



JIDeTEV

Jornadas de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Extensión, Vinculación y Muestra de la Producción



JIDeTEV- Año 2021 -ISSN 2591-4219

Microrred eléctrica basada en el uso de energía solar e hidrocínética en un complejo turístico de Misiones

Aquino García, José Augusto; Kallus, Daniela; Munaretto, Gabriel Nicolás; Puertaz, Martin;
Reversat, José Horacio; Toledo, Eduardo José

Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Misiones (UNaM).

Juan Manuel de Rosas 325, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails: jaugustoag19@gmail.com; kallusdaniela@gmail.com; gabrielnmuna@gmail.com;
puertazmartin@gmail.com; hreversat@fio.unam.edu.ar; eduardotoledo@fio.unam.edu.ar

Resumen

El siguiente artículo presenta un proyecto energético de microrred eléctrica realizado para un establecimiento turístico de la provincia de Misiones Argentina. Debido a la ubicación geográfica de las instalaciones la red eléctrica disponible no es capaz de abastecer la demanda del complejo por lo que se propone una microrred basada en energías renovables utilizando los recursos disponibles. Se propone una configuración de paneles solares que trabajen en conjunto con una turbina hidrocínética para satisfacer los requerimientos de las instalaciones. Los componentes y la lógica de funcionamiento de la microrred son seleccionados en base a curvas que modelan la demanda del complejo a lo largo del tiempo. Se presentan los métodos utilizados para la selección de los equipos utilizados junto con su justificativa.

Palabras Clave – *Energías Renovables, Generación de energía eléctrica, Microrred eléctrica, paneles solares fotovoltaicos, Turbina hidrocínética.*

1 Introducción

Con el crecimiento poblacional e industrial en Argentina se ha incrementado la demanda energética, impulsando a la búsqueda de alternativas para la obtención de energía eléctrica que se adecuen a los recursos disponibles y al cuidado del medio ambiente. En la provincia de Misiones, los recursos para obtención de energías limpias son abundantes, con la gran variedad de ríos y arroyos que implican un importante recurso hídrico. Además, posee un buen índice de irradiación solar para el aprovechamiento de energía solar fotovoltaica [1]. Por otro lado, Misiones cuenta con numerosos complejos turísticos que en muchas ocasiones no cuentan con líneas de transmisión eléctrica o disponen de una línea de baja potencia, lo que limita ciertas actividades o el crecimiento del mismo.

El complejo turístico analizado para la realización del trabajo está ubicado en el municipio de Mojón Grande y es un proyecto en temprano desarrollo que fue inaugurado en diciembre del año 2020. Dada su ubicación, cuenta con una línea de suministro de baja potencia. Debido a esto y al incremento futuro de la demanda energética por las proyecciones de crecimiento de sus instalaciones, el complejo se verá afectado por la limitación de potencia disponible de la red para el desarrollo de su proyecto.

La problemática que conlleva al planteo del proyecto se basa en el déficit energético del establecimiento, debido a la capacidad insuficiente de potencia de la línea para abastecer la demanda

actual, contemplando futuras ampliaciones y considerando que la instalación de una red trifásica conlleva un gran costo de inversión.

La solución propuesta entonces consiste en una microrred eléctrica compuesta por un arreglo de paneles fotovoltaicos, una turbina hidrocíntrica y un generador de respaldo que sean capaces de aprovechar las fuentes de energías renovables del complejo, contando con la capacidad de funcionar tanto junto a la red existente como aislada de la misma (funcionamiento en isla).

2 Estudio del Estado del Arte

Se resumen a continuación en el estudio del arte las investigaciones llevadas a cabo a fin de conocer el concepto de microrred eléctrica.

2.1 Definición de microrred según el Centro Nacional de Energías Renovables [2]

Agregado de cargas y micro generadores operando como un sistema único que provee tanto energía eléctrica como energía térmica.

“Las microrredes comprenden sistemas de distribución en baja tensión junto con fuentes de generación distribuida, así como dispositivos de almacenamiento. La microrred puede ser operada tanto en modo no autónomo como autónomo. La operación de sus elementos puede proporcionar beneficios globales al sistema si se gestionan y coordinan de manera eficiente”.

Dentro de la óptica de la red principal una microrred puede observarse como una entidad controlada que puede ser operada como sí de una única carga o generador agregado se tratase y que, si fuera económicamente viable, podría funcionar como fuente de energía a incorporar a la red o como un medio para proporcionar servicios auxiliares que contribuyese a la estabilidad y regulación de la red principal. Además, el impacto externo de la microrred en la red de distribución externa es mínimo siempre que dentro de la microrred se consiga el equilibrio entre generación y consumo, a pesar de disponer de un nivel de generación potencialmente significativo de fuentes de energía intermitentes. Así pues, con la adopción del sistema de microrredes se incrementa la penetración de las energías renovables dentro del sistema de distribución. [2]

La microrred es gestionada por un controlador central que está a la cabeza del sistema jerárquico de control. Este controlador central (por sus siglas en inglés de aquí en adelante designado como MGCC, *Micro Grid Central Controller*) proporcionará las consignas a los controladores del resto de los equipos, tales como fuentes de generación, sistemas de almacenamiento de energía y cargas inteligentes.

2.2 Modos de operación de una microrred [2]

Se definen dos modos de funcionamiento para la microrred: conectado a la red principal y aislada de la misma en caso de existir algún problema en esta última.

Modo Conectado: Cuando la microrred funciona en modo conectado con la red principal, ésta proporcionará las referencias de tensión y frecuencia necesarias para que el resto de elementos de generación de la microrred funcionen sin ningún problema. Así pues, no existirán problemas de estabilidad en la microrred cuando ésta funcione conectada a la red principal.

En este modo de funcionamiento, el MGCC funciona como una suerte de gestor de mercado realizando el despacho económico de la generación de la microrred.

Tras resolver el despacho económico, el MGCC envía a los controladores de las fuentes y de las cargas inteligentes, las consignas de potencia activa y reactiva, así como las señales a aquellas cargas que han de mantenerse en servicio y a aquellas que han de desconectarse.

Además de realizar el despacho económico, el MGCC debe comprobar que no se incumplen ninguna de las restricciones técnicas impuestas a la microrred y que no perturba al funcionamiento de la red externa.

Modo Aislado: Cuando la microrred funciona en modo aislado de la red principal, los generadores tienen que ser capaces de responder con rapidez a los cambios en el consumo para que así tanto la tensión como la frecuencia se mantengan estables.

Además, los generadores de la microrred suelen tener una respuesta lenta, caso por ejemplo de las microturbinas y pilas de combustible, del orden de decenas de segundos, lo que puede ocasionar problemas de seguimiento de la demanda de la microrred y provocar por tanto problemas de estabilidad al no mantenerse la frecuencia dentro de los márgenes de seguridad establecidos.

Así pues, un conjunto de generadores de la microrred necesitará una serie de sistemas de almacenamiento para asegurar el balance energético inicial. El déficit energético provocado cuando la microrred pasa a modo aislado o el debido a variaciones en la generación o en la demanda cuando se funciona aislado de la red general, deberá ser compensado por dichos sistemas de almacenamiento. Estos sistemas deberán asumir las labores de proporcionar las referencias de tensión y frecuencia al resto de elementos de la generación. De este modo emularán la funcionalidad que aporta tener la microrred conectada a la red general.

Para funcionar así, los sistemas de almacenamiento deberán estar conectados a la microrred a través de un inversor con controles adecuados para mantener la estabilidad en tensión y frecuencia de la microrred.

3 Datos iniciales del proyecto

3.1 Características del complejo estudiado

Este complejo constituye un proyecto en temprano desarrollo, inaugurado en el mes de diciembre de 2020. Cuenta con un amplio servicio de actividades para las personas que lo concurren.

Las mencionadas primeras etapas de su desarrollo, actualmente abarcan un 20% de lo que se proyecta será el establecimiento finalmente terminado. Para diciembre del 2021 se tiene planificado concluir con las obras, donde se contará con las siguientes instalaciones:

- Salón de usos múltiples. (500m², con sistema de iluminación, sonido y proyección para shows)
- Cocina principal.
- Restaurante sobre la costa.
- Piscina.
- Cabañas. (28 cabañas)
- Oficinas. (3 oficinas)
- Baños y vestidores.

- Predio.
- Kioscos.

3.2 Demanda de energía eléctrica

En base a un relevamiento de los equipos instalados en cada sector del establecimiento se determinó la potencia instalada aproximada de cada sector del complejo.

Las áreas con sus potencias instaladas son:

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| - Cabañas | 42kW |
| - Salón de Usos Múltiples | 33kW |
| - Cocina Principal | 30kW |
| - Restaurante sobre la costa | 9kW |
| - Piscina | 8kW |
| - Predio | 12kW |
| - Oficinas | 11kW |
| - Baños públicos | 6kW |
| - Potencia instalada total | 151kW |

Con los datos de los equipos instalados y los horarios en que se desarrollan las diferentes actividades del complejo, se realizaron curvas de consumo de energía (kW) en función de las horas del día. Como las actividades y uso de equipos varían acorde a la ocupación del lugar se establecieron cuatro curvas que representan los consumos en un día para ocupaciones de máxima, media, baja y super baja capacidad, respectivamente.

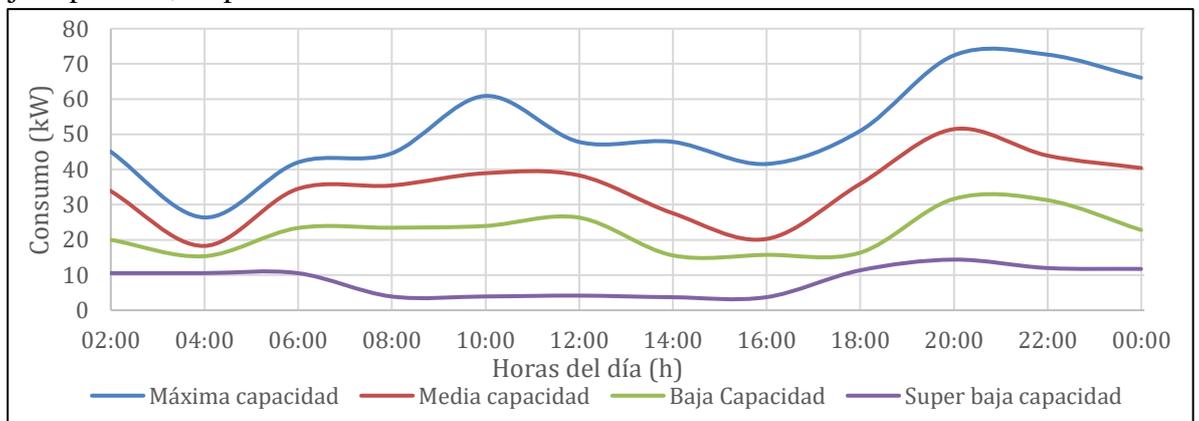


Fig. 1. Curva de consumo diario. [3]

Se consideraron para la curva de máxima capacidad una ocupación total de las cabañas, equipos de aire acondicionado funcionando, tanto en las cabañas como en las oficinas, eventos con la utilización de equipos de sonido, pantallas led e iluminación. Además de contar con las heladeras, freezers y pozos de frío conectados.

Para las demás curvas se fueron reduciendo la ocupación de las cabañas, como así también, el uso de aires acondicionados y de heladeras.

Se realizaron también curvas de consumo para los meses de enero y febrero, ya que representan las temporadas de mayor concurrencia al lugar y curvas de los meses de mayo y junio, que son meses donde las principales actividades se dan los fines de semana.

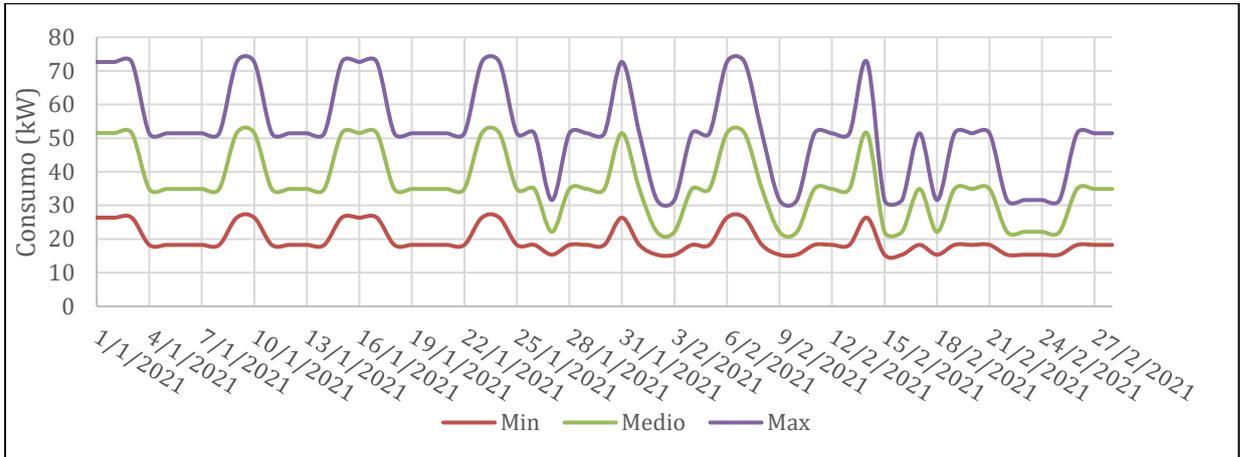


Fig. 2. Curva de consumo mensual de enero y febrero. [3]

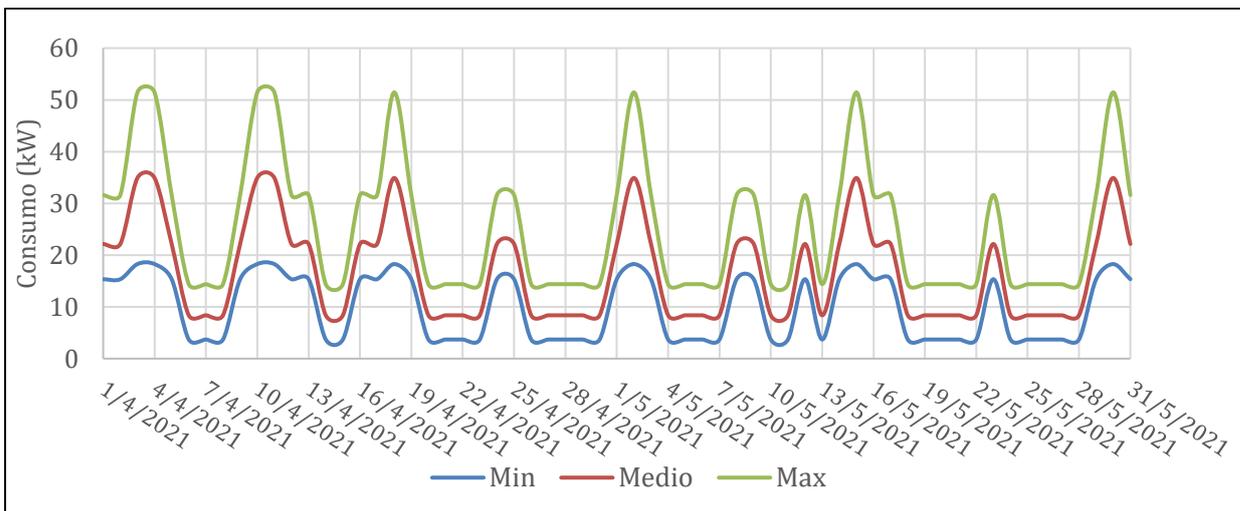


Fig. 3. Curva de consumo mensual de abril y mayo. [3]

3.3 Fuentes de energía eléctrica actual

Toda la energía eléctrica para las instalaciones y diferentes actividades llevadas a cabo en el complejo se obtienen de la línea de distribución y de un generador Diesel que es usado como grupo auxiliar en casos de corte de la línea eléctrica o que la energía de la misma no sea suficiente.

Dada la ubicación de este complejo, se cuenta con una línea de suministro de baja potencia. La empresa prestadora del servicio de distribución y transporte es Energía de Misiones S.A. (EMSA). Esta línea eléctrica es mono hilo de 7,62kV y se instalaron dos transformadores rurales de 25kVA de la marca Tadeo Czerweny ® siendo en total la potencia contratada de 50kVA.

Dentro de las fuentes de energía eléctrica actuales que posee el establecimiento, cuentan con un generador accionado por un motor diésel. Como la potencia contratada por la empresa distribuidora no es suficiente para ciertas temporadas o eventos la administración del complejo pone en funcionamiento el equipo para cubrir la demanda energética a un costo elevado. El equipo es de la

marca FEMA®, cuyo generador es trifásico a 380V con una potencia promedio de 135kVA, y este es impulsado por un motor diésel de 150HP.

4 Descripción de Micro Red

En base al estudio de la demanda del establecimiento, se establece una potencia de partida para el diseño de la microrred:

$$P_{partida} = 60kW \quad (1)$$

Esta potencia se refiere a la generación renovable, es decir que se busca generar aproximadamente esa cantidad y en conjunto con la red de potencia existente en el lugar (50kVA) poder abastecer toda la demanda del establecimiento

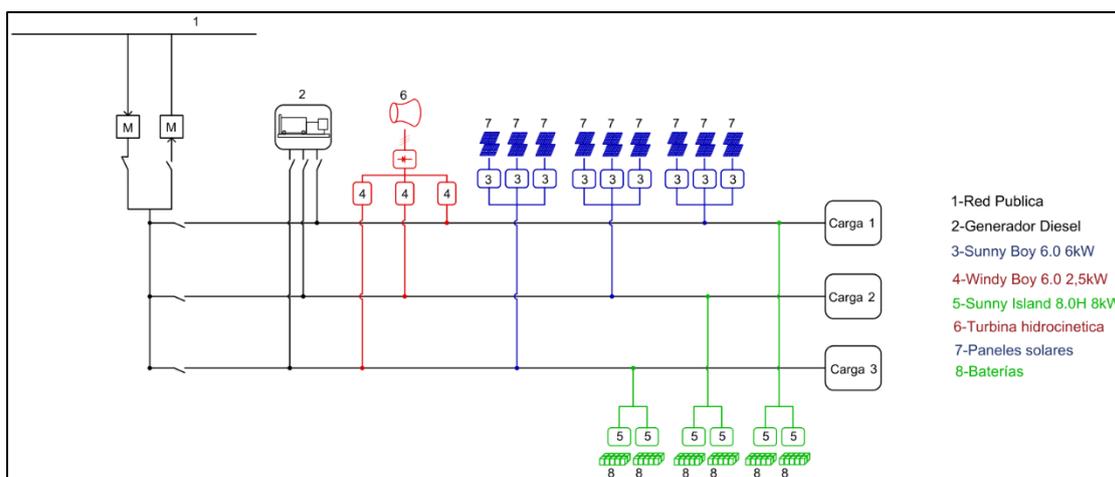


Fig. 4. Circuito simplificado de conexión de la microrred. [3]

Como se observa en el esquema eléctrico, las cargas del complejo son distribuidas en tres líneas separadas. Cada línea cuenta con su grupo de paneles solares con sus respectivos inversores, además cada línea posee un grupo de baterías con su inversor. La energía producida por el generador es rectificadora y luego distribuida a las tres líneas por medio de tres inversores. En cuanto al generador diésel, solo se conectará a la red cuando la red pública no esté disponible y no haya carga suficiente en las baterías, el mismo, al ser trifásico se conectará cada fase del generador a cada una de las líneas. Además, en eventos importantes donde no debería haber interrupciones de suministro eléctrico se usará solamente el generador diésel para alimentar todo el establecimiento y se desconectará la red pública.

La micro red cuenta con medidores bidireccionales que permiten contabilizar la cantidad de energía que se consume en el complejo y la cantidad de energía que se inyecta a la red.

5 Desarrollo técnico

5.1 Arreglo de paneles fotovoltaicos

Para seleccionar los paneles y diseñar el arreglo, se debe tener en cuenta el inversor a utilizar, el cual se describe en la sección 5.3.1.

La potencia máxima del generador fotovoltaico que se puede conectar al inversor es de 9000Wp, y posee 4 entradas, por lo que a cada inversor ingresarán 4 strings de paneles (uno en cada entrada) cuya potencia de diseño será:

$$P_{partida} = \frac{9000Wp}{4} = 2500Wp \quad (2)$$

Se utilizarán paneles policristalinos de la marca *AMERISOLAR®*. En la Tabla 1, se resumen algunas de sus características principales.

Tabla 1. Datos de panel Amerisolar AS-6P [4]

| Datos Panel Amerisolar AS-6P | | |
|--|----------------|----|
| Tipo de celda | Policristalina | |
| Potencia Nominal | 320 | Wp |
| Voltaje a potencia nominal | 37,1 | V |
| Corriente a potencia nominal | 8,63 | A |
| Voltaje a circuito abierto | 45,7 | V |
| Corriente de cortocircuito | 9,04 | A |
| Eficiencia | 16,49 | % |
| Datos a STC: Irradiancia 1000W/m ² , temperatura 25°C | | |

Con estos paneles y la potencia de diseño por string se calcula cuántos paneles en serie (requisito del inversor) son necesarios. Como los paneles están en serie, el voltaje del string (voltaje de entrada al inversor) será la suma de las tensiones generadas por todos los paneles, mientras que la corriente es la de un panel. En la Tabla se presentan las características del string de paneles:

Tabla 2. Parámetros de arreglos de paneles

| Arreglo de Paneles para Inversor | | |
|---|-------|----|
| Conexión | Serie | |
| Número de Strings | 4 | |
| Potencia por String requerida | 2250 | Wp |
| Potencia de panel seleccionado | 320 | Wp |
| Número paneles por string | 7 | |
| Potencia máxima generada por string | 2240 | Wp |
| Tensión del string | 259,7 | V |
| Corriente del string | 8,63 | A |

Se debe verificar que la corriente y tensión de string sean menores a la corriente y tensión máxima admisible por el inversor. Estas verificaciones se cumplen satisfactoriamente, por lo que los arreglos de paneles se pueden instalar junto con el inversor sin inconvenientes. En la Tabla 3 se resume el total de paneles a instalar en el complejo:

Tabla 3. Total de paneles a instalar

| | |
|-------------------------|------------|
| Paneles por string | 7 |
| Strings por inversor | 4 |
| Inversores por línea | 3 |
| Líneas | 3 |
| Total de paneles | 252 |

5.2 Turbina Hidrocinética (THC)

La idea principal parte de seleccionar un equipo que pudiera abastecer parcialmente la demanda del complejo turístico. Por lo que se fija una potencia aproximada a generar, unas dimensiones

determinadas y un río con unas condiciones adecuadas. Posteriormente se realiza la comprobación de dichos datos de partida del río en concordancia con la turbina que se plantea utilizar.

Tabla 4. Datos que definen el criterio de selección.

| | | |
|--|--------------------|---------|
| Potencia generada | $\cong 5\text{kW}$ | |
| Rango de velocidades medias del río | 1m/s – 3m/s | |
| Dimensiones disponibles en el río | Longitud | 3m -5m |
| | Ancho | 1m - 3m |
| | Profundidad | 2m - 4m |

Se selecciona una turbina de eje horizontal recto con anclaje flotante y generador sumergido.

Este tipo de turbinas entre otras cosas tiene mayor coeficiente de potencia (C_p) para diferentes velocidades específicas. [5]

Estudiando las diferentes turbinas hidrocínicas, se selecciona el modelo *Smart Monofloat* de la empresa *Smart Hydro Power*®, ya que cumple con los requisitos propuestos.

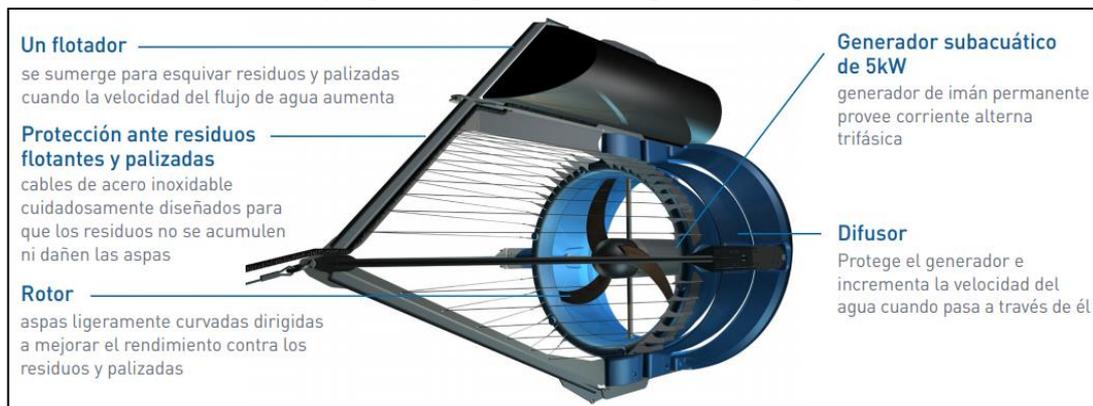


Fig. 5. Turbina comercial Smart Monofloat [6]

La turbina seleccionada resulta ser una solución potente y eficiente, proporcionando una potencia de hasta 5kW a 2,8m/s. En la Tabla 5 se resumen sus características principales.

Debido a que el generador de la turbina es de imanes permanentes, no se puede regular la magnitud del campo magnético en el rotor, y por lo tanto no se puede regular el voltaje de salida en función de la velocidad de giro de la turbina [7], por lo que se utiliza un rectificador para convertir la corriente alterna a un voltaje variable de CC y seguidamente se conecta a un inversor DC/AC (on-grid) que acepta las entradas en CC del rectificador (y del conjunto fotovoltaico) y lo convierte a un voltaje de 220 V AC y frecuencia de 50Hz fijos. Éste último inversor debe sincronizar con una red 220V AC existente y con un inversor off-grid.

Tabla 5. Datos de la turbina seleccionada [6].

| Datos THC | |
|------------------|-------------------|
| Marca | SMART HYDRO POWER |
| Modelo | SMART MONOFLOAT |

| | | | |
|-------------------|-------------|------|-----|
| Potencia Nominal | | 5 | kW |
| Dimensiones | Longitud | 3130 | mm |
| | Ancho | 1600 | mm |
| | Altura | 2010 | mm |
| | Diám. rotor | 1000 | mm |
| Nº de aspas | | 3 | |
| Velocidad Nominal | | 230 | rpm |
| Tensión Nominal | | 300 | V |

La potencia generada será función de la velocidad con la que el agua ingrese a la turbina, en la Fig. 6 se tiene la curva de potencia en función de la velocidad parametrizada en función de los datos brindados por el fabricante.

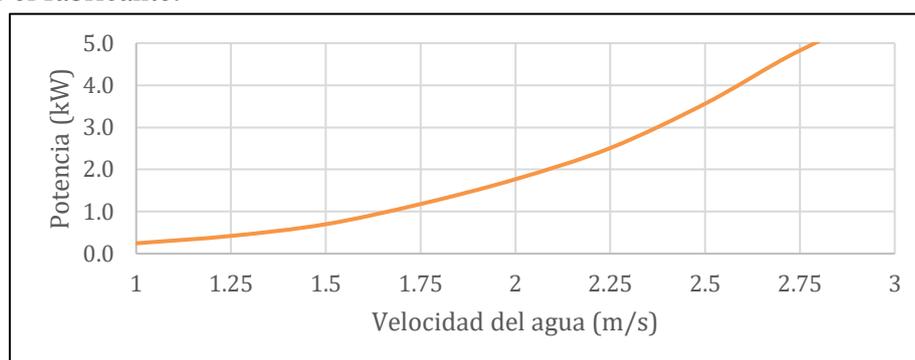


Fig. 6. Curva de potencia en función de la velocidad del agua del río de la turbina seleccionada. [3]

5.3 Inversores

5.3.1 Inversores para paneles

Para determinar la potencia de los inversores a utilizar se debe tener en cuenta la parte de la potencia de diseño que se quiere generar mediante los paneles fotovoltaicos.

La potencia de diseño de la generación fotovoltaica es de 50 kWp, lo que constituye una parte de la potencia total de diseño de la microrred.

Como la microrred se dividirá en 3 líneas monofásicas independientes, la potencia a inyectar por línea será un tercio de la potencia de diseño, es decir, de 16,7 kWp.

Se eligen inversores monofásicos para fotovoltaica de la empresa SMA®. Para suplir la potencia de cada línea (16,7 kWp) se utilizan 3 inversores de 6kW cada uno. Algunos datos característicos de los inversores se aprecian en la Tabla 6.

Tabla 6. Datos del inversor seleccionado [8]

| Datos de Inversor SMA Sunny Boy 6.0 | | |
|-------------------------------------|---------|----|
| Datos de Entrada (CC) | | |
| Potencia FV | 9000 | Wp |
| Tensión máxima | 600 | V |
| Rango MPP | 210-500 | V |
| Tensión asignada | 365 | V |
| Entradas (2 x MPP) | 4 | |

| | | |
|-----------------------------|------|----|
| Corriente máxima | 15 | A |
| Datos de Salida (AC) | | |
| Potencia salida | 6000 | W |
| Tensión de salida | 220 | V |
| Frecuencia | 50 | Hz |

5.3.2 Inversores para THC

Se utilizan 3 inversores monofásicos de para la THC, los cuales se conectan a la salida del rectificador, uno en cada línea monofásica independiente de la microrred.

Como la potencia nominal de la turbina es de 5kW, se determinan los inversores para 1/3 de esta potencia, es decir, para 1,67kW.

Se eligen inversores de 2,5kW de la marca SMA®. La Fig. 7 muestra sus características y las entradas y salidas que presenta.

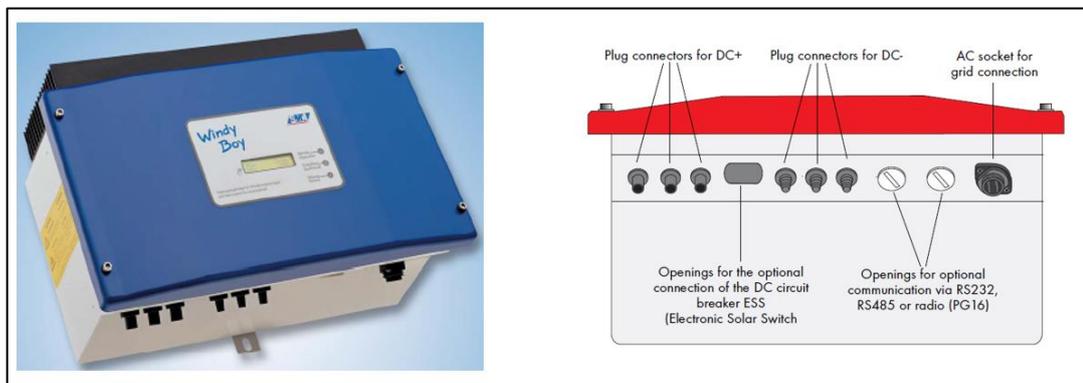


Fig. 7. Aspecto comercial (izquierda) y conexiones de entradas y salidas (derecha) del inversor seleccionado. [9]

Este inversor cuenta con 3 entradas de corriente continua (de las cuales se usa solamente una) y una salida de corriente alterna, que se conecta a cada una de las líneas independientes de la microrred. En la Tabla 7 se resumen las características principales de este inversor.

Tabla 7. Datos del inversor seleccionado [9]

| Datos Inversor | | |
|-----------------------|----------------|---|
| Marca | SMA | |
| Modelo | Windy Boy 2500 | |
| Entrada DC | | |
| Tensión máxima | 600 | V |
| Rango de tensión | 224-600 | V |
| Tensión nominal | 300 | V |
| Corriente máxima | 12 | A |

| | | |
|---|-----------|----|
| Potencia máxima | 2700 | W |
| V _{ripple,pp} /V _{in} | 10 | % |
| Salida AC | | |
| Potencia nominal | 2200 | W |
| Potencia máxima | 2500 | W |
| Corriente nominal | 9,6 | A |
| Rango de tensión | 180-265 | V |
| Rango de frecuencia | 45,5-54,5 | Hz |
| Eficiencia | 94,1 | % |

5.3.3 Inversores para Baterías

El banco de baterías precisa de inversores aislados modulares que permitan la conexión de varios tipos de sistemas de inyección con su correspondiente acoplamiento de CA.

Teniendo en cuenta las características que precisa la instalación en cuestión se selecciona el inversor de la marca SMA® (*Solar Technology*) modelo Sunny Island 8.0H. Este inversor está equipado con varios sistemas de gestión que garantizan el funcionamiento estable del sistema de suministro de energía. La gestión de batería, del generador, de la energía y de la carga se complementan entre sí para proporcionar una gestión completa del sistema. El *Sunny Island* mide o calcula todas las variables necesarias para garantizar que no se deje al azar ninguna operación de conmutación o modificación de los valores nominales.

Las variables iniciales para definir qué inversor se debe elegir son la demanda máxima que se desea abastecer y el tipo de instalación, monofásica o trifásica respectivamente.

Para el caso de esta aplicación se precisan inversores aislados monofásicos para una demanda de 50 kW. Esta potencia debe dividirse por la potencia que entrega el modelo en 30 minutos en condiciones nominales y redondearse al siguiente número entero para obtener la cantidad de inversores necesarios.

Para este caso se tiene:

$$P_{m\acute{a}x} = 50kW \quad (3)$$

$$P_{30} = 8kW \quad (4)$$

$$\frac{P_{m\acute{a}x}}{P_{30}} = 6,25 \cong 7 \text{ unidades} \quad (5)$$



Fig. 8. Inversor SMA Sunny Island 8.0 H [10]

5.4 Rectificador para THC

Se utiliza un rectificador trifásico no controlado (puente de diodos) de 6 pulsos para convertir la corriente alterna trifásica variable proveniente de la THC a corriente continua variable, para poder enviar ésta última al inversor monofásico. En la Fig. 9 se muestra el circuito interno del rectificador. Las entradas A, B y C se conectan a la THC mientras que el inversor se conecta en los bornes D y E.

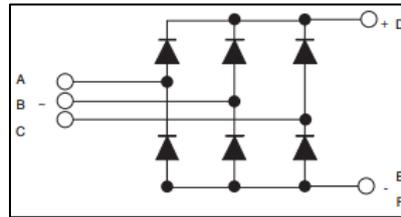


Fig. 9. Circuito del rectificador [11]

El rectificador utilizado es de la marca *VISHAY*®.

Tabla 8. Datos Rectificador Trifásico [11]

| | | |
|---------------------------|-----------------------|---|
| Marca | VISHAY | |
| Modelo | VS-130-160MTK | |
| Tipo | Trifásico de 6 pulsos | |
| Corriente media I_o | 160 | A |
| Tensión Inversa V_{prv} | 1600 | V |

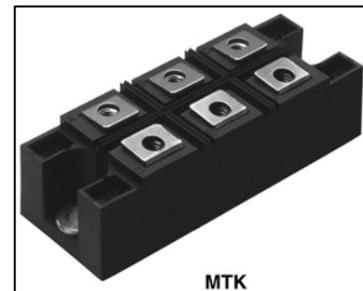


Fig. 10. Rectificador seleccionado [11]

5.5 Banco de Baterías

Las baterías se seleccionan considerando que la carga que debe soportar el sistema es de 50 kW, durante una autonomía de 3 horas, con el fin de garantizar la energía necesaria para alimentar la carga total durante un corto periodo de tiempo. Teniendo en cuenta pérdidas en el sistema como ser regulación en conductores, disipación en dispositivos de control y de potencia, etc. se contempla también un porcentaje de pérdidas del 5%. [12]

Tabla 9. Consideraciones iniciales

| | |
|----------------------------|------|
| Demanda de potencia máxima | 50kW |
| Tiempo de autonomía | 3hs |
| Pérdidas | 5% |

$$P_{batería} = 1,05 * P_{demanda_{máx}} = 52,5 \text{ kW} \quad (6)$$

A partir de la autonomía se calcula la energía para almacenar:

$$E_{almacenada} = P_{batería} * T_{autonomía} = 157,5 \text{ kW.h} \quad (7)$$

Con el dato de la tensión nominal de las baterías que se desean seleccionar (48 V) y de su capacidad nominal se determina de cuánto debe ser la capacidad del banco y la cantidad de baterías que se requerirán:

$$I_{Ah} = \frac{E_{almacenada}}{V_n} = \frac{157,5 \text{ kW.h}}{48 \text{ V}} = 3281,25 \text{ Ah} \quad (8)$$

$$Cant_{bat} = \frac{I_{Ah}}{I_{nomBat}} = \frac{3821,25 \text{ Ah}}{150 \text{ Ah}} = 21,9 \cong 22 \text{ unidades} \quad (9)$$

Las unidades seleccionadas corresponden a la marca PYLONTECH® Modelo FL487 4M-2, con capacidad de 2 módulos por cada banco.



Fig. 11. Banco de baterías seleccionado. [13]

6 Conclusiones

Es de suma importancia el aprovechamiento de los recursos naturales como medios de generación de energías renovables debido a que son recursos limpios e inagotables que nos proporcionan la naturaleza. Su empleo nos proporciona un sinnúmero de ventajas, el más importante, reducir el efecto invernadero y proteger nuestro planeta.

En esta primera instancia, se propuso y dimensionó una microrred que lograría abastecer la totalidad de la demanda energética del establecimiento, vinculando fuentes de energía renovable y la red pública ya existente. Se determinó para ello qué componentes son necesarios y la cantidad a utilizar, como así también el arreglo de éstos con sus correspondientes grupos de inversores.

A futuro, con el crecimiento de la demanda, esta microrred podría ampliarse en cuanto a potencia debido a la naturaleza modular y escalable de los componentes de generación renovables.

7 Referencias

- [1] Subsecretaría de Energías Renovables y Eficiencia Energética (2019a). “Guía del recurso solar.” Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/guia_del_recurso_solar_anexos_final.pdf> 05/08/2021
- [2] Centro Nacional de Energías Renovables (CENER) – España. Disponible en: <<http://www.cener.com/introduccion-a-las-microrredes/>> 05/08/2021
- [3] Elaboración propia

- [4] Catálogo de paneles solares Amerisolar®. Disponible en: <http://www.weamerisolar.com/d/file/english/product/pro1/2021/06-25/849d332ba1bad6fe87d78d53ecbf8283.pdf>> 05/08/2021
- [5] Anyi, M., & Kirke, B. (2010). Evaluation of small axial flow hydrokinetic turbines for remote communities. *Energy for Sustainable Development*, 14(2), pp. 110-116. Disponible en: <http://doi.org/10.1016/j.esd.2010.02.003> > 05/08/2021
- [6] Catálogo de Turbina Smart Monofloat, Smart Hydro Power. Disponible en: <https://www.smart-hydro.de/es/sistemas-de-energia-renovable/turbinas-para-rios-y-canales/> > 05/08/2021
- [7] Moya, D (2015). Modelación y simulación de la operación de generadores que emplean turbinas hidrocínicas en ríos de bajo caudal, Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8015/6/UPS-KT011179.pdf>> 05/08/2021
- [8] Catálogo inversor Sunny Boy 3.0/3.6/4.0/5.0/6.0 SMA. Disponible en: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-fotovoltaico/sunny-boy-30-36-40-50-60.html> > 05/08/2021
- [9] Catálogo inversor Windy Boy 2500 SMA®. Disponible en: <https://files.sma.de/downloads/WB25003000-DES104220.pdf> > 05/08/2021
- [10] Catálogo para inversores de baterías SMA®. Disponible en: <https://www.sma.de/es/productos/inversor-con-bateria/sunny-island-44m-60h-80h.html>> 05/08/2021
- [11] Catálogo Rectificador Vishay® Mod. VS-130-160MTK. Disponible en: <https://www.vishay.com/docs/94354/vs-130mt80k.pdf>> 05/08/2021
- [12] Díaz-Rodríguez, J., Pabón-Fernández, L., & Pardo-García, A. (2012). Sistema híbrido de energía utilizando energía solar y red eléctrica. *Lámpsakos*.
- [13] Catálogo banco de baterías de litio – Pylontech® 48V 7100Wh. Disponible en: <https://enertik.ar/pylontech-fl4874m-2-force-l2-banco-de-baterias-de-litio-ciclo-profundo-48v-7100wh>> 05/08/2021.