

33

Fecha de presentación: diciembre, 2020

Fecha de aceptación: febrero, 2021

Fecha de publicación: marzo, 2021

DISEÑO

DE UN SISTEMA HÍBRIDO AISLADO PARA ABASTECER A LA HACIENDA QUIROLA

DESIGN OF AN ISOLATED HYBRID SYSTEM TO SUPPLY HACIENDA QUIROLA

Juan Carlos Pisco Vanegas¹

E-mail: jpisco@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9624-7993>

Ángel Iván Torres Quijije¹

E-mail: atorres@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7037-7191>

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador.

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Pisco Vanegas, J. C., & Torres Quijije, Á. I. (2021). Diseño de un sistema híbrido aislado para abastecer a la Hacienda Quirola. *Revista Universidad y Sociedad*, 13(2), 311-317.

RESUMEN

Las energías renovables son una alternativa muy importante para la generación de energía eléctrica, al no producir gases de efecto invernadero y permiten la descentralización de los sistemas de generación de potencia. El presente trabajo lleva a cabo el desarrollo y simulación de un sistema híbrido eólico-solar para el abastecimiento de energía eléctrica a la “Hacienda Quirola” – Bananera. La realización de este estudio se tuvo en cuenta la potencia de la hacienda, el sistema de riego, el número de puntos de cargas, la potencia de cada bomba de agua, la cantidad de horas que funciona la bomba de agua por día. Teniendo en cuenta el valor de la potencia obtenida por el sistema de riego, se realiza el cálculo de los parámetros necesarios para la selección de los equipos requeridos para la generación de energía, es decir los paneles fotovoltaicos, el aerogenerador, el banco de baterías, el inversor, entre otros.

Palabras clave: Sistema híbrido, energías renovables, sistema de riego automático, generador fotovoltaico, Homer.

ABSTRACT

Renewable energies are a very important alternative for the generation of electricity, since they do not produce greenhouse gases and allow the decentralization of power generation systems. This work carries out the development and simulation of a hybrid wind-solar system for the supply of electricity to the “Hacienda Quirola” – Bananas. The performance of this study took into account the power of the farm, the irrigation system, the number of charge points, the power of each water pump, the number of hours that the water pump operates per day. Taking into account the value of the power obtained by the irrigation system, the calculation of the parameters necessary for the selection of the equipment required for the generation of energy, the photovoltaic panels, the wind turbine, the bank of batteries, inverter, among others.

Keywords: Hybrid system, renewable energies, automatic irrigation system, photovoltaic generator, Homer.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de la energía eléctrica y térmica es fundamental para cualquier país. Históricamente, los combustibles fósiles han dominado y continúan dominando el mercado de energía con una contribución de más del 70% a la demanda energética mundial (Mikati, et al., 2012). Aunque en los últimos tiempos este dominio se ha visto disminuido por el impulso que han cobrado las energías renovables el mismo que ha tenido un significativo impacto en el desarrollo sustentable de las naciones (Recalde, Bouille, & Girardin, 2015).

El sector energético, es uno de los principales contaminantes que tiene nuestro medio ambiente, por ello se plantea la necesidad del uso de energías renovables limpias con el fin de reducir esta contaminación (México. Secretaría de Energía, 2016). La transición hacia un futuro con bajas emisiones de carbono basado en fuentes de energía renovables está dando lugar a un nuevo papel para los ciudadanos, tanto a los consumidores pasivos como los consumidores activos de energía, buscando integras a estos en las recientes políticas energéticas mundiales (Campos, et al., 2020).

Entre las energías alternativas de generación energética renovable, en este proyecto se evaluarán solo los recursos de la energía eólica y solar. En la actualidad la producción de energía eléctrica se ha ido incrementando de acuerdo a los avances tecnológicos que ayudan a proveer el recurso natural de una forma rápida y eficaz (México. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados, 2017). Esto, gracias a las aplicaciones de tecnologías limpias y renovables que nos ofrecen las posibilidades de generar electricidad de forma menos contaminante y más rentable a largo plazo.

El objetivo principal de este trabajo consiste en obtener una solución óptima de abastecimiento de energía para una hacienda bananera aislada de la red eléctrica, mediante un sistema híbrido eólico-fotovoltaico. Se tomará como caso de estudio la hacienda bananera (Quirola) ubicada en Vía Valencia, en la Provincia de Los Ríos.

La demanda de energía ha alcanzado niveles muy altos, la principal razón de ello, es el rápido aumento de la urbanización, los barrios, el entorno construido, el transporte público y los servicios (Hernández Escobedo, et al., 2018).

Para abastecer la demanda de la hacienda se utilizarán los recursos de la energía eólica y solar, de esta manera se busca aprovechar las diversas configuraciones que ofrece este sistema híbrido considerando los aspectos técnicos y económicos (Beltrán Soto, 2017) realizando

el estudio adecuado de las fuentes energías renovables eólica y solar, donde se realizara el cálculo de energía promedio diario para así determinar el requerimiento de energía necesaria para el consumo de la hacienda.

El estudio de estas tecnologías permite aprovechar los recursos renovables para satisfacer las necesidades energéticas requeridas en este proyecto disminuyendo los daños y contaminación del medio ambiente producido por los métodos tradicionales de producción energética, debido a que las aplicaciones de tecnologías limpias y renovables ofrecen posibilidades de generar electricidad amigable con el medio ambiente y más rentable a largo plazo (Balderas Rivas, 2018).

Varios estudios similares han sido llevados a cabo. Carrillo Medrano (2015), presenta un estudio de energía con un Sistema Híbrido Renovable para abastecimiento básico sin Energización en el Municipio Yopal - Casanare, el cual se analiza la viabilidad para generar energía eléctrica con un Sistema Híbrido Solar Fotovoltaico – Eólico. En donde se pretende aprovechar, complementar, maximizar el potencial obtenido de estas energías renovables y generar un menor impacto ambiental.

Díaz Galinos (2010), plantea un análisis mediante un sistema híbrido hidráulico fotovoltaico aislado de la red para una pequeña población rural donde el objetivo del proyecto es el diseño de un sistema, factible tecnológicamente, híbrido hidráulico fotovoltaico, aislado de la red para una pequeña población rural (Revelo, 2015).

Se basó en un estudio de factibilidad técnica y financiera de un sistema híbrido para establecer un análisis comparativo y utilizando herramientas de vanguardia en la simulación y los diseños de energías renovables (Cordano, 2017) se realizó el diseño y cálculo de los dispositivos de un sistema híbrido de energía, integrado por un generador fotovoltaico, una fuente de energía convencional, un banco de baterías para el almacenamiento de la energía proveniente del arreglo fotovoltaico y los respectivos dispositivos de control de las etapas y la interacción de las mismas; (García Hernández, 2016) se basa en su sistema de generación de acoplamiento "AC"; es decir un análisis con diversas fuentes de energías.

DESARROLLO

Para este estudio, se analiza una forma de generar energía eléctrica sin contaminar el medio ambiente. Se crearon perfiles de carga y PV, realizando el estudio se tiene que realizar las curvas de demanda, luego las curvas de generación de cada tipo de energía como son, la radiación del sol y la velocidad del viento.

Los datos de demanda de la hacienda se deben tomar cada hora con los propósitos: de tener menor error de la demanda, y debido a que el software (HOMER, 2018) (Hybrid Optimization of Multiple Energy Resources) requiere datos cada hora como se puede observar en la Figura 1.

En la actualidad la hacienda consta con un sistema de riego automático, que está compuesta por 5 puntos de carga. Cada una de ellas cuenta con una bomba que funciona 2 horas al día en secuencia de cada punto como se puede apreciar en la Figura 1.

La hora de trabajo de las bombas comienza a las 8:00am y finaliza a las 18:00pm, y en la actualidad es servida por la energía de la empresa eléctrica CNEL LOS RIOS.

A continuación, se presentan los datos reales del consumo de la energía eléctrica consumida por la hacienda Quirola “Banana”,

Hour	Load [kW]
00:00 - 01:00	0.000
01:00 - 02:00	0.000
02:00 - 03:00	0.000
03:00 - 04:00	0.000
04:00 - 05:00	0.000
05:00 - 06:00	0.000
06:00 - 07:00	0.000
07:00 - 08:00	0.000
08:00 - 09:00	0.252
09:00 - 10:00	0.252
10:00 - 11:00	0.252
11:00 - 12:00	0.252
12:00 - 13:00	0.252
13:00 - 14:00	0.252
14:00 - 15:00	0.252
15:00 - 16:00	0.252
16:00 - 17:00	0.252
17:00 - 18:00	0.252
18:00 - 19:00	0.000
19:00 - 20:00	0.000
20:00 - 21:00	0.000
21:00 - 22:00	0.000
22:00 - 23:00	0.000
23:00 - 00:00	0.000

Figura 1. Datos del consumo energético en la hacienda Quirola.

En el presente estudio se propone un dimensionamiento de una hacienda bananera de 1000 hectáreas ubicada en el Cantón Quevedo, Vía Valencia, Provincia de Los Ríos, que consta de un sistema de riego automático, sistema que consta de 5 puntos de carga, cada punto por 200 hectáreas, cuenta con una bomba de agua que consume un promedio de 252W/h, obteniendo un total de 10 horas al día de funcionalidad. Como se observa en la Figura 2 se presenta los diagramas de carga, así como los factores de viabilidad.

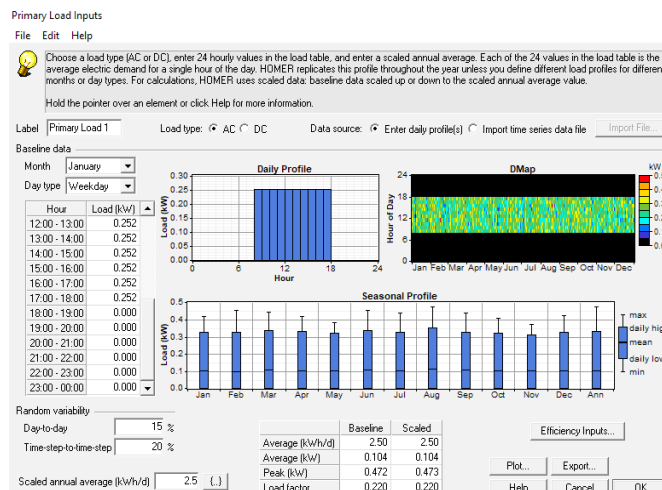


Figura 2. Información a la demanda a abastecer.

Características del recurso solar y de la temperatura ambiente

Para el cálculo de la energía que se va a generar mediante los paneles solares es de importancia conocer los valores de radiación del lugar donde se va a realizar el proyecto. Como se puede apreciar en la Figura 3.

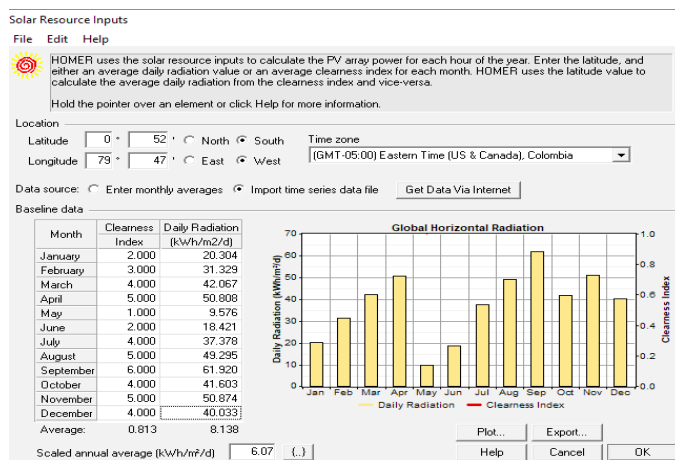


Figura 3. Datos de la radiación solar.

Generador fotovoltaico

En este proyecto se optó por la adquisición de módulos fotovoltaico Policristalino de 300W, como se puede observar las características técnicas en la Figura 4. Esta instalación se lo realizara en una parte del tejado de la hacienda con el fin de aprovechar de una mejor manera la radiación solar.

Debido a que la generación debe ser mayor a la demanda se utilizó 3 paneles fotovoltaicos en la que fueron ubicados en serie los tres, obteniendo una potencia total de 900W, para el abastecimiento de la hacienda Quirola.

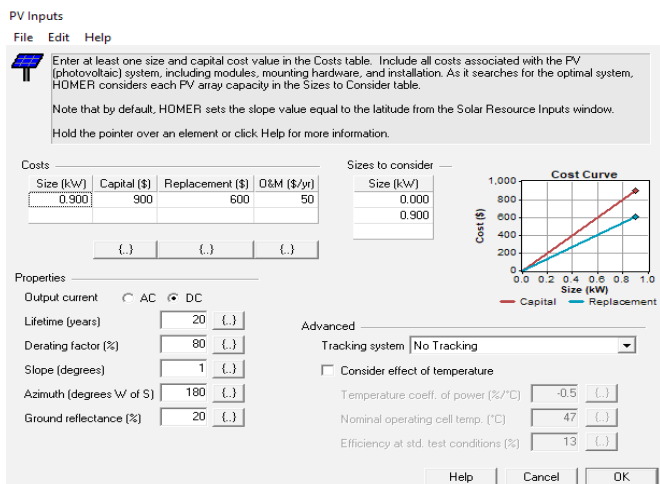


Figura 4. Características técnicas de la celda fotovoltaica.

Características de las velocidades del viento

Para el dimensionamiento de la energía que se va a generar mediante el aerogenerador, es de importancia conocer las velocidades de viento del lugar donde se realizara el proyecto, para que el aerogenerador pueda mantenerse en sus parámetros de generación, estos valores de velocidades se las extrajo de la página Meteoblue y se las importo al software Homer. Estos valores se los puede visualizar en la Figura 5.

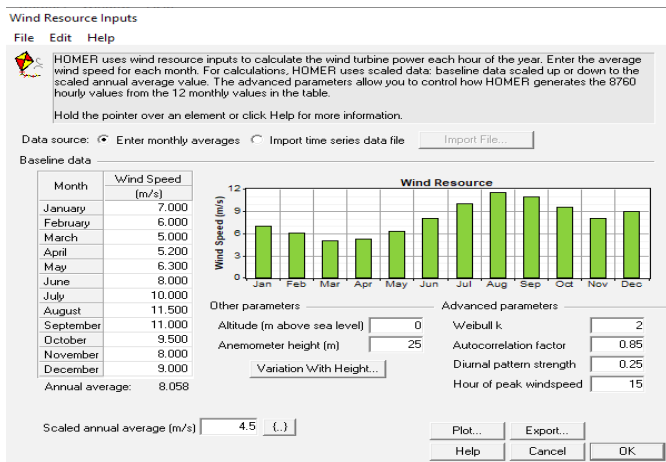


Figura 5. Datos de viento del Cantón Quevedo.

Aerogenerador eólico

Para el dimensionamiento de este presente proyecto se utilizó de un aerogenerador de potencia 1kW como se muestra en la Figura 6, con el fin apoyar la generación en días de ausencia de radiación solar, y poder abastecer la demanda de energía en la hacienda.

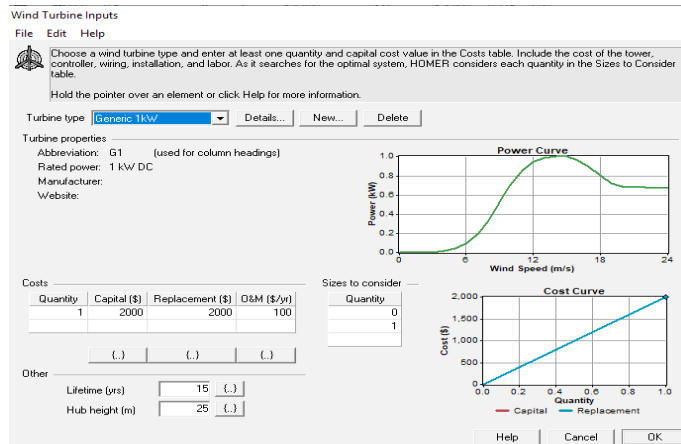


Figura 6. Características técnicas del aerogenerador.

Banco de baterías

La implementación de este banco, consta de 3 baterías en paralelo con el propósito de mantener su voltaje, tiene el objetivo de almacenar la energía generada por los generadores tanto el PV como el aerogenerador eólico, con el fin de retener la energía para el suministro de la hacienda Quirola “Bananera”. Los datos técnicos se pueden visualizar en la Figura 7.

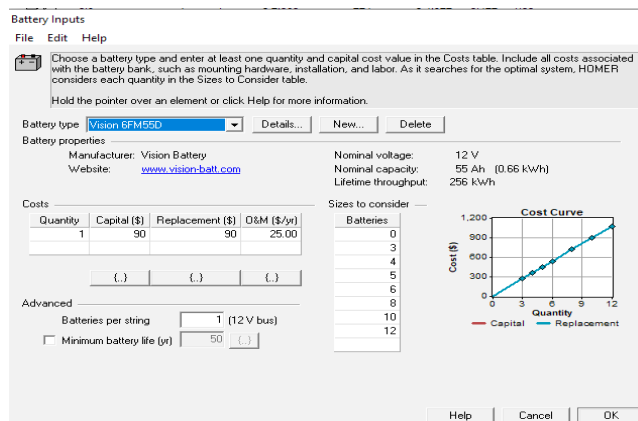


Figura 7. Características técnicas del banco de baterías.

Inversor

Para la utilización de esta energía, se implementará un inversor para la obtención de corriente alterna de 1Kw. Las características técnicas del inversor se muestran en la Figura 8.

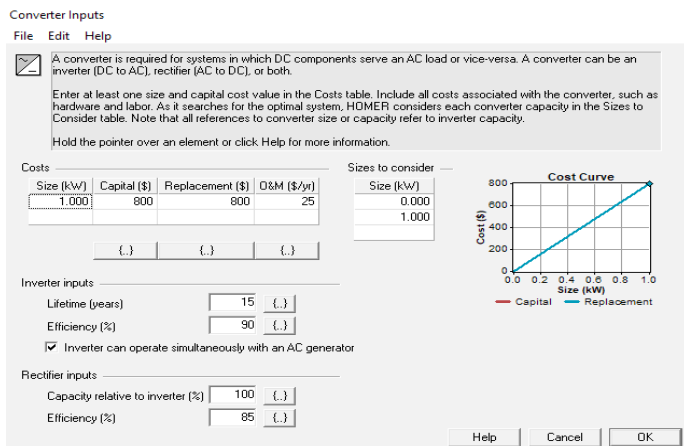


Figura 8. Características técnicas del inversor.

Potencia de carga del generador a instalar

A continuación, en la Figura 9 se proyecta los respectivos resultados obtenidos en la simulación del diseño en el software Homer, para la simulación de este diseño se optó por colocar cargas reales de una hacienda bananera, se utilizó dos tipos de generación como es el generador fotovoltaico y el aerogenerador eólico, así como un banco de baterías e inversor, con el fin de obtener y analizar la mejor viabilidad y solución del proyecto posible.

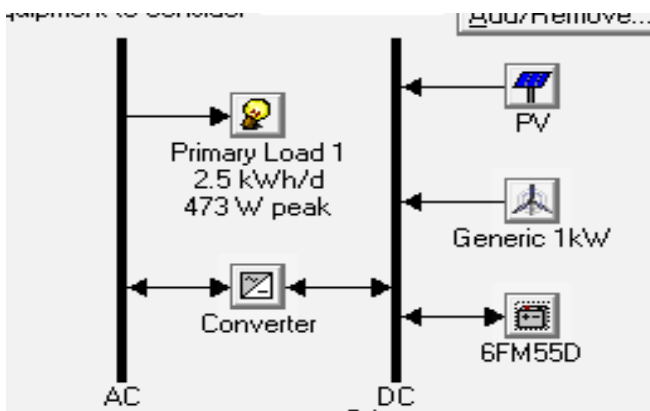


Figura 9. Esquema del sistema híbrido.

Una vez diseñado y simulado en el software se logró obtener la mejor solución posible, que se observa en la Figura 10. Mediante los resultados se observó que más favorable sale la instalación del generador fotovoltaico debido a la su inversión en la instalación.

En la intervención de la mejor solución se obtuvo un capital inicial de \$1.970 para la instalación y un costo total NPC de \$4.540, con una duración estimada a 20 años de vida útil de los PV.

Calculate Simulations: 0 of 64 Progress: Sensitivities: 1 of 1 Status: Completed in 4 seconds.

Sensitivity Results Optimization Results

Double click on a system below for simulation results. Categorized Overall Export... Details...

	PV (kW)	G1	6FM55D	Conv. (kW)	Initial Capital	Operating Cost (\$/yr)	Total NPC	COE (\$/kWh)	Ren. Frac.
	0.9		3	1	\$ 1,970	201	\$ 4,540	0.389	1.00
	0.9		4	1	\$ 2,060	224	\$ 4,922	0.422	1.00
	0.9		5	1	\$ 2,150	254	\$ 5,400	0.463	1.00
	0.9		6	1	\$ 2,240	285	\$ 5,877	0.504	1.00
	0.9		8	1	\$ 2,420	345	\$ 6,832	0.586	1.00
	0.9	1	3	1	\$ 3,970	297	\$ 7,763	0.666	1.00
	0.9		10	1	\$ 2,600	406	\$ 7,787	0.668	1.00
	0.9	1	4	1	\$ 4,060	327	\$ 8,241	0.706	1.00
	0.9	1	5	1	\$ 4,150	357	\$ 8,718	0.747	1.00
	0.9		12	1	\$ 2,780	466	\$ 8,742	0.749	1.00
	0.9	1	6	1	\$ 4,240	388	\$ 9,196	0.788	1.00
	0.9	1	8	1	\$ 4,420	448	\$ 10,150	0.870	1.00
	0.9	1	10	1	\$ 4,600	509	\$ 11,105	0.952	1.00
	0.9	1	12	1	\$ 4,780	569	\$ 12,060	1.034	1.00

Figura 10. Resultados de la mejor solución para la hacienda Quirola.

Costo total y características del dimensionamiento

En la Figura 11 se puede apreciar los costos totales en barras y en matriz, tanto del PV, Visión 6FM55D y del Converter, como también los costo de remplazos y costo de mantenimiento y operaciones.

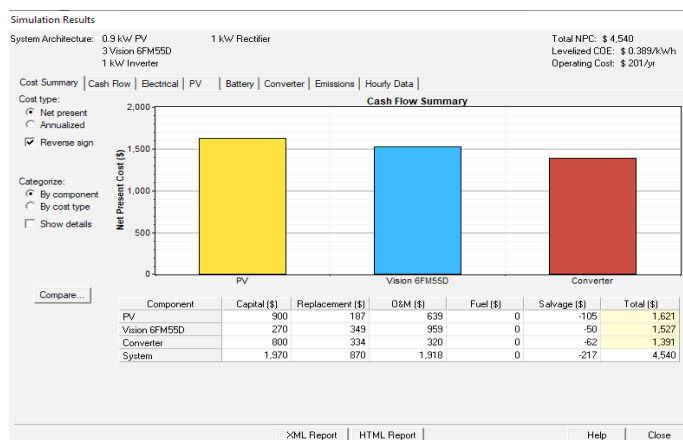


Figura 11. Características del dimensionamiento.

A continuación, en la Figura 12 se puede apreciar en la gráfica de barra la potencia producida por el generador fotovoltaico durante todo el año.

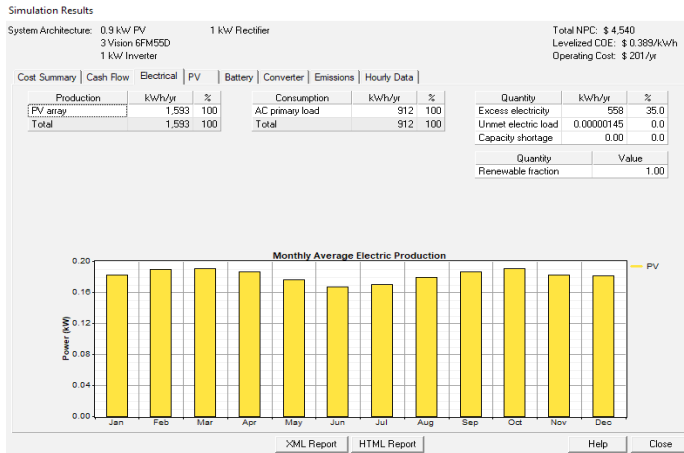


Figura 12. Característica de la potencia generada por PV.

Cabe recalcar que en el dimensionamiento se requiere de un banco de baterías la cual retenga la energía producida por el generador fotovoltaico, para poder cubrir en ausencia de radiación solar.

En la Figura 13 se demuestra las estadísticas mensuales del banco de baterías para este dimensionamiento.

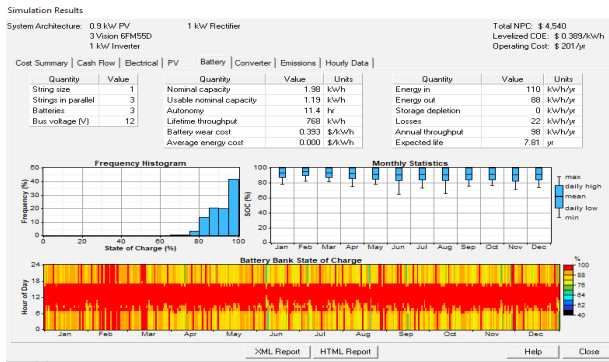


Figura 13. Características del banco de baterías.

Para cubrir una demanda utilizando un generador de corriente continua es imprescindible la conversión de corriente continua a corriente alterna debido a que los consumidores finales consumen alterna, por ciertos motivos se implementó un inversor en el dimensionamiento datos que se pueden observar en la Figura 14, que es el encargado de transformar esta energía.

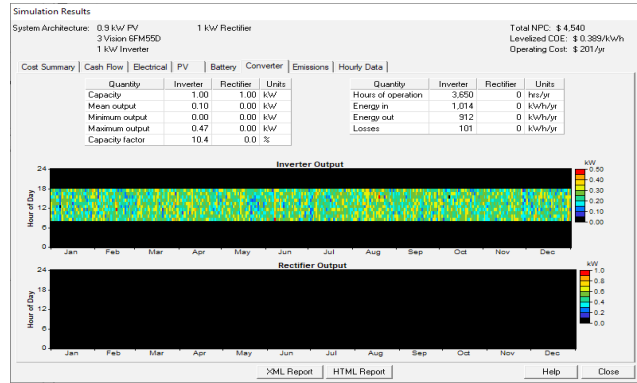


Figura 14. Características del inversor.

Luego de obtener la mejor solución se procede a determinar la configuración de los paneles fotovoltaicos y sus elementos (Figura 15).

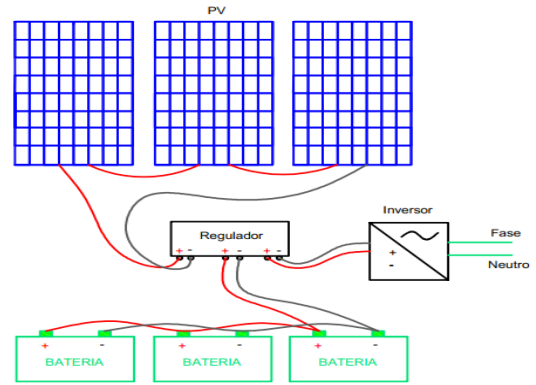


Figura 15. Configuración del sistema fotovoltaico.

CONCLUSIONES

Debido al buen recurso eólico y solar que se presenta en el sector, se optó por el aprovechamiento de la radiación solar para la producción de la electricidad.

Para realizar el estudio de abastecimiento energético utilizamos como prioridad el software HOMER, que es una útil herramienta capaz de modelar y comparar un sinnúmero de opciones de diseño de sistemas energéticos renovables, basándose en sus cualidades técnico-económicas mediante el cual se puede evaluar el impacto de cambios en las variables de entrada y proporcionar resultados en forma de tablas y gráficos.

La energía solar fotovoltaica es una fuente de energía renovable que se la obtiene de manera natural sin necesidad de causar contaminación, por lo que posee el mayor desarrollo tecnológico, lo que le esta llevado a ser una de las energías más implementadas a nivel mundial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balderas Rivas, C. (2018). *Vigilancia tecnológica para el desarrollo de sistemas de almacenamiento de energía eólica*. (Tesis de maestría). Instituto Politécnico Nacional.
- Beltrán Soto, J. M. (2017). *Metodología de diseño para instalaciones solares residenciales en la ciudad de Medellín*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia.
- Campos, I., Pontes, L. G., Marín González, E., Gähns, S., Hall, S., & Holstenkamp, L. (2020). Regulatory challenges and opportunities for collective renewable energy prosumers in the EU. *Energy Policy*, 138.
- Cordano, A. L. (2017). *La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático*. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Osinergmin: GRÁFICA BIBLIOS S.A.
- Carrillo Medrano, L. M. (2015). Generación de energía con un sistema híbrido renovable para abastecimiento básico en vereda sin energización de Yopal – Casanare. Universidad Nacional de Colombia.
- Díaz Galinos, L. A. (2010). *Análisis energético de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico en el sector típico IV utilizando el método de series sintéticas*. (Trabajo de titulación). Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Hernández Escobedo, Q., Perea Moreno, A. J., & Manzano Agugliaro, F. (2018). Wind energy research in Mexico. *Renewable Energy*, 123, 719-729.
- García Hernández, L. S. (2016). *Energía eólica y desarrollo sostenible en la región de la rumorosa, Municipio de Tecate*. (Tesis para obtener el título de Maestro en administración integral del ambiente). El Colegio de la Frontera Norte.
- HOMER. (2018). HOMER: Software de desarrollo de energías renovables. *Energypedia*. https://energypedia.info/wiki/HOMER:_Software_de_desarrollo_de_energ%C3%ADas_renovables
- México. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados. (2017). *Incentivos a las energías renovables: una alternativa de ahorro para el Presupuesto del Gobierno Federal*. Instituto de Investigación sobre el Impacto del Clima de Potsdam. <https://www.cefp.gob.mx/transp/CEFP-CEFP-70-41-C-Estudio0617-080617.pdf>
- México. Secretaría de Energía. (2016). *Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030*. SENER. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177622/Prospectiva_de_Energias_Renovables_2016-2030.pdf
- Mikati, M., Santos, M., & Armenta, C. (2012). Modelado y Simulación de un Sistema Conjunto de Energía Solar y Eólica para Analizar su Dependencia de la Red Eléctrica. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial RIAI*, 9(3), 267-281.
- Recalde, M. Y., Bouille, D. H., & Girardin, L. O. (2015). Limitaciones para el desarrollo de energías renovables en Argentina. *Problemas del Desarrollo*, 183(46), 89-115.
- Revelo, R. B. (2015). Factibilidad técnica y económica de un sistema híbrido aislado de red para la Estación de Cotopaxi del Instituto Espacial Ecuatoriano. (Trabajo de titulación). Escuela Politécnica Nacional.