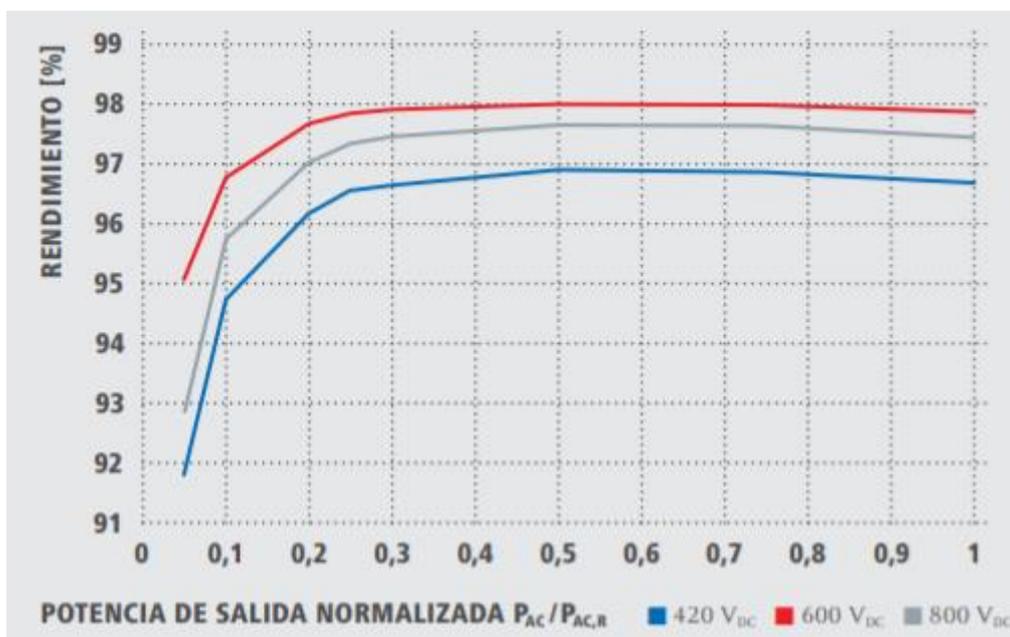
Tabla 4: Datos entrada inversor.

| | |
|--|-------------|
| Máxima corriente de entrada. | 33 A |
| Máxima corriente de cortocircuito FV. | 49.5 A |
| Mínima tensión de entrada. | 200 V |
| Tensión de entrada nominal. | 600 V |
| Máxima tensión de entrada. | 1000 V |
| Rango de tensión MPP. | 320 – 800 V |
| Máxima salida del generador FV. | 22.5 kWp |

Nota: Datos tomados de la ficha técnica del inversor.

Con estos datos podemos conectar nuestros paneles fotovoltaicos de la manera en la que el inversor trabaje en sus condiciones óptimas. Con una configuración de dos strings de 15 paneles cada uno se obtendrá una tensión de 615V muy cerca de la tensión nominal del inversor con la que se obtendrá el mayor rendimiento de éste. Y la corriente será de 19.52 A mucho menor que la corriente máxima de entrada tolerada por el inversor.

Figura 7: Rendimiento inversor.



2.3.4. Disposición de los paneles fotovoltaicos.

A la hora de buscar una localización idónea para los paneles fotovoltaicos, se debe tener en cuenta la presencia de sombras y además será ideal utilizar terrenos que no se estén utilizando actualmente y no tengan un uso potencial en el futuro.

Un emplazamiento perfecto para nuestro campo fotovoltaico sería aprovechar la superficie de alguno de los estanques presentes en la zona, ya que es una superficie que no se utiliza ni se utilizará en un futuro. Además, la utilización de paneles fotovoltaicos sobre superficies acuáticas presenta enormes ventajas. Una de las principales ventajas es el aumento del rendimiento de los paneles fotovoltaicos ya que al estar sobre una superficie de agua la temperatura de estos disminuye lo que hace que las células fotovoltaicas rindan mucho mejor. Otra gran ventaja de este método de instalación de los paneles fotovoltaicos es la disminución de la evaporación del agua del estanque, debido a que los paneles ofrecen una protección contra la radiación solar disminuyendo la temperatura del agua debajo de ellos.

Existe un estanque en la zona con unas dimensiones de 8.5 m de radio, lo que resulta en una superficie de 450 m², que debe ser suficiente para instalar nuestro campo fotovoltaico. Este estanque también es excelente ya que no tiene ninguna sombra a sus alrededores y está relativamente cercano a los puntos de consumo.

Figura 8: Estanque instalación fotovoltaica.



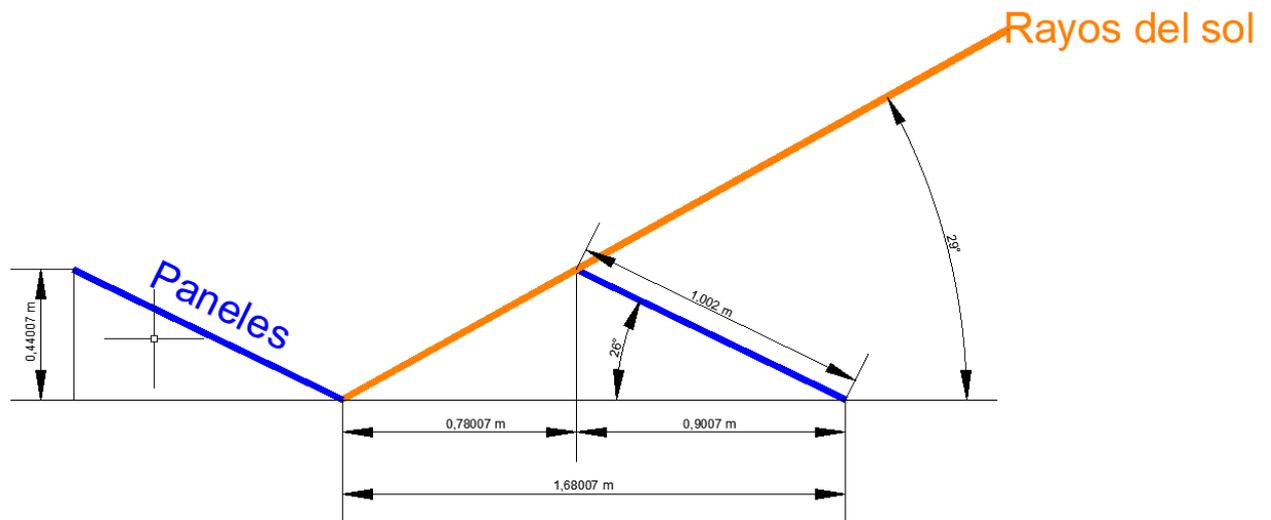
Como se observa en la “figura 8” el estanque seleccionado para la instalación fotovoltaica esta muy próximo a la mayor acumulación de viviendas, lo que lo hace ideal para realizar la instalación ya que se abaratarán los costes de la red de distribución.

A la hora de colocar las distintas filas de paneles fotovoltaicos, se debe tener en cuenta la sombra que la una fila va a proyectar hacia atrás para que esta sombra no afecte a la fila de paneles posterior.

Para calcular esta sombra se debe calcular en el momento del año en el que sea más alargada, es decir durante el solsticio de invierno, cuando el Sol está más inclinado hacia el sur. Se debe asegurar que entre las 10 de la y las 12 horas solares la sombra no afecte a la fila posterior. Con ayuda de la herramienta Sunearthtools podemos calcular la trayectoria del Sol. A las 10 hora solar del 21 de diciembre la elevación solar será de 29.25° .

El panel seleccionado ocupa aproximadamente dos metros cuadrados, se dispondrán en posición horizontal, la parte con mayor longitud en horizontal, la separación de una fila con la de delante será de 0.78 m para una inclinación de 26° , que es la inclinación fija óptima para este lugar.

Figura 9: Separación paneles.



Al buscar la manera óptima para distribuir los paneles fotovoltaicos, se ha elegido instalar los paneles en cuatro filas, donde tres de ellas llevarán ocho paneles y la otra restante seis para llegar al total de treinta paneles que necesita nuestra instalación.

Para montar los paneles fotovoltaicos se podría hacer de dos maneras principalmente:

En primer lugar, se pueden instalar sobre una superficie flotante apta para ello, el problema con este tipo de sistemas en pequeños estanques es que el nivel del agua puede variar significativamente, por lo que si el nivel del agua descendiera demasiado se podrían llegar a producir sombras que afecten a la producción de nuestra instalación.

En segundo lugar, existe la posibilidad de montar una estructura metálica que sirva de base para nuestros paneles. Esta constaría de unos carriles de aluminio en paralelo a los módulos fotovoltaicos, estos carriles por sí solos serían insuficientes para aguantar el peso de los paneles fotovoltaicos. debido a la longitud, para reforzar los carriles se instalarían pilares de acero inoxidable en los puntos necesarios para asegurar la seguridad de la instalación. Para calcular esta estructura se deberá subcontratar a una empresa externa.

2.3.5. Equipos instalación fotovoltaica.

Además de los módulos fotovoltaicos, son de vital importancia otros elementos de la instalación como el inversor. El inversor seleccionado para esta instalación será el modelo *SYMO 15.0-3-M* del fabricante *Fronius* ya que este se adapta perfectamente a nuestras necesidades, dado que entrega una potencia de 15kW que es la estimada para nuestra red (las características se pueden revisar en la ficha técnica anexa). En el caso de instalarse un conjunto de baterías, el inversor estará conectado a dos inversores/cargadores *Victron Quattro de 10kVA*. Que se encargarán de cargar el conjunto de baterías y además transformarán la corriente continua de las baterías en la corriente alterna que necesitaremos en nuestra red.

Otros elementos importantes para la instalación son las protecciones, que se encargan de garantizar la seguridad tanto de la propia instalación como la de las personas que tendrán acceso a ella. Para asegurar la instalación se dispondrá de una toma de tierra que irá conectada a cualquier parte metálica que puede entrar en contacto con personas (la toma de tierra estará formada por una pica de cobre), para el lado de corriente continua (donde generan los paneles fotovoltaicos) se ha de instalar un fusible de 40 A (Para no sobrepasar la intensidad máxima de cc en el inversor.) para evitar sobreintensidades o cortocircuitos que deterioren la instalación. El uso de fusibles en corriente continua es más habitual ya que estos son más baratos y en corriente continua es más raro que se produzcan fallos.

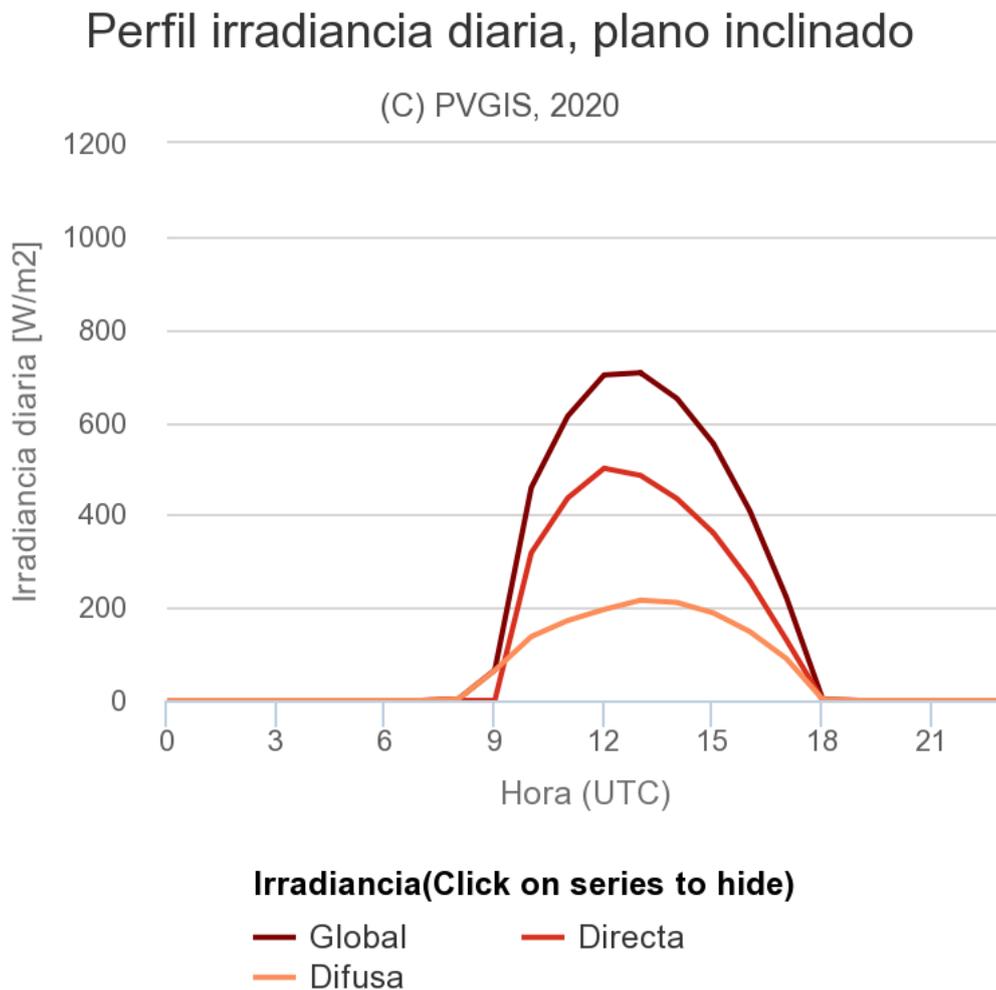
Para el lado de corriente alterna al otro lado del inversor se instalará un interruptor automático para proteger frente a sobreintensidades y cortocircuitos y un interruptor diferencial para proteger en el caso de derivaciones. El esquema unifilar se puede ver en el plano 08. Los parámetros de este diferencial y del magnetotérmico quedarán explicados en el apartado de la red de distribución.

2.3.6. Almacenamiento instalación fotovoltaica.

A la hora de garantizar el suministro disponer de una reserva en forma de almacenamiento es de gran utilidad. A pequeña escala una de las mejores formas de almacenar energía es mediante el uso de baterías eléctricas, ya que su precio y rendimientos son muy competitivos. En los siguientes apartados se diseñará el almacenamiento que es necesario para cada una de las configuraciones estudiadas con anterioridad

El problema con la generación fotovoltaica es que no se trata de una generación de energía constante o que se pueda obtener en el momento deseado. Al aprovechar la luz del sol la energía se producirá en las horas de luz solar siendo mayor cuanto mayor intensidad en incidencia tenga este, siguiendo la siguiente curva:

Figura 10: Generación fotovoltaica diaria.



Por lo que la generación no coincidirá con la demanda, como se puede comprobar al compararla con la “figura 1” que representa la demanda de energía prevista, por eso es necesario la utilización de algún sistema de almacenamiento de energía, para así poder satisfacer la demanda en cada momento ya que es imposible conectarse a la red eléctrica. Además, la energía fotovoltaica no es constante dado que la presencia de nubes puede reducir la producción considerablemente, pudiéndose dar una serie de días nublados que anularían la producción energética.

Dado que la mayoría del consumo se presentará en los fines de semana, se puede asegurar que durante la semana se generará energía de sobra para satisfacer la demanda del fin de semana, aunque en este no se produzca generación alguna. Por lo que la capacidad de almacenamiento que se debe tener debe ser igual a la demanda esperada por el número de días donde se producirá la demanda, es decir, tres días. Por lo que se necesita un almacenamiento energético de 128.25 kWh para asegurar el suministro durante un fin de semana en el que no salga el sol y en el que todos los vecinos acudan a la zona.

Para un conjunto de baterías esta capacidad es inviable económicamente y supone un gran problema técnico porque se necesitaría un generador mayor para poder cargarlos. Por esto dado que no hay manera de conectar a la red, habría que buscar una fuente de energía

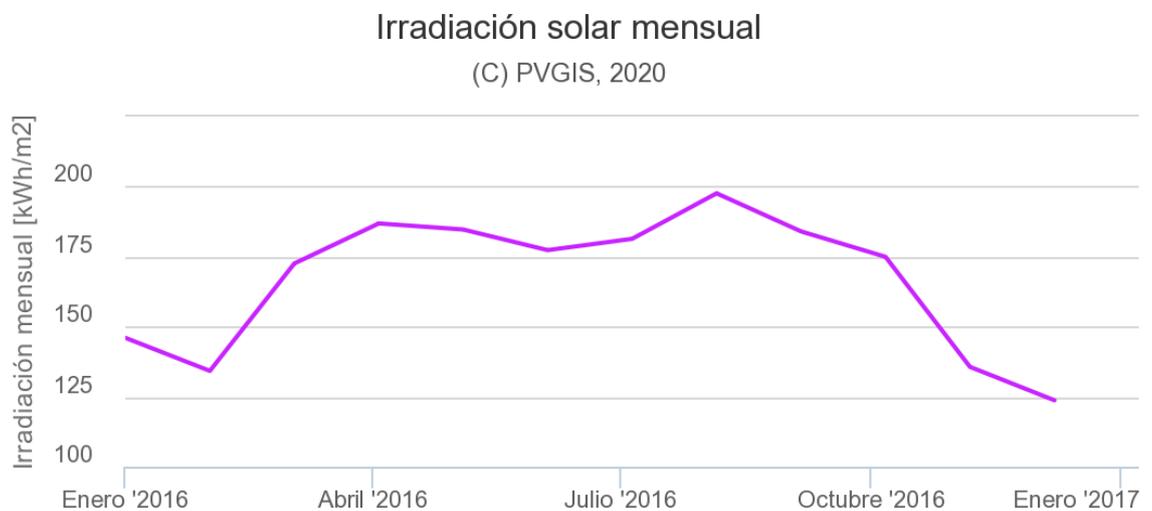
que complementara a la instalación fotovoltaica u otro modo de almacenamiento energético. Aprovechando que en la zona existe un gran número de estanques se podría llevar a cabo la instalación de una pequeña instalación de bombeo instalando una turbina y una bomba hidráulica. Aunque esta opción tampoco sería demasiado competitiva económicamente.

2.3.7. Justificación Cálculos.

Los cálculos para el diseño de la instalación fotovoltaica se han realizado utilizando las herramientas *PVGIS* y *SunEarthTools*, de estas herramientas se obtienen unos buenos datos para el correcto diseño.

En *PVGIS* debemos elegir nuestra ubicación y de ahí la herramienta obtiene el perfil del horizonte y nos entrega los datos de la irradiancia mensual en años posteriores de la zona de estudio, con esto calculamos la energía generada por un panel en un día.

Figura 11: Irradiancia mensual.



La “figura 11” representa la irradiancia global incidente en un plano inclinado 26 grados respecto a la horizontal, que es el ángulo fijo determinado como el más eficiente para la generación fotovoltaica en la zona de estudio, como se puede observar el mes con menor irradiancia solar es el mes de diciembre con una irradiancia media mensual de 121.05 kWh/m² esto nos da una irradiancia diaria de 3.9048kWh/m².

La eficiencia de un panel solar indica la capacidad de transformar la irradiancia recibida en energía eléctrica, en concreto la del panel seleccionado es del 19.72%.

Al multiplicar la eficiencia por la irradiancia diaria se obtiene la energía por metro cuadrado que genera el panel, esta es: 3.9048kWh/m² x 0.1972 = 0.7700 kWh/m².

En la ficha técnica viene la superficie de las células: 158.75*79.375 mm, es decir una superficie de 0.01260 m² y en total el panel está compuesto por 144 células fotovoltaicas por lo que la superficie útil total del panel es de 1.8145 m².

Al multiplicar la superficie por la energía generada por m² se obtiene la energía que producirá un solo módulo fotovoltaico: 0.7700 kWh/m² * 1.8145 m² = 1.3972 kWh por panel.

Finalmente, si la energía demandada es de 42.75 kWh, al dividir esta entre la energía generada por cada panel (1.3972 kWh) obtendremos los paneles fotovoltaicos necesarios para cubrir las necesidades de la zona: $42.75 \text{ kWh} / 1.3972 \text{ kWh} = 30.5975$ paneles.

Se estima que con 30 paneles será suficiente satisfacer la demanda de energía.

La herramienta *SunEarthTools* se trata de un sitio web que nos ayuda a calcular la trayectoria del sol eligiendo la ubicación. Esto es de vital importancia a la hora de determinar la disposición de los módulos fotovoltaicos para evitar las posibles sombras que se podrían proyectar.

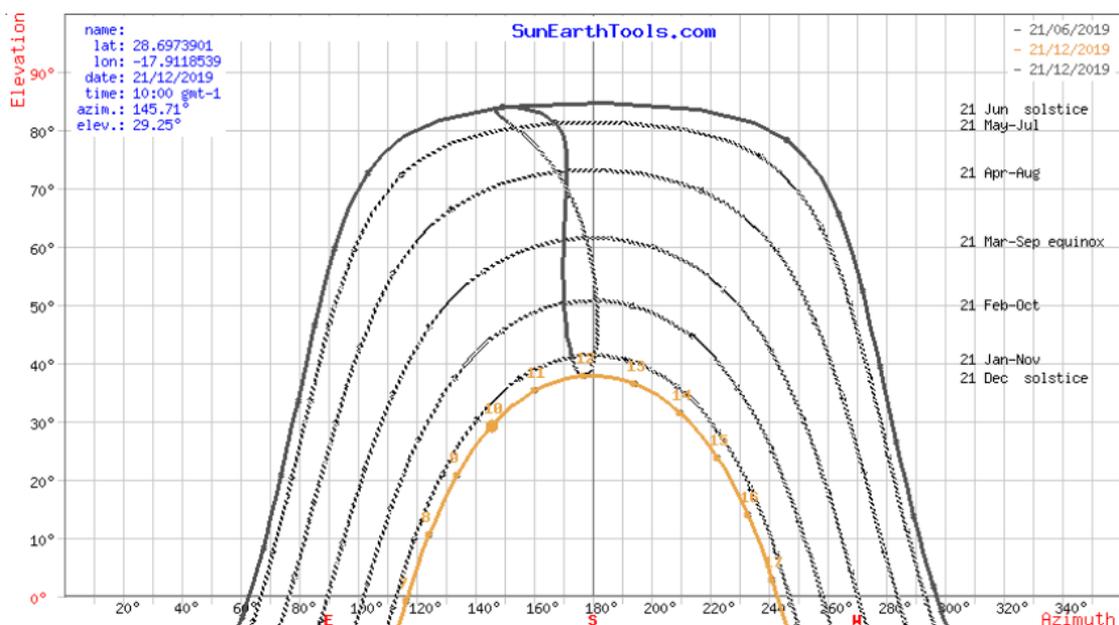
Dado que no existen objetos alrededor que puedan provocar sombras en la instalación, las sombras que quedan por calcular son las que una fila de placas fotovoltaicas puede llegar a proyectar en la fila posterior, es decir más al norte.

Para solventar este problema simplemente solucionamos un pequeño problema de trigonometría, que vemos representado en la "figura 12".

La inclinación óptima para mantenerla durante todo el año es de 26 grados de inclinación respecto a la horizontal. Los paneles fotovoltaicos se instalan de manera horizontal, por lo que el alto será de 1.002m, como caso más desfavorable en el que no se debe proyectar sombra de una fila a otra elegimos el 21 de diciembre, el día que el sol está más bajo, a las 10 hora solar, en ese momento el ángulo con el que inciden los rayos del sol sobre la superficie es de 29 grados respecto a la horizontal.

Al representar estos datos directamente en Autocad, la distancia a la que deben estar separadas las filas unas de otras para que no se proyecten sombras ha de ser de 0.78007 m.

Figura 12: Altura solar.



En esta figura tomada de la herramienta *SunEarthTools* se muestra la elevación del sol durante el día 21 de diciembre, el día en el que se presenta una mayor inclinación del sol, es decir el día más desfavorable para la proyección de sombras.

2.3.8. Conclusión fotovoltaica.

En definitiva, la opción de realizar la instalación fotovoltaica sería factible, aunque se tendría que diseñar de manera más rentable un almacenamiento energético para asegurar el suministro eléctrico. Pero la opción de la instalación hidroeléctrica es mejor ya que es más económica y se necesita menos espacio por lo que la opción de la instalación fotovoltaica queda descartada no por deficiente sino por no ser la mejor.

2.4. ESTUDIO POTENCIAL EOLICO.

2.4.1. Introducción.

El uso de la energía eólica por el ser humano se remonta muchos años atrás desde los primeros barcos de vela hasta hoy en día en la utilización para generar energía eléctrica. Existen una gran variedad de modelos, de rangos de potencia muy amplios. Pero antes de buscar un modelo de aerogenerador es interesante calcular el potencial eólico de una zona.

Gracias al visor Grafcan del sistema de información de canarias, disponemos de una herramienta muy útil que nos representa el recurso eólico en las zonas dándonos la velocidad media del viento y sus constantes de Weibull.

Dado que la zona está en el interior de una caldera, está rodeada por cumbres por todos lados, por lo que la velocidad media del viento en nuestra zona es de 2.6 m/s, que es una medida muy pobre. Una opción podría ser instalar los aerogeneradores en las cimas de las cumbres, pero el desnivel con la cumbre más cercana es entorno a los 1000 metros lo que imposibilita crear una conexión entre la zona de estudio con las cumbres cercanas dado que al tratarse de un parque nacional una instalación de este tipo no obtendría los permisos necesarios, además los costes de realizar una conexión de este calibre harían la instalación totalmente económicamente inviable.

En principio se había contemplado utilizar un grupo de aerogeneradores ATLAS2.0 del fabricante Tesup. La elección de este modelo está justificada porque al ser aerogeneradores de eje vertical se reduce considerablemente el ruido que generan en comparación con otros modelos del mismo rango de potencia, pero de eje horizontal. Otra ventaja de este tipo de aerogenerador es que soportan grandes rachas de viento sin necesidad de elementos de protección y además no necesitan un sistema de guiado para cambiar de dirección según venga el viento. Por estos motivos este modelo sería ideal para una instalación eólica en una zona como esta, pero al tener un recurso eólico tan pobre no sería realmente viable.

Por todo esto la energía eólica no sería una opción viable para nuestra micro-red dado que el recurso eólico es demasiado pobre en la zona y es imposible conectarse con zonas con un mejor recurso eólico.

2.5. RED DE DISTRIBUCIÓN PARA INSTALACIÓN HIDROELÉCTRICA.

2.5.1. Tipo de distribución.

A la hora de diseñar una red de distribución eléctrica se debe de garantizar la seguridad tanto de los consumidores como de la propia instalación, para ello debemos tener en cuenta los parámetros y las condiciones en las que trabajarán las distintas condiciones.

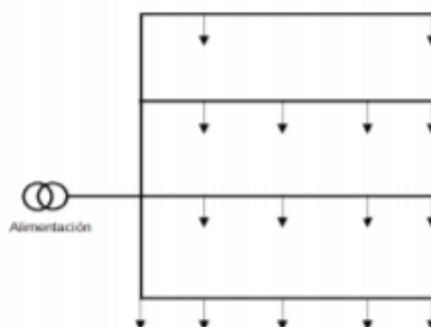
La red trabajará en todo momento a una tensión de 230 voltios y 50 hertzios que son los datos de salida de nuestros inversores.

Tabla 5: Datos salida inversores.

| Inversor | Victron Quattro 48/10000/140-100/100 |
|------------------------|--------------------------------------|
| Tensión de salida | 230 VCA +-2% |
| Frecuencia | 50 Hz +- 0.1% |
| Potencia salida (25°C) | 10 kVA |
| Potencia salida (25°C) | 8 kW |
| Eficacia máxima | 96 % |

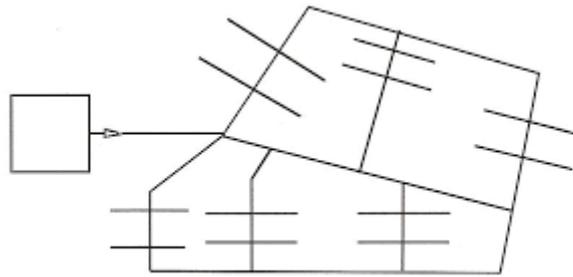
Una red de distribución en baja tensión se puede configurar como una red radial, que se alimenta desde uno de sus extremos y se distribuye en forma radial. Este tipo de red es más simple y económica pero peor a la hora de garantizar el suministro.

Figura 13: Red radial.



También se puede diseñar la red como una red mallada donde se interconectan las diferentes conexiones para así garantizar totalmente el servicio. Además, favorece las labores de mantenimiento.

Figura 14: Red mallada.



En este caso la configuración elegida será la radial, debido a que es más económica y simple de instalar. Sin embargo, se instalará un radio que salga del punto de distribución hasta cada uno de los puntos de consumos existentes ya que así se garantiza que, frente a un posible error en un punto, el resto de las viviendas seguirán disponiendo de servicio.

2.5.2. Elección de la sección del cableado.

Para la elección de la sección que debemos utilizar en nuestra red de distribución debemos atenernos al reglamento electrotécnico para baja tensión de España, REBT, puesto que trabajaremos a baja tensión (230 V) en toda la red.

En primer lugar, a la hora de elegir el tipo de cable para nuestras conexiones debemos saber cómo va a ser instalado, para la red de distribución se optará por instalar las conexiones de manera subterránea. Para instalaciones subterráneas el REBT fija que:

“Los conductores de los cables utilizados en las líneas subterráneas serán de cobre o de aluminio y estarán aislados con mezclas apropiadas de compuestos poliméricos. Estarán además debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen y tendrán la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.”

Las conexiones irán en tubos de 340 mm de diámetro enterrados en una zanja de 400 mm de ancho y 800 mm de profundidad como se puede observar en la “figura 15”. En los puntos donde se saque una conexión para viviendas o donde se produzca una curva demasiado pronunciada será necesario instalar una arqueta tipo A1 de 600 x 700 mm como la representada en la “figura 16”.

Figura 15: Zanja conexiones.

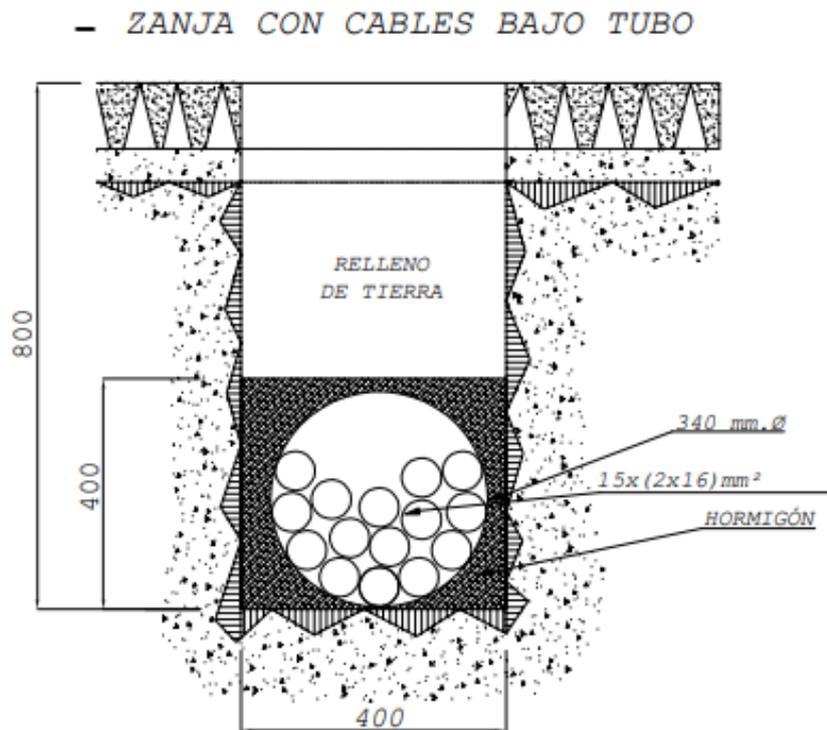
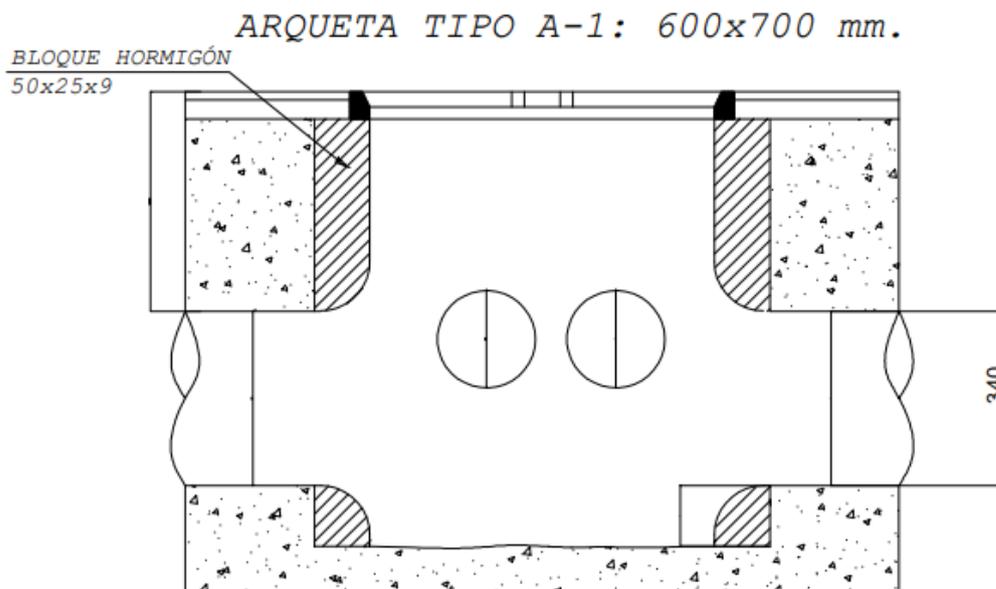


Figura 16: Arqueta A1.



Las conexiones se harán con dos conductores, fase-neutro, por lo que la sección del conductor del neutro debe ser igual a la de la fase. Las conexiones subterráneas pueden hacerse de distintos modos: directamente enterrados, mediante tubos, con galerías, con atarjeas..., en este caso se optará por hacer las conexiones directamente enterradas ya que irán varios circuitos diferentes. La zanja debe tener una profundidad de 0.8 m según el REBT ya que estará localizada en la calzada. Se optará por la utilización de cobre ya que este presenta una mayor conductividad lo que conllevará menores pérdidas en el conjunto de la red de distribución además el aislante seleccionado será el PVC ya que las temperaturas no superarán los setenta grados centígrados.

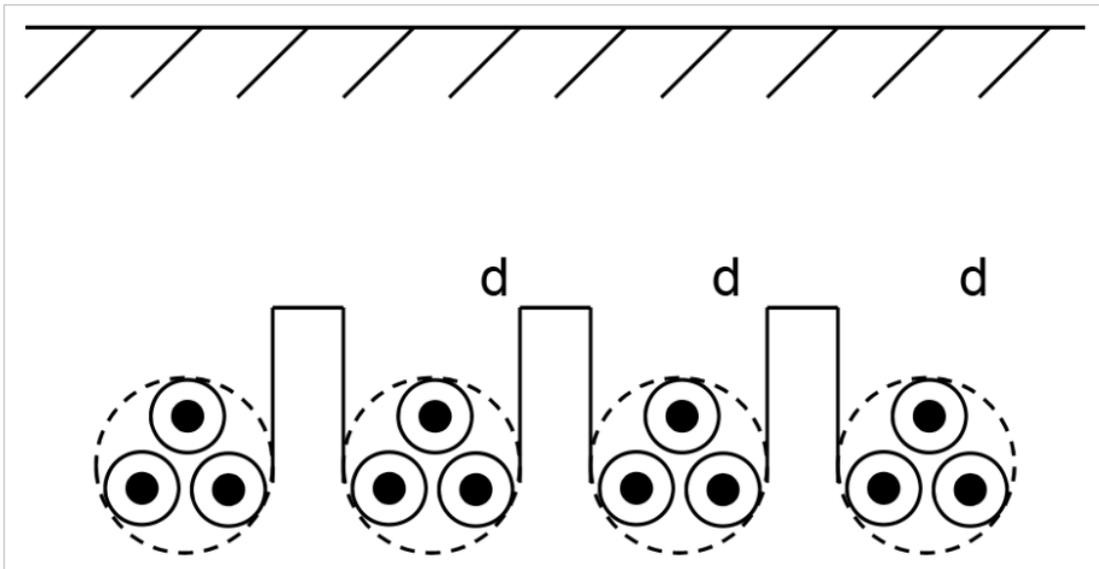
Cada una de las 15 conexiones transmitirá una potencia de 1kW que a una tensión de 230 V conducirá una intensidad de 5.43 A. Las tablas para calcular la sección realizada vienen dadas para una única terna de conductores unipolares al ir en la misma zanja hasta 5 ternas de conductores se debe aplicar un factor de corrección que se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 6: Factor de corrección para agrupación de ternas de cables unipolares.

| Factor de corrección | | | | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Separación entre los cables o ternas | Número de cables o ternas de la zanja | | | | | | | |
| | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 |
| D=0 (en contacto) | 0,80 | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,56 | 0,53 | 0,50 | 0,47 |
| d= 0,07 m | 0,85 | 0,75 | 0,68 | 0,64 | 0,6 | 0,56 | 0,53 | 0,50 |
| d= 0,10 m | 0,85 | 0,76 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,58 | 0,55 | 0,53 |
| d= 0,15 m | 0,87 | 0,77 | 0,72 | 0,68 | 0,66 | 0,62 | 0,59 | 0,57 |
| d= 0,20 m | 0,88 | 0,79 | 0,74 | 0,70 | 0,68 | 0,64 | 0,62 | 0,60 |
| d= 0,25 m | 0,89 | 0,80 | 0,76 | 0,72 | 0,70 | 0,66 | 0,64 | 0,62 |

Donde D es la distancia entre cada terna de cable unipolares.

Figura 17: Distancia terna cables unipolares.



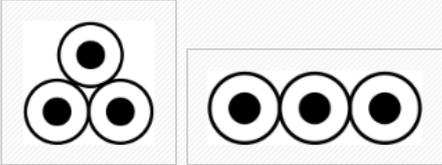
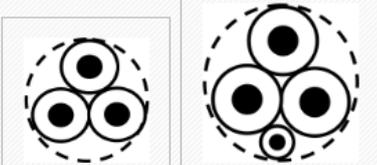
En este caso la distancia es 0, es decir estarán en contacto todos los conductores por lo que el factor de corrección será de 0.6. La tabla normalizada para calcular las intensidades máximas dada por el REBT está diseñada para una profundidad de 0.7 m por lo que se deberá ajustar la intensidad con otro factor de corrección.

Tabla 7: Factor de corrección por profundidad.

| | | | | | | | | |
|---------------------------------------|------|------|------|-----|------|------|------|------|
| Profundidad de instalación (m) | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,80 | 0,90 | 1,00 | 1,20 |
| Factor de corrección | 1,03 | 1,02 | 1,01 | 1 | 0,99 | 0,98 | 0,97 | 0,95 |

Aplicando estos dos factores de corrección la intensidad de diseño será de 9.41 A. Ahora buscamos en la tabla de las intensidades máximas para cada sección para ver cuál será la indicada para nuestra red.

Tabla 8: Intensidades máximas admisibles para conductores de cobre enterrados.

| Sección nominal mm ² | Terna de cables unipolares (1) (2) | | | 1 cable tripolar o tetrapolar (3) | | |
|------------------------------------|--|-----|-----|---|-----|-----|
| |  | | |  | | |
| | Tipo de aislamiento | | | | | |
| | XLPE | EPR | PVC | XLPE | EPR | PVC |
| 6 | 72 | 70 | 63 | 66 | 64 | 56 |
| 10 | 96 | 94 | 85 | 88 | 85 | 75 |
| 16 | 125 | 120 | 110 | 115 | 110 | 97 |
| 25 | 160 | 155 | 140 | 150 | 140 | 125 |
| 35 | 190 | 185 | 170 | 180 | 175 | 150 |
| 50 | 230 | 225 | 200 | 215 | 205 | 180 |
| 70 | 280 | 270 | 245 | 260 | 250 | 220 |
| 95 | 335 | 325 | 290 | 310 | 305 | 265 |
| 120 | 380 | 375 | 335 | 355 | 350 | 305 |
| 150 | 425 | 415 | 370 | 400 | 390 | 340 |
| 185 | 480 | 470 | 420 | 450 | 440 | 385 |
| 240 | 550 | 540 | 485 | 520 | 505 | 445 |
| 300 | 620 | 610 | 550 | 590 | 565 | 505 |

Por criterio térmico la sección será de 6 mm² o menor, ahora comprobamos la caída de tensión que se llega a producir para la línea de más longitud que será de 480 m. Para viviendas la caída de tensión debe ser igual o menor al 3%.

Tabla 9: Caídas de tensión.

| S | 6 mm² | 10 mm² | 16 mm² |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| R (Ohm) | 1.4088 | 0.8453 | 0.5283 |
| ΔU (V) | 21.21 | 12.73 | 7.95 |
| ΔU (%) | 9.13 | 5.53 | 3.46 |

La sección de fase finalmente seleccionada será de 16 mm² que cumplirá con el criterio térmico y prácticamente cumple para la conducción más desfavorable por lo que cumplirá para el resto.

2.5.3. Protecciones.

Con el fin de garantizar la seguridad tanto de la propia red como de sus usuarios es necesario instalar un conjunto de dispositivos de seguridad, estos son:

Un interruptor automático o magnetotérmico para proteger la red frente a sobrecargas o cortocircuitos, también ayudará a controlar que la potencia consumida por cada vivienda no se eleve demasiado provocando sobrecargas en la red al instalar uno a la entrada de cada vivienda. Al instalarlos de este modo deben de tener una intensidad nominal de 5,43 A que sería la intensidad que circularía con una potencia de 1kW al buscar uno normalizado encontramos, el interruptor automático 6A iDPN F Schneider 1P+N A9N21555 de una intensidad nominal de 6A.

Además, para proteger frente a posibles derivaciones o contactos se ha de instalar un interruptor diferencial que garantice la salud de los usuarios que puedan entrar en contacto con la red. Para esto la corriente de disparo del diferencial ha de ser de 30 mA y al igual que el interruptor automático ha de tener una intensidad nominal de 6A. Estos parámetros los cumple el interruptor diferencial Schneider A9D31606 clase AC iDPN N Vigi 1P+N 6A 30mA.

Finalmente, cada vivienda deberá contar con su propia toma de tierra para proteger frente a contactos directos. Esta toma de corriente será formada por picas de cobre de 2m enterrada en el terreno cercano de la vivienda.

Con estos elementos de protección se podrá garantizar la seguridad tanto de las instalaciones como de sus usuarios.

2.6. BIBLIOGRAFÍA.

Lapalmaaguas.com. 2020. *Consejo Insular De Aguas De La Palma | Consejo Insular De Aguas De La Palma*. [online] Disponible en: <https://lapalmaaguas.com/>

Visor.grafcan.es. 2021. *Idecanarias Visor 4.5.1*. [online] Available at: <https://visor.grafcan.es/visorweb/>

EU Science Hub - European Commission. 2021. *Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - EU Science Hub - European Commission*. [online] Available at: <https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

Sunearthtools.com. 2021. *Cálculo De La Posición Del Sol En El Cielo Para Cada Lugar En Cualquier Momento*. [online] Available at: https://www.sunearthtools.com/dp/tools/pos_sun.php?lang=es

Victron Energy. 2021. *Victron Energy*. [online] Available at: <https://www.victronenergy.com/>

Tecnoturbines. 2021. *Micro-Turbinas Hidráulicas Generadoras De Energía - Tecnoturbines*. [online] Available at: <https://tecnoturbines.com/>

Distribución fotovoltaica a profesionales. 2021. *Distribución Fotovoltaica A Profesionales -*. [online] Available at: <http://solemesl.com/>

Sumidelec. 2021. *Material electrico - Almacén de suministros eléctricos online*. Sumidelec. [online] Available at: <https://www.sumidelec.com>

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO. *REGLAMENTO ELECTROTÉCNICO PARA BAJA TESIÓN E ITC*.

Martínez Alzamora, F., 2014. *Formulario De Centrales Hidroeléctricas, GIE*.

PORTADA DEL PRESUPUESTO

PRESUPUESTO

1. INTRODUCCIÓN.

El siguiente presupuesto tiene la función de cuantificar el trabajo realizado y representar los costes que significarían las diferentes instalaciones. Los precios de los materiales serán orientativos pudiendo variar estos en el mercado además no se aplican los impuestos. Además no se tiene en cuenta el precio de la mano de obra en las diferentes instalaciones ya que este puede variar.

2. PRESUPUESTO HIDROELÉCTRICA.

A continuación, se presenta un presupuesto estimado del coste del diseño de la instalación hidroeléctrica.

| Artículo | Precio (€) | Cantidad | Coste (€) |
|--------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Turbina Inline HP | 2.500 | 1 | 2.500 |
| Sistema Mycro-Regen | 1.500 | 1 | 1.500 |
| Inversor Victron Quattro | 3.800 | 2 | 7.600 |
| Baterías BYD B-Box 13.8 | 7.500 | 2 | 15.000 |
| Interruptor automático | 60 | 1 | 60 |
| Total | | | 26.660 |

Este precio total sería más que asumible para una organización de 15 vecinos en el caso de que ellos quisieran correr con los gastos de la instalación para así poder explotarla libremente, otras opciones podrían ser que el ayuntamiento licitara el proyecto y dar así electricidad pública a la zona, o incluso se podría dar el caso de alguna comercializadora que se viera interesada en llevar a cabo el proyecto para así vender la electricidad a los vecinos.

3. PRESUPUESTO FOTOVOLTAICA.

A continuación, se presenta un presupuesto estimado del coste del diseño de la instalación fotovoltaica.

| Artículo | Precio (€) | Cantidad | Coste (€) |
|--------------------------|------------|----------|---------------|
| Módulo ZNshine 400 W | 180 | 30 | 5.400 |
| Inversor Symo Fronius 15 | 2.900 | 1 | 2.900 |
| Inversor Victron Quattro | 3.800 | 2 | 7.600 |
| Baterías BYD B-Box 13.8 | 7.500 | 11 | 82.500 |
| Total | | | 99.000 |

Se puede observar que el precio de las baterías es desorbitado por lo que la instalación fotovoltaica debería buscar otro tipo de almacenamiento ya que la otra opción lógica sería conectarse a la red, pero esto sería imposible. Uno de los métodos de almacenamiento más usados en la actualidad sería una instalación hidroeléctrica de bombeo, pero los gastos de esta instalación serían iguales o superiores a la instalación hidroeléctrica, por lo que tampoco sería una opción viable económicamente.

4. PRESUPUESTO RED DE DISTRIBUCIÓN.

A continuación, se presenta un presupuesto estimado del coste del diseño de la red de distribución eléctrica. Las cantidades de conexiones y zanja se darán por metros.

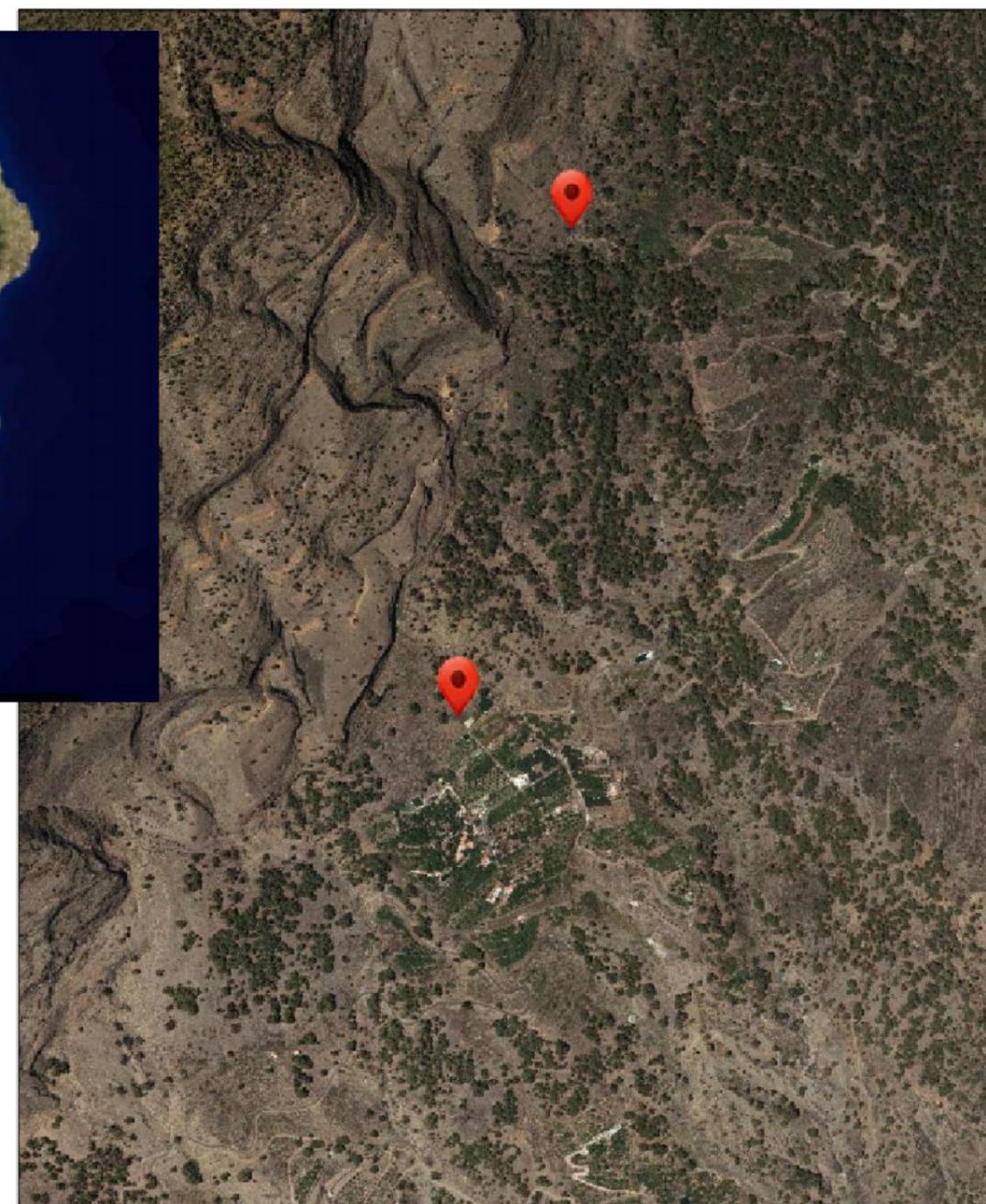
| Artículo | Precio (€) | Cantidad | Coste (€) |
|-------------------------|------------|----------|---------------|
| Cable RV-K 2X16 mm | 4 | 4000 | 16.000 |
| Zanja 0.4X0.8 m | 2 | 400 | 800 |
| Interruptor automático | 20 | 15 | 300 |
| Interruptor diferencial | 80 | 15 | 1.200 |
| Arqueta A1 600*700 m | 150 | 11 | 1.650 |
| Total | | | 19.950 |

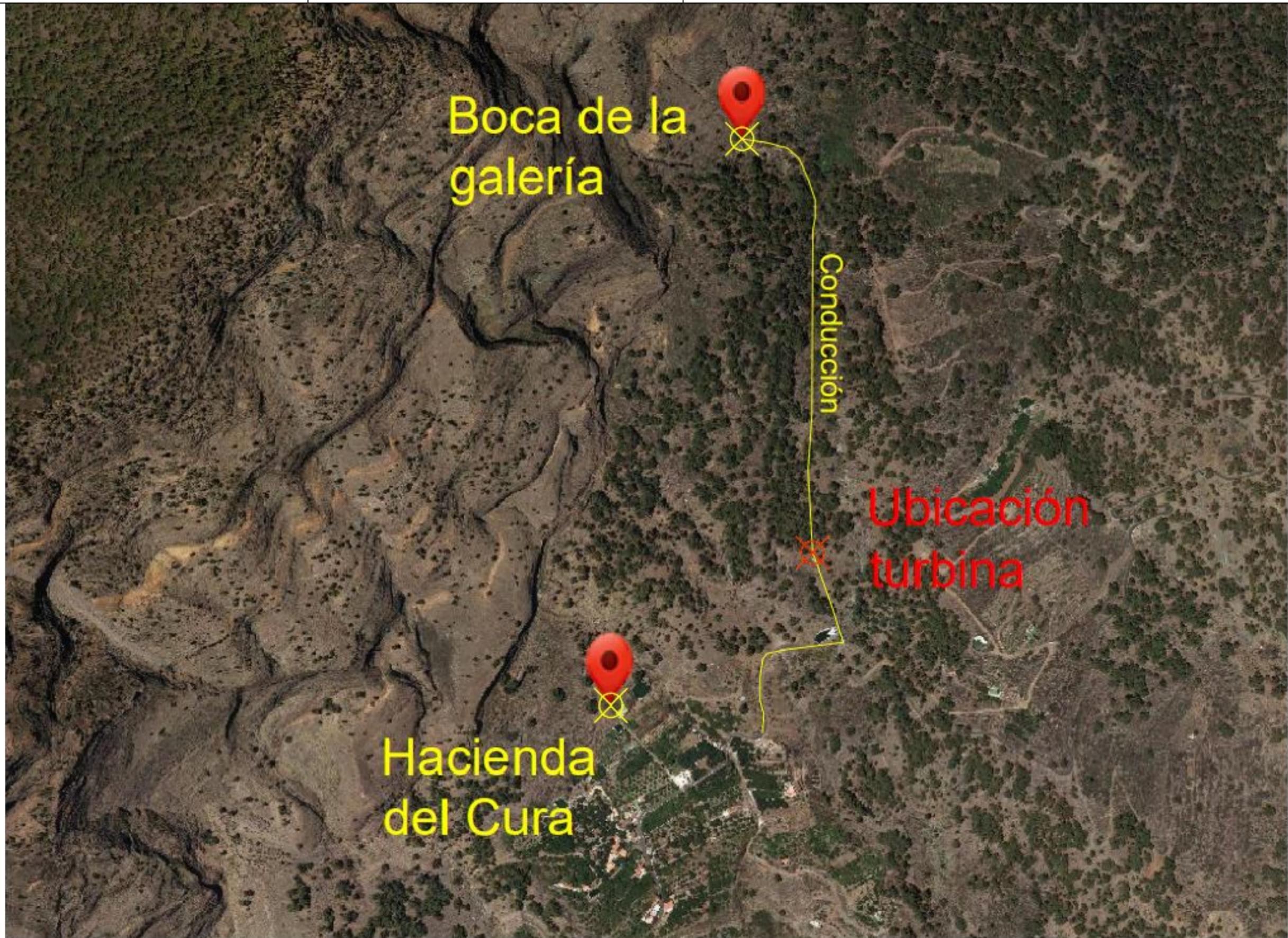
5. PRESUPUESTO DISEÑO.

Finalmente, un pequeño presupuesto que servirá para cuantificar el trabajo realizado para el diseño de todo este proyecto, el precio es totalmente orientativo, lo que se refleja en este apartado es una estimación de las horas dedicadas a la realización de este trabajo.

| Artículo | Precio (€) | Cantidad | Coste (€) |
|---------------------------------------|-------------------|-----------------|------------------|
| Horas Estudio necesidades energéticas | 15 | 16 | 240 |
| Horas diseño hidroeléctrico | 15 | 50 | 750 |
| Horas diseño fotovoltaico | 15 | 50 | 750 |
| Horas diseño red de distribución | 15 | 30 | 450 |
| Horas realización de planos | 15 | 40 | 600 |
| Total | | 186 | 2190 |

PORTADA DE PLANOS.

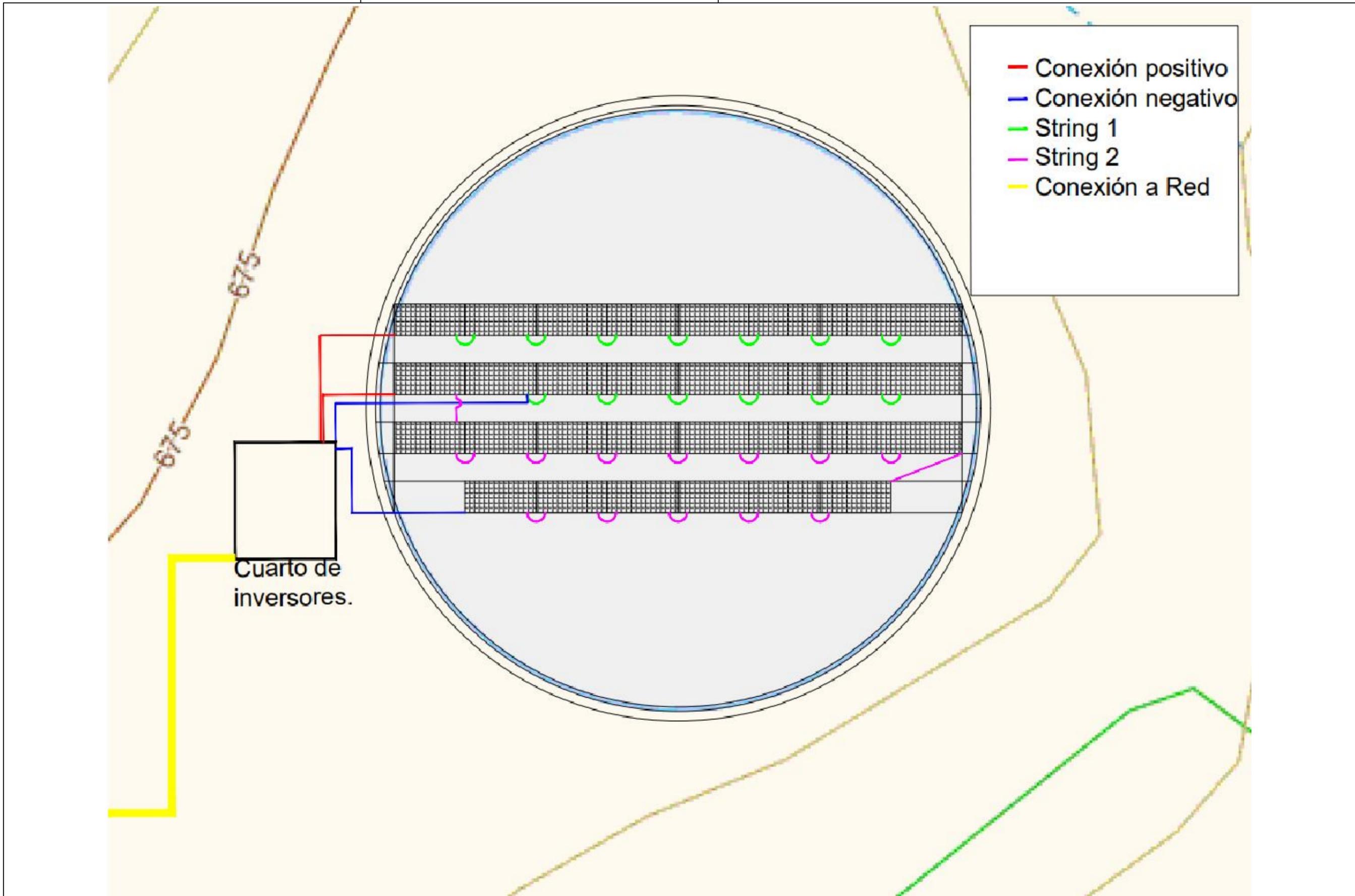


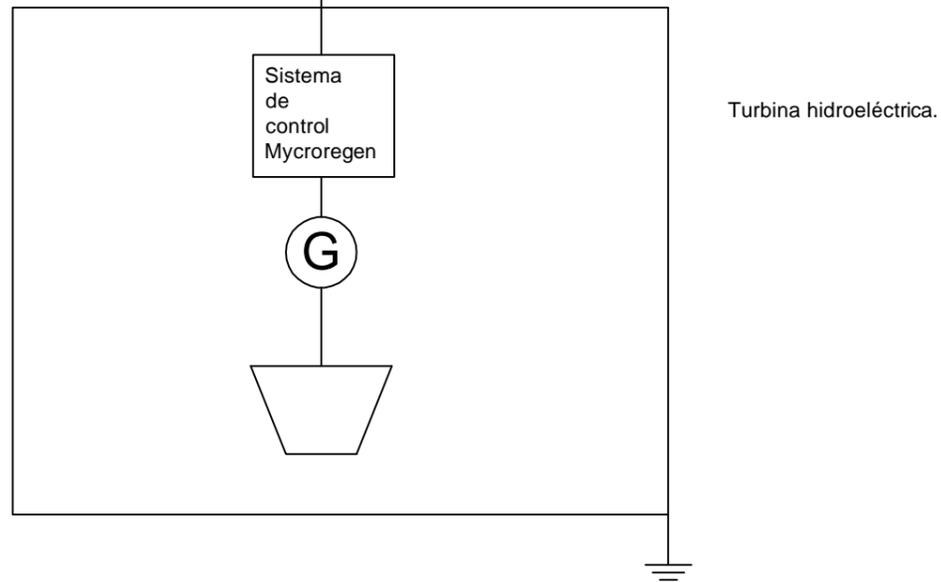
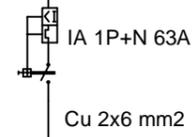
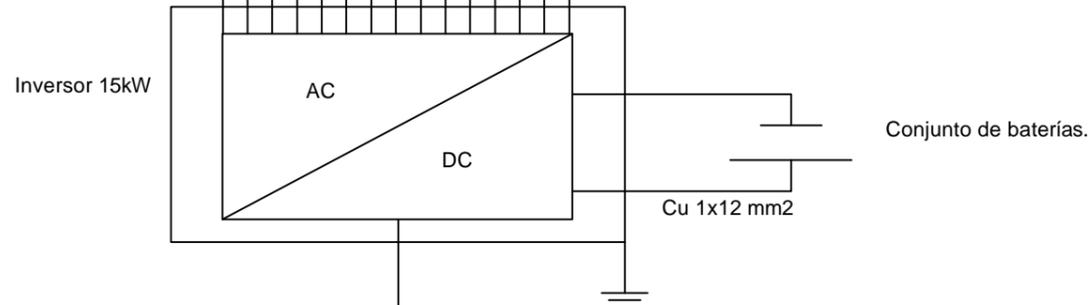
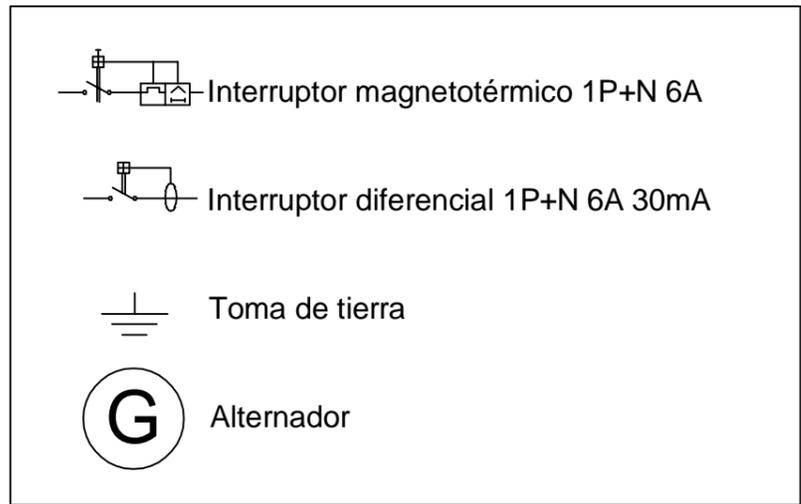
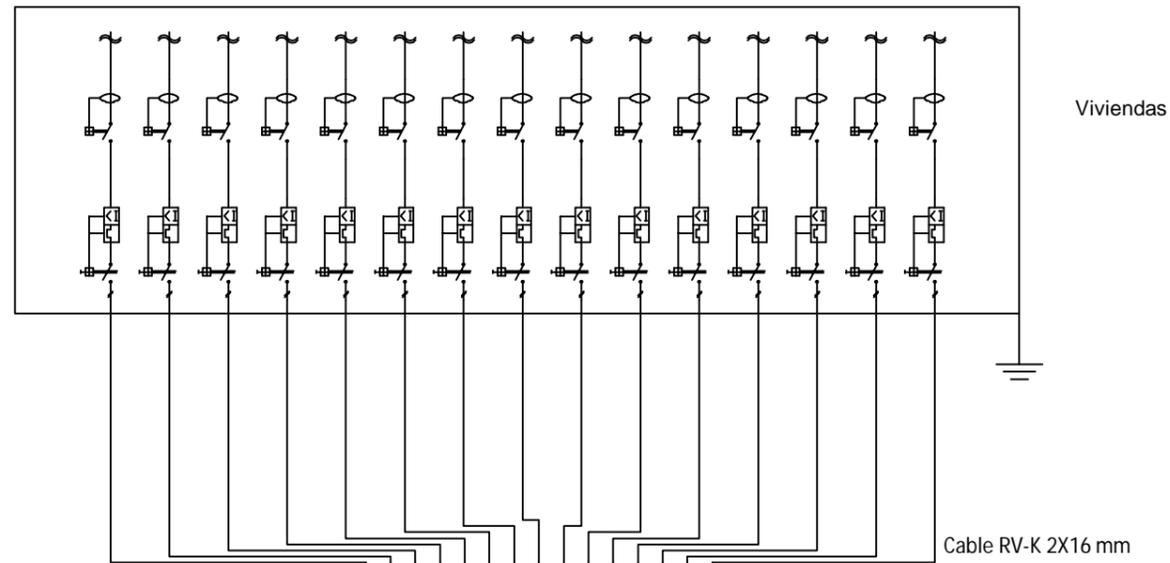


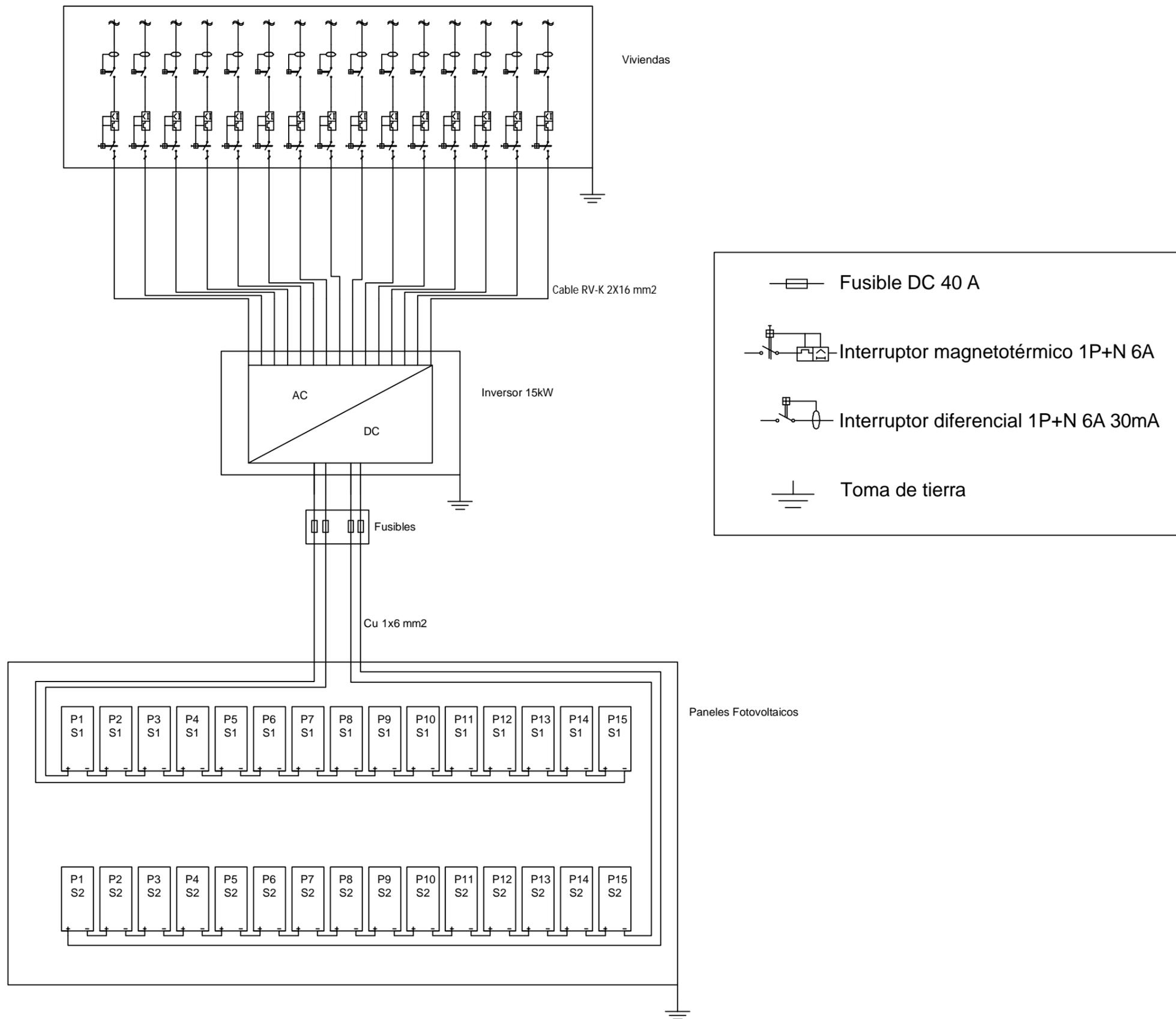
LEYENDA

- T Turbina hidroeléctrica.
- MR Sistema Mycro-Regen.
- Inv Inversores.
- Bat Conjunto de baterías.
- ▢ Cuadro general.











PORTADA DE ANEXOS.

Turbinas conectadas a red

Especificaciones Técnicas | MICRO REGEN Y HYDRO REGEN



TECNOTURBINES
POWERING WATER

SISTEMA MICRO REGEN



COMBINABLE CON

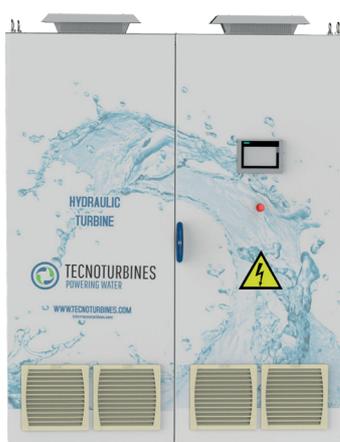
TURBINA INLINE



TURBINA INLINE HP



SISTEMA HYDRO REGEN



COMBINABLE CON

TURBINA INLINE



TURBINA INLINE R



TURBINA INLINE HP



Especificaciones eléctricas

| SISTEMA DE CONTROL | MICRO REGEN | HYDRO REGEN |
|--|--|--|
| GENERADOR ELÉCTRICO | | |
| TIPO | 3 fases, síncrono de imanes permanentes, IEC TEFC | 3 fases, asíncrono de jaula de ardilla, IEC TEFC |
| VOLTAJE DE SALIDA [VAC] | 160 a 272 | 400 |
| AISLAMIENTO ELÉCTRICO | Clase F (155) | |
| EFICIENCIA | IE4 | IE2 o IE3 (según modelo) |
| IP | IP55 | |
| CONEXIÓN A RED | | |
| RANGO DE TENSIÓN DE LA RED [VAC] | 180 a 264 (1 fase) 320 a 480 (3 fases) | 380 a 480 (3 fases) 500 a 690 (3 fases) dependiendo de la potencia |
| RANGO DE FRECUENCIA DE LA RED [HZ] | 50±3 o 60±3 | 47 a 63 |
| POTENCIA DE SALIDA [kW] | 2 a 25 (según modelo) | 25 a 900 (según modelo) |
| COS ϕ | 0.9 -1 | 1 |
| PROTECCIONES | | |
| PROTECCIONES ESTÁNDAR | Sobretensión, sobrecorriente, cortocircuito y embalamiento. | |
| PROTECCIONES DE CONEXIÓN A RED ⁽²⁾ | Anti-isla, huecos de tensión, tiempo seguro de reconexión, límites de voltaje, límites de frecuencia y otras configurables de acuerdo con la normativa local vigente de cada país. | |
| CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO DEL CUADRO DE CONTROL | | |
| TEMPERATURA DE TRABAJO / TEMPERATURA DE REFRIGERACIÓN | -20 a +60°C (máximo recomendado 45°C) | -10 a 55°C (máximo recomendado 40°C) |
| HUMEDAD | 10 a 90% sin condensación | 10 a 90% sin condensación |
| ALTITUD [m] | 2000 sin perder prestaciones | 1000 sin perder prestaciones |
| IP CUADRO DE CONTROL | IP65 | IP33 (opcional IP54) |

(2) Programadas en fábrica para cumplir con el código de conexión a red vigente en cada país.



SISTEMA MICRO REGEN



SISTEMA MICRO REGEN

Especificaciones de la turbina

| TIPO DE TURBINA | INLINE | INLINE R | INLINE HP |
|-----------------------------|-------------------------|------------|-------------------------|
| SISTEMA DE CONTROL ASOCIADO | Microregen o Hydroregen | Hydroregen | Microregen o Hydroregen |

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

| | | | |
|---|---|--------------|---|
| DISEÑO | Acoplamiento directo en línea con la conducción existente | | |
| MONTAJE | Eje vertical u horizontal | Eje vertical | Eje vertical u horizontal |
| ACOPLAMIENTO | Bridas según EN1092-2 | | Bridas según EN 1092-2 ó rosca según EN ISO 228-1 |
| DIÁMETROS DE ENTRADA/SALIDA mm (SEGÚN MODELO) | 32 a 200 | 150 a 350 | 25 a 125 |
| ESTANQUEIDAD | Cierre mecánico | | |
| TIPO DE COJINETE | Rodamiento estándar de bolas | | |
| FLUIDOS TURBINABLES | Agua potable, agua de riego, agua bruta de río, agua caliente sanitaria y agua de refrigeración | | |

MATERIALES

| | | |
|------------------|---|---------------------|
| CUERPO PRINCIPAL | Fundición gris | Acero inox AISI 304 |
| RODETE | Fundición gris, bronce o acero inoxidable | Acero inox AISI 304 |
| EJE | Acero templado | Acero inox AISI 304 |
| ACOPLE GENERADOR | Fundición gris | Fundición gris |
| JUNTAS | DPAF, libre de asbestos | EPDM |

CONDICIONES DE FUNCIONAMIENTO (Según modelo)

| | | | |
|---------------------------|-------------|------------------|----------------------|
| SALTO DE PRESIÓN [m] | 10 a 198 | 10 a 135 | 25 a 400 |
| CAUDAL [litros / segundo] | 8 a 150 | 105 a 510 | 1 a 45 |
| PRESIÓN MÁXIMA [bar] | 16 | 16 (opcional 25) | 16 a 40 según modelo |
| VELOCIDAD NOMINAL [RPM] | 1500 o 3000 | 1000 a 1500 | 1500 o 3000 |
| TEMPERATURA FLUIDO [°C] | -30 a 140 | | -20 a 140 |
| EFICIENCIA GLOBAL [%] | 50 a 75 | 70 a 78 | 45 a 68 |



TURBINA INLINE

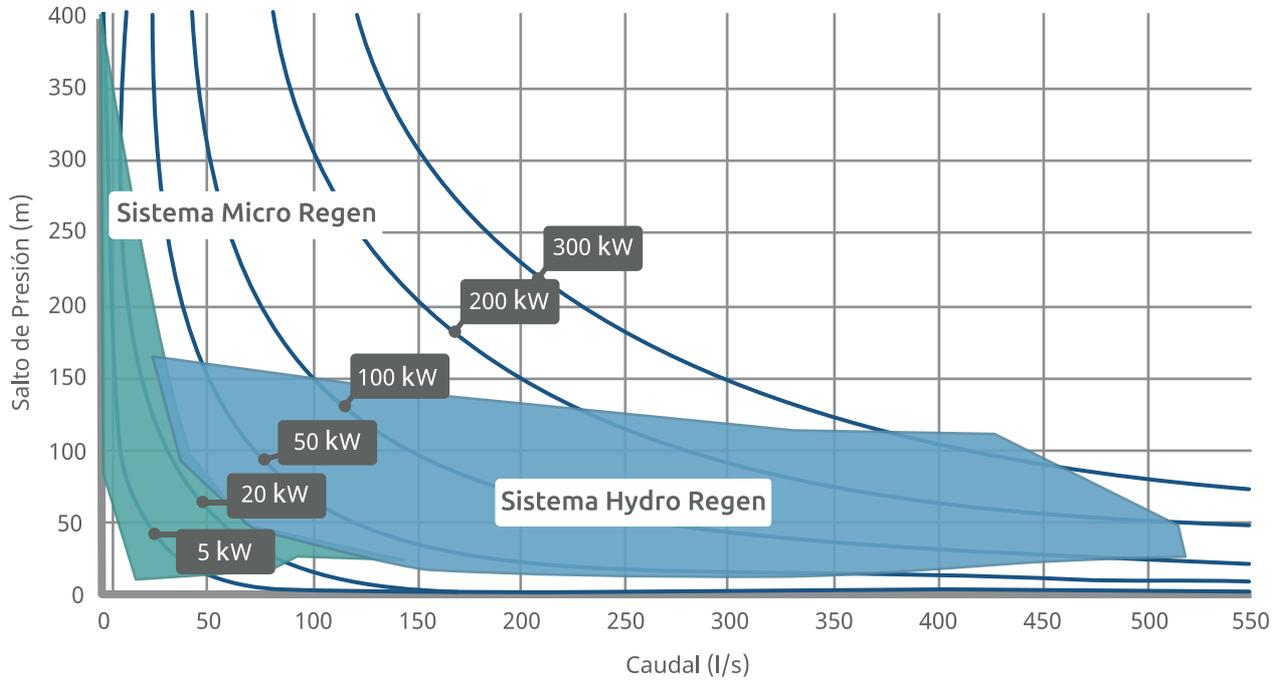


INLINE R

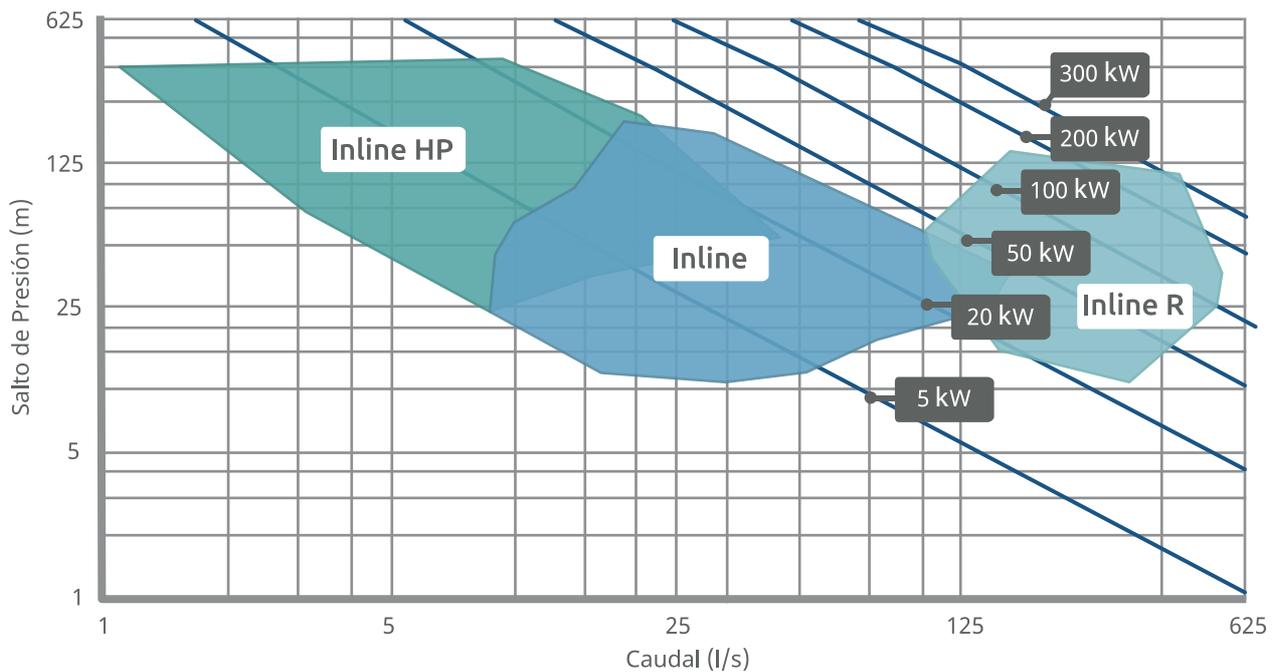


TURBINA INLINE HP

Rango de Operación Sistema de Control



Rango de Operación Turbinas



Inversor/cargador Quattro

3kVA - 15kVA

compatible con baterías de Litio-Ion

www.victronenergy.com



Quattro
48/5000/70-100/100



Quattro
48/15000/200-100/100

Dos entradas CA con conmutador de transferencia integrado

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

Dos salidas CA

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

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

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo

Hasta 6 unidades Quattro pueden funcionar en paralelo. Seis unidades 48/10000/140, por ejemplo, darán una potencia de salida de 48kW / 60kVA y una capacidad de carga de 840 amperios.

Capacidad de funcionamiento trifásico

Se pueden configurar tres unidades para salida trifásica. Pero eso no es todo: hasta 6 grupos de tres unidades pueden conectarse en paralelo para lograr una potencia del inversor de 144 kW/180 kVA y más de 2500 A de capacidad de carga.

PowerControl - En caso de potencia limitada del generador, de la toma de puerto o de la red

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

PowerAssist – Refuerzo de la potencia del generador o de la toma de puerto

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

Energía solar: Potencia CA disponible incluso durante un apagón

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

Hay disponible software de detección de falta de suministro.

Configuración del sistema

- En el caso de una aplicación autónoma, si ha de cambiarse la configuración, se puede hacer en cuestión de minutos mediante un procedimiento de configuración de los conmutadores DIP.
- Las aplicaciones en paralelo o trifásicas pueden configurarse con el software VE.Bus Quick Configure y VE.Bus System Configurator.
- Las aplicaciones no conectadas a la red, que interactúan con la red y de autoconsumo que impliquen inversores conectados a la red y/o cargadores solares MPPT pueden configurarse con Asistentes (software específico para aplicaciones concretas).

Seguimiento y control in situ

Hay varias opciones disponibles: Monitor de baterías, panel Multi Control, Color Control GX y otros dispositivos, smartphone o tableta (Bluetooth Smart), portátil u ordenador (USB o RS232).

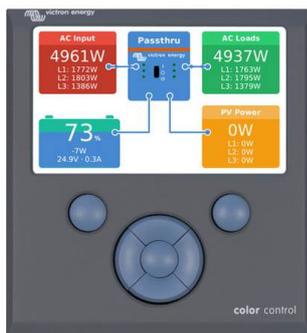
Seguimiento y control a distancia

Color Control GX y otros dispositivos.

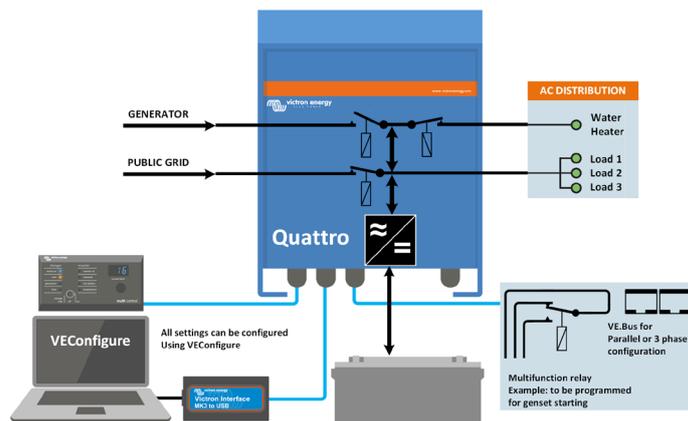
Los datos se pueden almacenar y mostrar gratuitamente en la web VRM (Victron Remote Management).

Configuración a distancia

Se puede acceder a los datos y cambiar los ajustes de los sistemas con Color Control GX y otros dispositivos si está conectado a Ethernet.



Color Control GX con una aplicación FV



| Quattro | 12/3000/120-50/50 24/3000/70-50/50 | 12/5000/220-100/100 24/5000/120-100/100 48/5000/70-100/100 | 24/8000/200-100/100 48/8000/110-100/100 | 48/10000/140-100/100 | 48/15000/200-100/100 |
|--|--|--|--|----------------------|----------------------|
| PowerControl / PowerAssist | Sí | | | | |
| Conmutador de transferencia integrado | Sí | | | | |
| 2 entradas CA | Rango de tensión de entrada: 187-265 VCA Frecuencia de entrada: 45 – 65 Hz Factor de potencia: 1 | | | | |
| Corriente máxima de alimentación (A) | 2x 50 | 2x100 | 2x100 | 2x100 | 2x100 |
| INVERSOR | | | | | |
| Rango de tensión de entrada (VCC) | 9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V | | | | |
| Salida (1) | Tensión de salida: 230 VCA ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% | | | | |
| Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3) | 3000 | 5000 | 8000 | 10000 | 15000 |
| Potencia cont. de salida a 25°C (W) | 2400 | 4000 | 6500 | 8000 | 12000 |
| Potencia cont. de salida a 40°C (W) | 2200 | 3700 | 5500 | 6500 | 10000 |
| Potencia cont. de salida a 65° C (W) | 1700 | 3000 | 3600 | 4500 | 7000 |
| Pico de potencia (W) | 6000 | 10000 | 16000 | 20000 | 25000 |
| Eficacia máxima (%) | 93 / 94 | 94 / 94 / 95 | 94 / 96 | 96 | 96 |
| Consumo en vacío (W) | 20 / 20 | 30 / 30 / 35 | 60 / 60 | 60 | 110 |
| Consumo en vacío en modo de ahorro (W) | 15 / 15 | 20 / 25 / 30 | 40 / 40 | 40 | 75 |
| Consumo en vacío en modo de búsqueda (W) | 8 / 10 | 10 / 10 / 15 | 15 / 15 | 15 | 20 |
| CARGADOR | | | | | |
| Tensión de carga de 'absorción' (VCC) | 14,4 / 28,8 | 14,4 / 28,8 / 57,6 | 28,8 / 57,6 | 57,6 | 57,6 |
| Tensión de carga de "flotación" (VCC) | 13,8 / 27,6 | 13,8 / 27,6 / 55,2 | 27,6 / 55,2 | 55,2 | 55,2 |
| Modo de almacenamiento (VCC) | 13,2 / 26,4 | 13,2 / 26,4 / 52,8 | 26,4 / 52,8 | 52,8 | 52,8 |
| Corriente de carga de la batería auxiliar (A) (4) | 120 / 70 | 220 / 120 / 70 | 200 / 110 | 140 | 200 |
| Corriente de carga batería arranque (A) | 4 (solo modelos de 12 y 24V) | | | | |
| Sensor de temperatura de la batería | Sí | | | | |
| GENERAL | | | | | |
| Salida auxiliar (A) (5) | 25 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| Relé programable (6) | 3x | 3x | 3x | 3x | 3x |
| Protección (2) | a - g | | | | |
| Puerto de comunicación VE.Bus | Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema | | | | |
| Puerto de comunicaciones de uso general | 2x | 2x | 2x | 2x | 2x |
| On/Off remoto | Sí | | | | |
| Características comunes | Temp. de trabajo: -40 a +65 °C Humedad (sin condensación): máx. 95% | | | | |
| CARCASA | | | | | |
| Características comunes | Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Grado de protección IP 21 | | | | |
| Conexión a la batería | Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas) | | | | |
| Conexión 230 V CA | Bornes de tornillo de 13 mm. ² (6 AWG) | Pernos M6 | Pernos M6 | Pernos M6 | Pernos M6 |
| Peso (kg) | 19 | 34 / 30 / 30 | 45 / 41 | 51 | 72 |
| Dimensiones (al x an x p en mm.) | 362 x 258 x 218 | 470 x 350 x 280 | 470 x 350 x 280 | 470 x 350 x 280 | 572 x 488 x 344 |
| | | 444 x 328 x 240 | | | |
| NORMATIVAS | | | | | |
| Seguridad | EN-IEC 60335-1, EN-IEC 60335-2-29, EN-IEC 62109-1 | | | | |
| Emissiones, Inmunidad | EN 55014-1, EN 55014-2, EN-IEC 61000-3-2, EN-IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3 | | | | |
| Vehículos de carretera | Modelos de 12 y 24V: ECE R10-4 | | | | |
| Antiisla | Visite nuestra página web | | | | |
| 1) Puede ajustarse a 60 Hz; 120 V 60 Hz si se solicita | 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 4) A 25 ° C de temperatura ambiente 5) Se desconecta sin hay fuente CA externa disponible 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, como función de alarma general, subtensión CC o arranque del generador Capacidad nominal CA 230 V/4 A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35 VCC, 1 A hasta 60 VCC | | | | |
| 2) Claves de protección: | | | | | |
| a) cortocircuito de salida | | | | | |
| b) sobrecarga | | | | | |
| c) tensión de la batería demasiado alta | | | | | |
| d) tensión de la batería demasiado baja | | | | | |
| e) temperatura demasiado alta | | | | | |
| f) 230 VCA en la salida del inversor | | | | | |
| g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta | | | | | |

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:



Panel Digital Multi Control

Una solución práctica y de bajo coste para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Color Control GX y otros dispositivos

Monitorear y controlar, de forma local e remota, no [Portal VRM](#).

Interfaz MK3-USB VE.Bus a USB

Se conecta a un puerto USB (ver [Guía para el VEConfigure™](#))

Interfaz VE.Bus a NMEA 2000

Liga o dispositivo a una red electrónica marina NMEA2000. Consulte o [guía de integración NMEA2000 e MFD](#)



Monitor de baterías BMV-712 Smart

Utilice un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth para:

- personalizar los ajustes,
- consultar todos los datos importantes en una sola pantalla,
- ver los datos del historial y actualizar el *software* conforme se vayan añadiendo nuevas funciones.



Mochila VE.Bus Smart
Mide la tensión y la temperatura de la batería y permite monitorizar y controlar Multis y Quattros con un *smartphone* u otro dispositivo con Bluetooth.



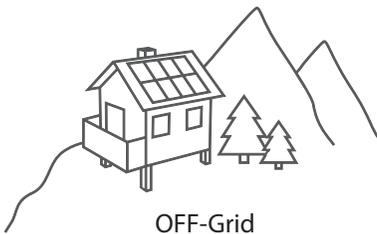


B-Box 13.8



The battery for all applications

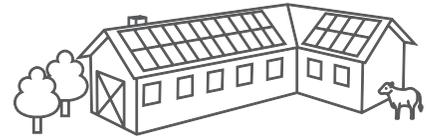
- From 13.8 to 442 kWh
- 1 and 3 phase systems
- Maximum security, cycle-stability and power
- Emergency-backup through high discharge power
- Upgrade anytime



OFF-Grid

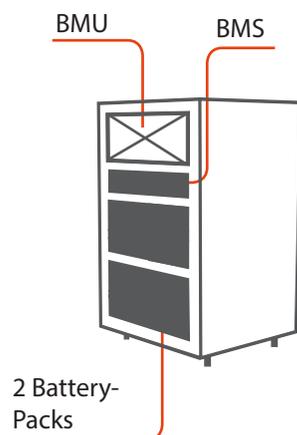


Self-consumption optimization



Commercial applications

B-Box 13.8



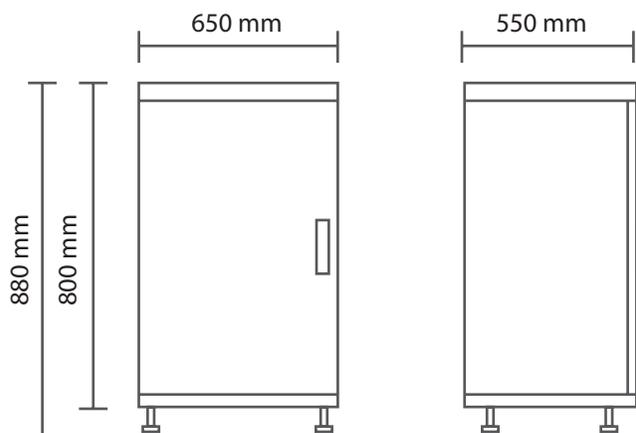
The BYD B-Box is a lithium iron phosphate (LiFePO₄) battery unit with battery management system (BMS) for usage with an external inverter. Thanks to its control and communication port (BMU), the B-Box grows with its requirements. Start with B-Box 13.8 (13.8 kWh usable) and extend anytime to 442 kWh using parallel interconnection of up to 32 devices.

- Flexible combination of capacity by parallel interconnection of several systems

Lithium iron phosphate

- Lithium iron phosphate (LiFePO₄) batteries cannot oxidize and are therefore extremely safe. This assures, that even in a fire or another external violence, the battery will not be a source of danger.
- Environment-friendly
- Particularly high battery power with very long life-time
- Proven and tested in electric vehicles and energy storage applications worldwide

Dimensions



Technical parameters



B-Box 13.8

| | |
|----------------------------------|--|
| Battery type | Lithium iron phosphate (LiFePO ₄) |
| Battery configuration | B-PLUS 13.8 (13.8 kWh) |
| Usable capacity ¹ | 13.8 kWh |
| Max output power | 12.8 kW |
| Peak output power, 60 sec | 13.3 kW |
| Nominal voltage | 51.2 V _{DC} |
| Voltage range | 43.2 - 56.4 V |
| Ambient temperature ² | -10 °C to +50 °C |
| Interfaces | RS485/CAN |
| Round trip energy efficiency | ≥ 95.3 % |
| Warranty | 10 years |
| Certifications and standards | UL1642 for cell, EMC (EN 61 000 chapter 4.2, 4.3, 4.5, 4.6; EN55022), dangerous goods (UN3480, UN38.3) |
| IP protection class | IP20 |
| Dimensions (W/D/H) | 650 x 550 x 880 mm |
| Weight | 175 kg |
| Compatible inverters | SMA / Goodwe / Solax / Victron, more brands to be announced |
| Scalable | Extend anytime / up to 32 systems parallel / 441.6 kWh |

[1] Test Conditions: 100% DOD, 0.5C discharge @+25°C

[2] -10°C to 10°C will be derating

BYD
BYD Company Limited
www.byd.com/energy
E-Mail: bydbbox@byd.com

BYD B-BOX EU Service Partner
EFT-Systems GmbH
www.eft-systems.de
info@eft-systems.de

Your energy storage expert:

ZXM6-HLD144 Series

Znshinesolar 5BB **HALF-CELL** Light-Weight Double Glass Mono PV Module



Mono Poly Solutions

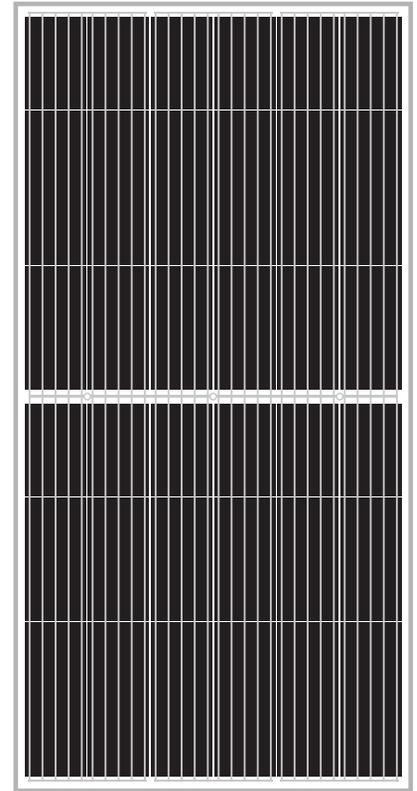
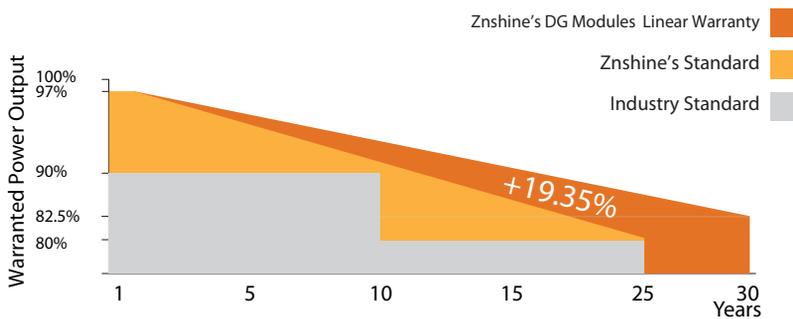
385W | 390W | 395W | 400W | 405W | 410W

Made with selected materials and components to grant quality, duration, efficiency and through outputs, the ZXM6-HLD144 double glass modules by ZNSHINE SOLAR feature have both decorative and shading functions. They represent the perfect choice for BIPV and BAPV construction applications. This allows you to produce clean energy while reducing your energy bill.

ZNSHINE SOLAR' S ZXM6-HLD144 double glass solar modules are tested and approved by international acknowledged laboratories, so that we can offer our customers a reliable and price-quality optimized product.

12 years product warranty/30 years output warranty

0.5% Annual Degradation over 30 years



Half Cell Technology

In comparison with common double glass modules, our modules are extremely robust and superior air tightness



High Efficiency

Graphene coating can increase about 2W of the module efficiency by rising around 0.5% of the light transmission



Anti PID

Limited power degradation of ZXM6-HLD144 module caused by PID effect is guaranteed under strict testing condition for mass production



Better Weak Illumination Response

Lower temperature coefficient and wide spectral response, higher power output, even under low-light settings



Easy to install

The module is very light in weight so the installation is easier and transport costs are lower



Customerization—Graphene Coating

Graphene coating modules can increase power generation and self-cleaning, also can save maintainance cost



ZNShine PV-Tech Co., LTD, founded in 1988, is a world-leading high-performance PV module manufacturer, PV power station developer, EPC and power station operator. With its state-of-the-art production lines, the company boasts module output of 5GW. Bloomberg has listed ZNShine as a global Tier 1 PV manufacturer and Top 4 reliable PV supplier.

ZXM6-HLD144 Series

Znshinesolar 5BB **HALF-CELL** Light-Weight Double Glass Mono PV Module



ELECTRICAL PROPERTIES | STC*

| Module Type | ZXM6-HLD144 -385/M | ZXM6-HLD144 -390/M | ZXM6-HLD144 -395/M | ZXM6-HLD144 -400/M | ZXM6-HLD144 -405/M | ZXM6-HLD144 -410/M |
|--------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Nominal Power Watt Pmax(W) | 385 | 390 | 395 | 400 | 405 | 410 |
| Power Output Tolerance Pmax(%) | 0~+3 | 0~+3 | 0~+3 | 0~+3 | 0~+3 | 0~+3 |
| Maximum Power Voltage Vmp(V) | 40.4 | 40.6 | 40.8 | 41.0 | 41.2 | 41.4 |
| Maximum Power Current Imp(A) | 9.53 | 9.61 | 9.69 | 9.76 | 9.84 | 9.91 |
| Open Circuit Voltage Voc(V) | 48.5 | 48.7 | 48.9 | 49.1 | 49.3 | 49.5 |
| Short Circuit Current Isc(A) | 10.08 | 10.14 | 10.21 | 10.27 | 10.33 | 10.39 |
| Module Efficiency (%) | 18.98 | 19.23 | 19.48 | 19.72 | 19.97 | 20.22 |

*STC (Standard Test Condition): Irradiance 1000W/m², Module Temperature 25°C, AM 1.5
*The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing

ELECTRICAL PROPERTIES | NMOT*

| | | | | | | |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Maximum Power Pmax(Wp) | 282.4 | 286.3 | 290.3 | 293.9 | 298.0 | 301.7 |
| Maximum Power Voltage Vmpp(V) | 37.3 | 37.5 | 37.8 | 38.0 | 38.2 | 38.4 |
| Maximum Power Current Impp(A) | 7.57 | 7.63 | 7.69 | 7.74 | 7.79 | 7.85 |
| Open Circuit Voltage Voc(V) | 44.9 | 45.1 | 45.3 | 45.4 | 45.6 | 45.8 |
| Short Circuit Current Isc(A) | 8.14 | 8.19 | 8.25 | 8.30 | 8.34 | 8.39 |

*NMOT(Nominal module operating temperature):Irradiance 800W/m²,Ambient Temperature 20°C,AM 1.5,Wind Speed 1m/s
*The data above is for reference only and the actual data is in accordance with the practical testing

TEMPERATURE RATINGS

| | |
|---------------------------------|-----------|
| NMOT | 45°C ±2°C |
| Temperature coefficient of Pmax | -0.37%/°C |
| Temperature coefficient of Voc | -0.29%/°C |
| Temperature coefficient of Isc | 0.05%/°C |

WORKING CONDITIONS

| | |
|-------------------------|-------------------|
| Maximum system voltage | 1500 V DC |
| Operating temperature | -40°C~+85°C |
| Maximum series fuse | 20 A |
| Maximum load(snow/wind) | 5400 Pa / 2400 Pa |

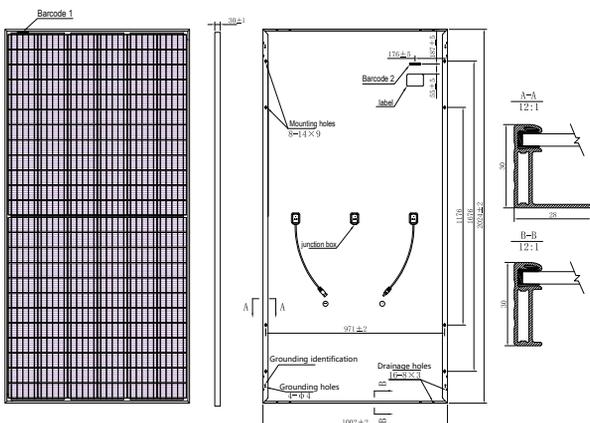
MECHANICAL DATA

| | |
|-------------------|-------------------------------------|
| Solar cells | Mono 158.75*79.375mm |
| Cells orientation | 144 (6×24) |
| Module dimension | 2024×1002×30 mm(With Frame) |
| Weight | 26.5 kg |
| Glass | 2.0mm+2.0mm heat strengthened glass |
| Junction box | IP 68, 3 diodes |
| Cables | 4 mm ² ,350 mm |
| Connectors | MC4-compatible |

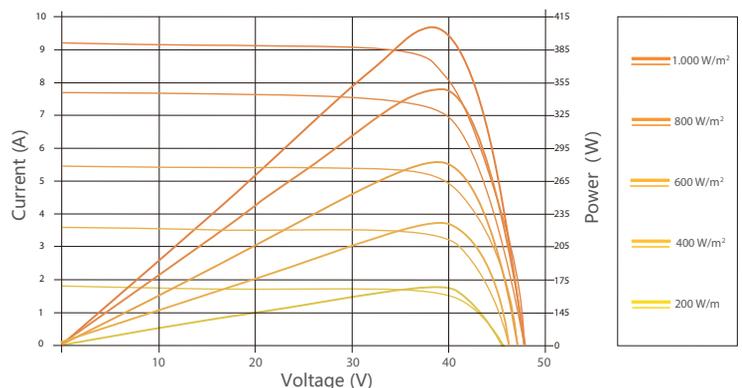
PACKAGING INFORMATION

| | |
|-----------------|--------|
| Packing Type | 40' HQ |
| Piece/Box | 36 |
| Piece/Container | 792 |

DIMENSION OF THE PV MODULE (mm)



I-V CURVES OF THE PV MODULE



FRONIUS SYMO

/ Máxima flexibilidad para las aplicaciones del futuro

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

/ Inyección cero



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

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

| DATOS DE ENTRADA | SYMO 3.0-3-S | SYMO 3.7-3-S | SYMO 4.5-3-S | SYMO 3.0-3-M | SYMO 3.7-3-M | SYMO 4.5-3-M |
|--|--|--------------|--------------|--|--------------|--------------|
| Máxima corriente de entrada ($I_{dc \text{ máx. } 1} / I_{dc \text{ máx. } 2}^{1)}$ | | | | 16 A / 16 A | | |
| Máx. corriente de cortocircuito por serie FV ($MPP_1/MPP_2^{1)}$) | | | | 24 A / 24 A | | |
| Mínima tensión de entrada ($U_{dc \text{ mín.}}$) | | | | 150 V | | |
| Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc \text{ arranque}}$) | | | | 200 V | | |
| Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$) | | | | 595 V | | |
| Máxima tensión de entrada ($U_{dc \text{ máx.}}$) | | | | 1.000 V | | |
| Rango de tensión MPP ($U_{mpp \text{ mín.}} - U_{mpp \text{ máx.}}$) | 200 - 800 V | 250 - 800 V | 300 - 800 V | | 150 - 800 V | |
| Número de seguidores MPP | | 1 | | | 2 | |
| Número de entradas CC | | 3 | | | 2+2 | |
| Máxima salida del generador FV ($P_{dc \text{ máx.}}$) | 6,0kW pico | 7,4kW pico | 9,0kW pico | 6,0kW pico | 7,4kW pico | 9,0kW pico |
| DATOS DE SALIDA | SYMO 3.0-3-S | SYMO 3.7-3-S | SYMO 4.5-3-S | SYMO 3.0-3-M | SYMO 3.7-3-M | SYMO 4.5-3-M |
| Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$) | 3.000 W | 3.700 W | 4.500 W | 3.000 W | 3.700 W | 4.500 W |
| Máxima potencia de salida | 3.000 VA | 3.700 VA | 4.500 VA | 3.000 VA | 3.700 VA | 4.500 VA |
| Máxima corriente de salida ($I_{ac \text{ máx.}}$) | 4,3 A | 5,3 A | 6,5 A | 4,3 A | 5,3 A | 6,5 A |
| Acoplamiento a la red (rango de tensión) | 3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %) | | | | | |
| Frecuencia (rango de frecuencia) | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz) | | | | | |
| Coefficiente de distorsión no lineal | < 3 % | | | | | |
| Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,r}$) | 0,70 - 1 ind. / cap. | | | 0,85 - 1 ind. / cap. | | |
| DATOS GENERALES | SYMO 3.0-3-S | SYMO 3.7-3-S | SYMO 4.5-3-S | SYMO 3.0-3-M | SYMO 3.7-3-M | SYMO 4.5-3-M |
| Dimensiones (altura x anchura x profundidad) | 645 x 431 x 204 mm | | | | | |
| Peso | 16,0 kg | | | 19,9 kg | | |
| Tipo de protección | IP 65 | | | | | |
| Clase de protección | 1 | | | | | |
| Categoría de sobretensión (CC/ CA) ²⁾ | 2/ 3 | | | | | |
| Consumo nocturno | < 1 W | | | | | |
| Concepto de inversor | Sin Transformador | | | | | |
| Refrigeración | Refrigeración de aire regulada | | | | | |
| Instalación | Instalación interior y exterior | | | | | |
| Margen de temperatura ambiente | -25 - +60 °C | | | | | |
| Humedad de aire admisible | 0 - 100 % | | | | | |
| Máxima altitud | 2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones) | | | | | |
| Tecnología de conexión CC | 3 x CC+ y 3 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ² | | | 4 x CC+ y 4 x CC bornes roscados 2,5 - 16mm ² ³⁾ | | |
| Tecnología de conexión principal | 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ² | | | 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16mm ² ³⁾ | | |
| Certificados y cumplimiento de normas | ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777 ¹⁾ , CEI 0-21 ¹⁾ , NRS 097 | | | | | |

¹⁾ Esto se aplica a Fronius Symo 3.0-3-M, 3.7-3-M y 4.5-3-M.²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1.³⁾ 16 mm² sin necesidad de terminales de conexión. Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

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

| DATOS DE ENTRADA | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$) | 27 A / 16,5 A ¹⁾ | | 33 A / 27 A | | |
| Máxima corriente de entrada total utilizada ($I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$) | 43,5 A | | 51,0 A | | |
| Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ / MPP ₂) | 40,5 A / 24,8 A | | 49,5 A / 40,5 A | | |
| Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$) | 200 V | | | | |
| Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$) | 200 V | | | | |
| Tensión de entrada nominal ($U_{dc,r}$) | 600 V | | | | |
| Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$) | 1.000 V | | | | |
| Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$) | 270 - 800 V | 320 - 800 V | | 370 - 800 V | 420 - 800 V |
| Número de seguidores MPP | 2 | | | | |
| Número de entradas CC | 3+3 | | | | |
| Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$) | 15,0 kW _{peak} | 18,8 kW _{peak} | 22,5 kW _{peak} | 26,3 kW _{peak} | 30,0 kW _{peak} |

| DATOS DE SALIDA | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|---|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Potencia nominal CA ($P_{ac,r}$) | 10.000 W | 12.500 W | 15.000 W | 17.500 W | 20.000 W |
| Máxima potencia de salida | 10.000 VA | 12.500 VA | 15.000 VA | 17.500 VA | 20.000 VA |
| Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$) | 14,4 A | 18,0 A | 21,7 A | 25,3 A | 28,9 A |
| Acoplamiento a la red (rango de tensión) | 3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %) | | | | |
| Frecuencia (rango de frecuencia) | 50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz) | | | | |
| Coefficiente de distorsión no lineal | 1,8 % | 2,0 % | 1,5 % | 1,5 % | 1,3 % |
| Factor de potencia ($\cos \phi_{ac,r}$) | 0 - 1 ind. / cap. | | | | |

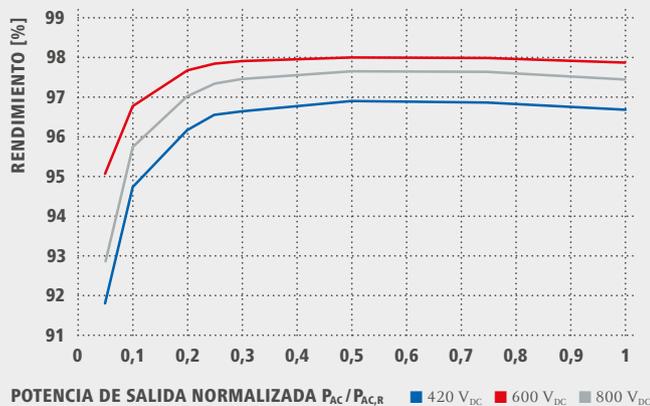
| DATOS GENERALES | SYMO 10.0-3-M | SYMO 12.5-3-M | SYMO 15.0-3-M | SYMO 17.5-3-M | SYMO 20.0-3-M |
|---|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Dimensiones (altura x anchura x profundidad) | 725 x 510 x 225 mm | | | | |
| Peso | 34,8 kg | | 43,4 kg | | |
| Tipo de protección | IP 66 | | | | |
| Clase de protección | 1 | | | | |
| Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾ | 1 + 2 / 3 | | | | |
| Consumo nocturno | < 1 W | | | | |
| Concepto de inversor | Sin Transformador | | | | |
| Refrigeración | Refrigeración de aire regulada | | | | |
| Instalación | Instalación interior y exterior | | | | |
| Margen de temperatura ambiente | -40 - +60 °C | | | | |
| Humedad de aire admisible | 0 - 100 % | | | | |
| Máxima altitud | 2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones) | | | | |
| Tecnología de conexión CC | 6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ² | | | | |
| Tecnología de conexión principal | 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ² | | | | |
| Certificados y cumplimiento de normas | ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097 | | | | |

¹⁾ 14,0 A para tensiones < 420 V

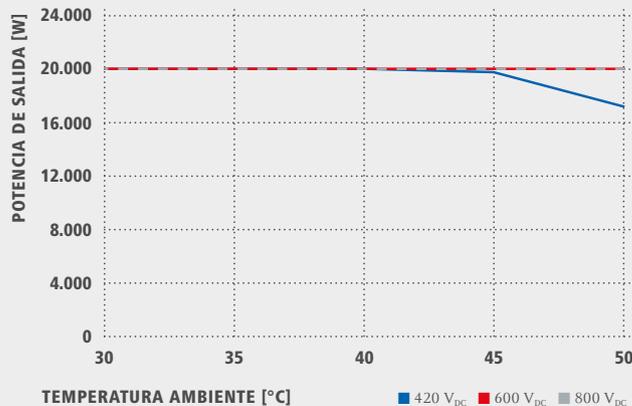
²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS SYMO 20.0-3-M



REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS SYMO 20.0-3-M



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

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

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

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

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

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite www.fronius.com

v04 Nov 2014 ES

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

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