

SISTEMA SOLAR FOTOVOLTAICO AISLADO A LA RED PARA SUMINISTRAR ENERGÍA LIMPIA Y GRATUITA EN ESPACIOS PÚBLICOS

Diego Paúl Monga Sánchez
dmonga.istt@gmail.com
Instituto Superior Tecnológico Tungurahua

Recibido: 31/10/21
Aceptado: 25/11/21
Publicado: 01/01/22

RESUMEN

La presente investigación se enfoca en la obtención de electricidad a partir de energía solar. El proyecto es factible debido a la demanda de suministro eléctrico en parques públicos de lugares alejados y a las condiciones de irradiación solar en el cantón Ambato con valores superiores a 400 W/m^2 . El sistema se compone de tres paneles fotovoltaicos de 270 W, un regulador de carga de 40 A, un inversor de voltaje de 1000 W y una batería de ciclo profundo de 100 Ah. Los paneles fueron colocados sobre la azotea de los baños públicos del parque central de la parroquia *Picaihua*, acoplados en una estructura que fue diseñada en software CAD y que los posiciona en dirección al sol con una libertad de giro de 90° . Los demás componentes del sistema están ubicados en una caja aislada y protegida contra la intemperie. Además, se diseñó un banco informativo y de monitoreo que proveerá información sobre voltaje, corriente, frecuencia, hora y fecha. La red eléctrica de baja tensión está distribuida en 4 contactos dobles y 4 mixtos con entradas de Bus Universal en Serie (USB). El sistema está diseñado para soportar cargas de hasta 800 W y se encuentra totalmente operativo.

PALABRAS CLAVE: energía solar, irradiación solar, panel fotovoltaico, red de baja tensión.

PHOTOVOLTAIC SOLAR SYSTEM ISOLATED TO THE NETWORK TO SUPPLY CLEAN AND FREE ENERGY IN PUBLIC SPACES

ABSTRACT

The research work focuses on obtaining electricity from solar energy. The project is feasible due to electricity supply demand in public parks of faraway places and Ambato's solar irradiation conditions with values higher than 400 W/m². The system is composed for three 270 W photovoltaic panels, a 40 A charge regulator, a 1000 W voltage inverter and a 100 Ah deep cycle battery. The panels are located on the roof of the public baths in the central park of *Picaihua* parish, coupled in a structure which was designed in CAD software and that positions them in sun's direction with a freedom rotation of 90°. The other components of the system are located in an insulated box protected against the outdoor. In addition, an informational and supervision bank was designed, which will provide information about voltage, current, frequency, time and date. The low voltage electrical network is distributed in 4 double and 4 mixed contacts with Universal Serial Bus (USB) inputs. The system is designed to support until 800W loads and is fully operational.

KEYWORDS: solar energy, solar irradiation, photovoltaic panel, low voltage network.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de energías renovables en el Ecuador se ha constituido en una herramienta importante en la lucha por contrarrestar el calentamiento global. Muestra de ello, es el hecho que en el país el 51,78% de consumo de combustibles fósiles ha sido reemplazado con generación renovable (ARCONEL, 2015).

Además de no contaminar el medio ambiente, el uso de energías renovables resulta una inversión muy rentable, puesto que el único egreso que demandan son los costos iniciales de implementación y de mantenimientos ocasionales. Su implementación puede ser realizada de manera autónoma o conectada a la red pública.

En los sectores de masiva concurrencia como parques públicos, inevitablemente surge la necesidad de contar con puntos de suministros eléctricos, ya que la era tecnológica actual así lo demanda. Hoy en día, el uso de dispositivos electrónicos es una necesidad cotidiana e imprescindible para gran parte de la sociedad y, por ende, sus procesos de carga eléctrica resultan en una necesidad cotidiana.

El propósito principal de la investigación fue el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico aislado a la red pública, con la finalidad de proveer de energía limpia y gratuita en el parque central de la parroquia *Picaihua* del cantón Ambato.

Como propósitos específicos se plantearon: el análisis del recurso solar en el sector, el dimensionamiento de cada uno de los componentes del sistema fotovoltaico, el diseño y construcción de una estructura que permita tener una libertad de inclinación para los elementos de captación y la distribución de una red eléctrica de baja tensión en el parque. Todo ello basado en normativas técnicas y lineamientos específicos.

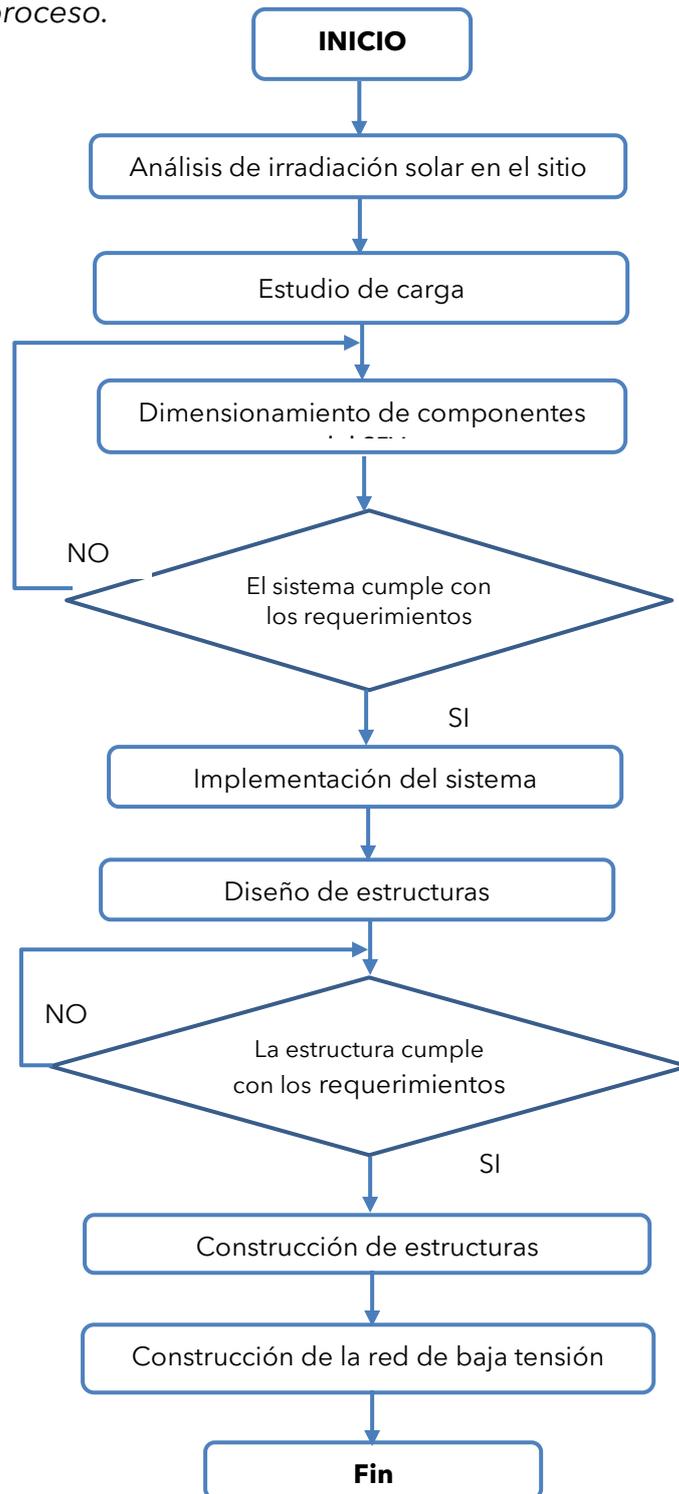
2. ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS / MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología empleada para el diseño e implementación del sistema constó de 4 etapas: una etapa inicial, en la cual se efectuó el análisis de irradiación solar en el lugar; una segunda etapa de cálculo, dimensionamiento y selección de los componentes del sistema fotovoltaico; una tercera etapa de diseño y construcción de estructuras; finalmente, una cuarta etapa de implementación de la red eléctrica de baja tensión en el parque.

El orden en el que se desarrolló el proceso se esquematiza en el flujograma de la Figura 1.

Figura 1

Flujograma del proceso.



Fuente: elaboración propia (2021).

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

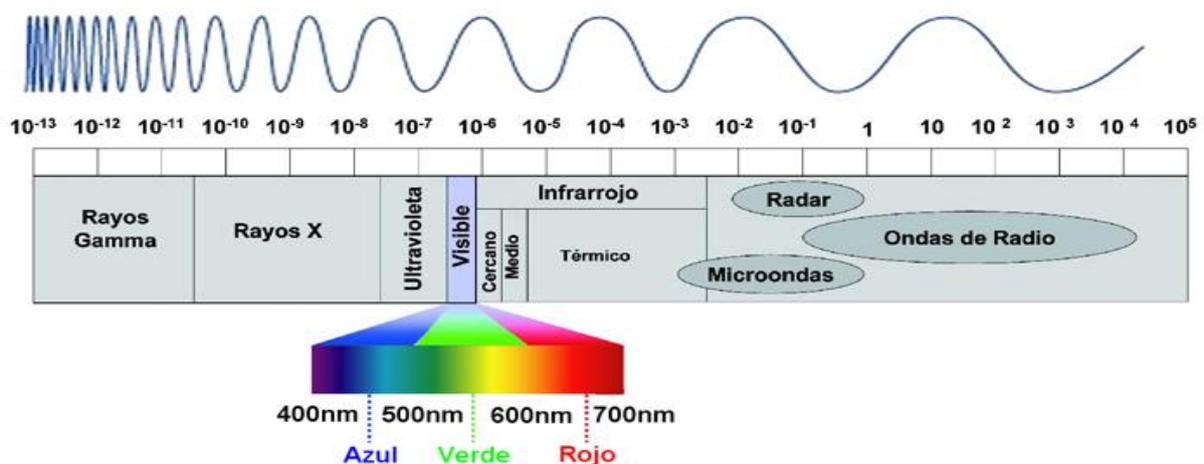
2.1. Análisis de radiación Solar

La radiación solar corresponde a la energía que el sol emana hacia la atmósfera a manera de radiación electromagnética. Se puede monitorear de manera horizontal, empleando un piranómetro, equipo de medición que emite lecturas en vatios por metro cuadrado (W/m^2) (Meteo Navarra, 2018).

La radiación electromagnética, está compuesta de ondas generadas por la oscilación de cargas eléctricas, cuya propagación no necesita de un entorno material. Para establecer su energía y poder de penetración se necesita analizar la longitud de onda y la frecuencia. En la Figura 2 se observa un espectro que ordena la radiación electromagnética por longitudes de onda (IDEAM, 2015).

Figura 2

Espectro Electromagnético.



Fuente: IDEAM (2015).

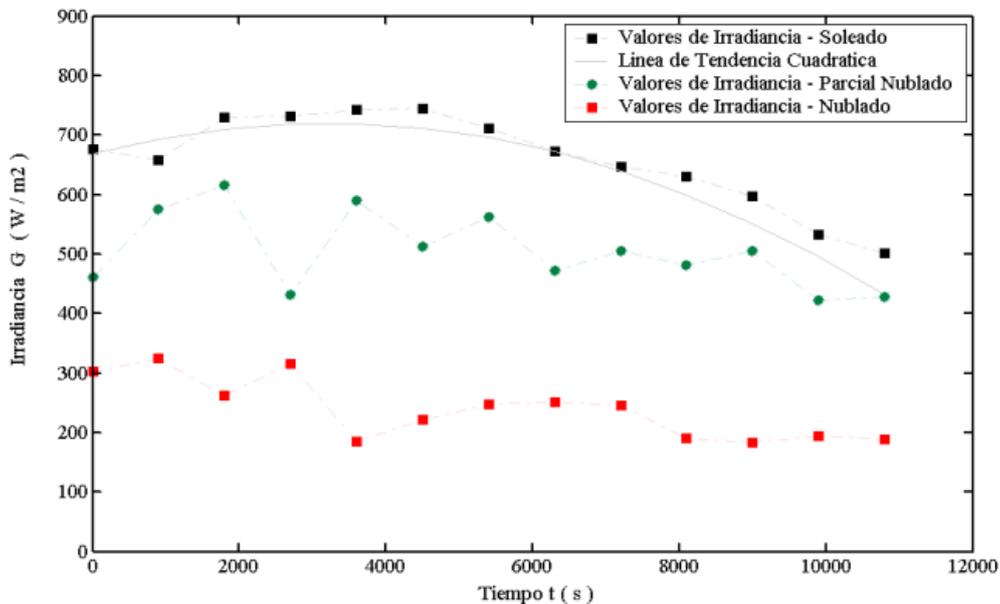
En la ciudad de Ambato, el valor de irradiancia promedio supera los 400 (W/m^2) en un día soleado con proyección a nublado, lo cual demuestra el óptimo potencial de energía solar en el cantón.

En la Figura 3, se observa una gráfica promedio de irradiancia vs tiempo para los 3 tipos de condiciones climáticas posibles en el lugar: soleado, parcialmente nublado y nublado (Toalombo, 2011).

Los valores proyectados de irradiancia para la ciudad garantizan una tendencia adecuada para el funcionamiento continuo del sistema fotovoltaico a implementarse.

Figura 3

Gráfica de Irradiancia promedio vs tiempo



Fuente: Toalombo (2011).

2.2. Dimensionamiento del Sistema

Sistema Fotovoltaico

Su función es transformar directamente la energía del sol en corriente continua gracias al efecto fotovoltaico. Cuando un panel fotovoltaico recibe la radiación del sol, en sus frentes se genera un diferencial de potencial que permite la circulación de electrones (ACCIONA, 2015).

Posteriormente, la corriente continua generada se transforma en corriente alterna mediante el empleo de inversores DC/AC. En el caso de los sistemas cuyo desempeño es asilado a la red, requieren de medios de acumulación para la corriente producida (CECU, 2014).

Sistemas Fotovoltaicos Aislados

La Figura 4 muestra los componentes y el esquema funcional de un sistema fotovoltaico asilado a la red pública. Estos tienen aplicación especialmente en lugares alejados, donde no es posible llegar con la red. Los componentes fundamentales de dichos sistemas son: paneles fotovoltaicos, inversores DC/AC, controlador de carga y baterías de ciclo profundo (Villaflores, 2015).

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

Figura 4

Sistema fotovoltaico aislado.



Fuente: Villaflores (2015).

Estudio de carga

Para dimensionar los componentes del sistema, se debe conocer previamente la cantidad de energía demandada por día. En la tabla 1 se muestra dicha proyección para el sistema.

Tabla 1

Proyección diaria de energía demandada para el sistema.

| Carga | Cantidad | Potencia (W) | Horas/día (h) | Energía (Wh) |
|---------------------|----------|--------------|---------------|--------------|
| Teléfono Móvil | 6 | 10 | 7 | 420 |
| Computador Personal | 2 | 45 | 2 | 180 |
| Lámparas | 2 | 15 | 3 | 90 |
| | | Total | | 690 |

Fuente: elaboración propia (2021).

Para alimentación de cargas, se colocó 4 tomacorrientes dobles. Para cada tomacorriente doble se deberá considerar una potencia de 200 W, dando un total de 800 W (MIDUVI, 2018).

Selección del inversor

La función del inversor es convertir la corriente continua procedente de las baterías en corriente alterna. Esta debe estar a la frecuencia nominal de cada región y deberá abastecer la demanda del sistema (Alusínsolar, 2020). Se procede a determinar la potencia necesaria para el inversor, empleando la ecuación (1), considerando que el sistema tendrá una tensión de operación de 12 V y una potencia de demanda igual a 800 W.

$$P_{\text{Inversor}} = 1.2 * P_{\text{demanda}} \quad (1)$$

$$P_{\text{Inversor}} = 1.2 * (800 \text{ W})$$

$$P_{\text{Inversor}} = 960 \text{ W}$$

En la Figura 5 se muestra el inversor seleccionado: marca *Titan Inverter*, modelo PI-1000, potencia 1000 w y eficiencia $n=0.9$ (Grupo Velasco, 2018).

Figura 5

Inversor Titan PI-1000.



Fuente: Grupo Velasco (2018).

Selección de Generador Fotovoltaico

La función del generador fotovoltaico es la de transformar la energía del sol en electricidad y proveer paulatinamente de potencia al sistema (Alusínsolar, 2020). Para el cálculo, se selecciona el valor típico de 0,8 para el rendimiento de carga (n_{bc}) y descarga (n_{bd}) que tendrá la batería y se procede a calcular el rendimiento de la misma empleando la ecuación (2).

$$n_b = n_{bd} * n_{bc} \quad (2)$$

$$n_b = 0,8 * 0,8$$

$$n_b = 0,64$$

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

Se procede a calcular la energía del campo solar empleando la ecuación (3) y considerando el valor de rendimiento del inversor (n_i) seleccionado (0,9) y la energía demandada por día (E_d) de 690 Wh/día.

$$ECS = \frac{E_d}{n_b * n_i} \quad (3)$$

$$ECS = \frac{690}{0.64 * 0.9}$$

$$ECS = 1197.9 \text{ wh/día}$$

En la Figura 6, se muestra el panel seleccionado: marca *Talesun*, serie TP660P de 270W a 12 V. Este tiene la capacidad de proveer aproximadamente 950Wh/día en condiciones de invierno y mucho más en verano (ver figura 5) (AUTOSOLAR, 2021).

Figura 6

Panel solar *Talesun TP660P*.



Fuente: AUTOSOLAR, 2021.

Posteriormente, se procede a calcular la energía del panel empleando la ecuación (4) y considerando el voltaje nominal de la batería (V_{nb}) que es de 12 V y la corriente de operación (I_{mpp}) de 8,73 para el panel seleccionado.

Complementariamente, se ha considerado también un valor típico de 5 para el HSP (horas Sol Pico) en la región, siendo este valor la magnitud que hace referencia a la suma de insolación total que incide a lo largo de un día sobre los captadores solares (Ingeniería Verde, 2019).

$$E_p = V_{nb} * I_{mpp} * HSP \quad (4)$$

$$E_p = 12 * 8,73 * 5$$

$$E_p = 523,8 \frac{Wh}{panel}$$

Par el cálculo del número total de paneles (N_{tp}) que tendrá el sistema, se empleó la ecuación (5).

$$N_{tp} = \frac{Ecs}{E_p} \quad (5)$$

$$N_{tp} = \frac{1197,9 \frac{wh}{día}}{523,8 \frac{wh}{panel}}$$

$$N_{tp} = 2,29 \sim 3 \text{ paneles}$$

Mientras que para calcular el número total de paneles en serie (N_{ps}) se empleó la ecuación (6) y se consideró el valor de 17 V como voltaje máximo del panel (V_{mp}).

$$N_{ps} = \frac{V_{nb}}{|V_{mp-3}|} \quad (6)$$

$$N_{ps} = \frac{12}{17 - 3}$$

$$N_{ps} = 0,85 \sim 1$$

Finalmente, se determinó el número de paneles en paralelo (N_{pp}) empleando la ecuación (7):

$$N_{pp} = \frac{N_{tp}}{N_{ps}} \quad (7)$$

$$N_{pp} = \frac{3}{1}$$

$$N_{pp} = 3$$

Selección del regulador de carga

La función del regulador de carga es disponer de forma adecuada la energía almacena en las baterías, de manera que impide que el sistema sufra una descarga o una sobrecarga; a la vez, contribuye a una mayor vida útil de las baterías. (Alusínsolar, 2020).

El voltaje nominal del regulador (V_{nr}), al igual que el de toda la instalación será de 12 V. Para determinar la corriente de corte del regulador, se empleará la ecuación (8) y se toma el valor de corriente de cortocircuito (I_{cc}) del panel seleccionado que es de 9,09 A, se asumirá también un factor de seguridad de 1,25%.

$$I_r = \% \text{ de seguridad} * n_{pp} * I_{cc} \quad (8)$$

$$I_r = 1,25 * 3 * 9,09 A$$

$$I_r = 34,09 A$$

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

En la Figura 7 se observa el regulador de carga seleccionado: marca Victron Energy, modelo MPPT 100|40 a 12 voltios (Renova Energía, 2020).

Figura 7

Regulador de carga MPPT 100|40.



Fuente: elaboración propia (2021).

Selección de la batería

La función de la batería consiste en regular la energía generada que receipta. Básicamente, almacena el suministro para usarse en cuanto sea necesario, especialmente, para el horario nocturno. Es parte fundamental de los sistemas aislados (Alusínsolar, 2020).

Para determinar la corriente del banco de baterías (CBb) se emplea la ecuación (9), considerándose un porcentaje de descarga del 0,9 y el voltaje nominal de la batería (Vnb) de 12 V.

$$CBb = \frac{Ed}{Vnb * \%descarga} * 2 \quad (9)$$

$$CBb = \frac{690}{12 * 0,9} * 2$$

$$CBb = 127,78 \text{ Ah}$$

La Figura 8 muestra la batería seleccionada: marca GEB, modelo NPG 100-12, de capacidad 100 Ah (GLOBAL ELECTRONIC, 2020).

Figura 8

Batería de ciclo profundo marca GEB.



Fuente: elaboración propia (2021).

Finalmente, se procede a calcular el número total de baterías (N_{bt}) empleando la ecuación (10), y considerando el valor de corriente de batería (C_b) igual a 100 Ah, obtenido de la batería seleccionada.

$$N_{bt} = \frac{V_{nb} * C_{Bb}}{V_{nb} * C_b} \quad (10)$$

$$N_{bt} = \frac{12V * 127,78Ah}{12V * 100 Ah}$$

$$N_{bt} = 1,2 \sim 1 \text{ batería}$$

Estructuración del Sistema

El inversor, el regulador de carga y la batería será en el interior de una caja metálica IP65 como se muestra en la Figura 9.

Figura 9

Proceso de conexión de componentes.



Fuente: elaboración propia (2021).

Monga Sánchez, D. (2022). Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

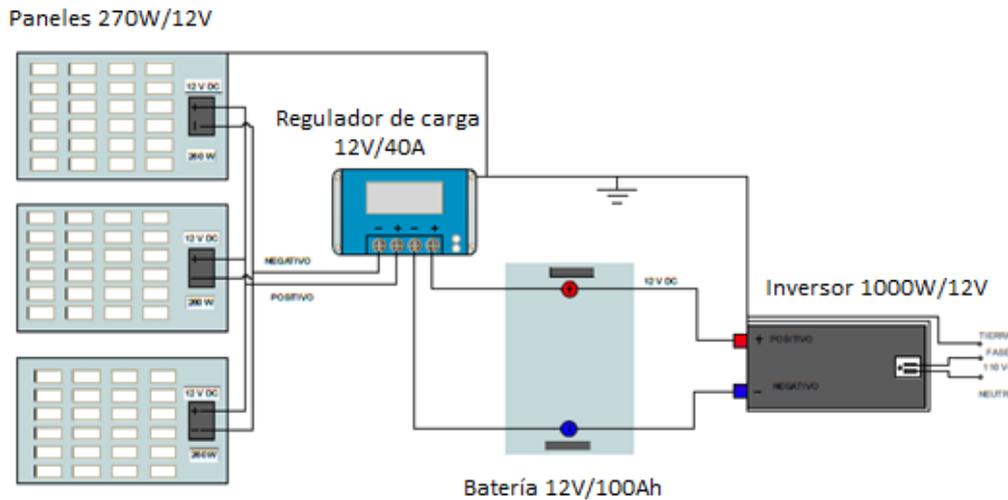
Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

En la Figura 10, se muestra el esquema del sistema fotovoltaico implementado que deberá abastecer la potencia demandada.

Figura 10

Esquema de conexión del sistema.



Fuente: elaboración propia (2021).

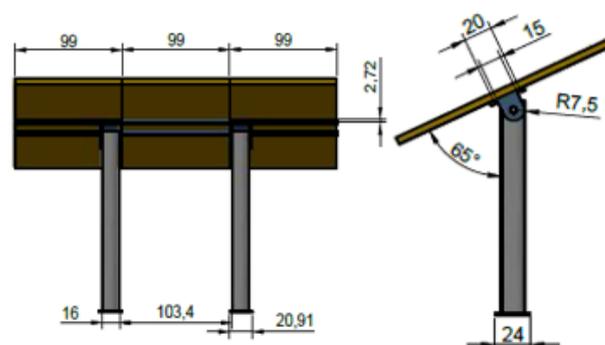
2.3. Diseño de Estructuras

Modelamiento y construcción

La estructura para los paneles fotovoltaicos fue diseñada con una característica de libertad de inclinación. En la Figura 11 se observa el modelado de la estructura en software CAD.

Figura 11

Diseño de la estructura.



Fuente: elaboración propia (2021).

Monga Sánchez, D. (2022). Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

Posteriormente, se procedió a la construcción y ensamblaje de las misma. La estructura fue realizada en acero (ver Figura 12).

Figura 12

Estructura construida.



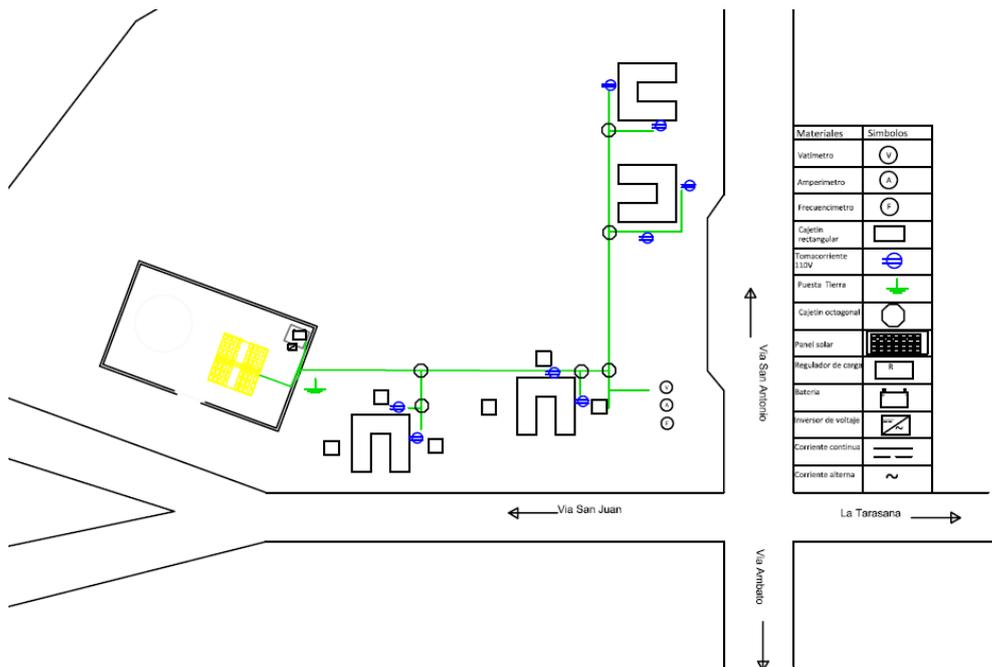
Fuente: elaboración propia (2021).

2.4. Diseño de la red de baja tensión

Luego de ello, se procedió a implementar una red de baja tensión a lo largo del parque, con el propósito de colocar 8 tomacorrientes; 2 en cada banca. En la Figura 13 se observa el plano eléctrico de la red.

Figura 13

Ubicación y conexión de la red de baja tensión en el parque.



Fuente: elaboración propia (2021).

Monga Sánchez, D. (2022). Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

Como punto de partida, se implementó una varilla *coperweld* para protección del sistema (ver Figura 14). Adicionalmente, el sistema cuenta con una protección termomagnética de 20 A.

Figura 14

Implementación de un sistema de puesta a tierra.



Fuente: elaboración propia (2021).

A continuación, se realizó el cableado (ver Figura 15) desde la fuente hasta los 8 tomacorrientes. Se empleó conductor sólido calibre 12 AWG de cobre, colores rojo, blanco y verde, para la fase, neutro y tierra respectivamente (MIDUVI, 2018).

Figura 15

Cableado de la red a lo largo del parque.



Fuente: elaboración propia (2021).

Finalmente, se colocó los contactos: 2 en cada banca del parque. Cabe resaltar que 4 de ellos fueron contactos dobles comunes y los 4 restantes fueron

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

contactos mixtos con entradas de Bus Universal en Serie (USB). En la Figura 16 se observan las adecuaciones y montaje de los contactos.

Figura 16

Montaje de los contactos en las bancas del parque.



Fuente: elaboración propia (2021).

3. RESULTADOS

La ubicación seleccionada para colocar los captadores fue la azotea de los baños del parque. Se arrancó con una inclinación inicial de 30° en sentido norte - sur que, sumada a los buenos niveles de irradiación en el lugar, que superaron los $400 \text{ (W/m}^2\text{)}$, hacen que los captadores rindan de manera adecuada y aprovechen al máximo el recurso solar. Los puntos de suministro fueron sometidos a comprobación de tensión, obteniéndose valores de entre 108,5 y 121 voltios (ver Figura 17), siendo estos valores adecuados dentro de los límites de variación de tensión permitidos para bajo voltaje, cuyo rango está en $\pm 8\%$ de acuerdo a la regulación ARCONEL - 005/18 (ARCONEL, 2019).

Figura 17

Medición de tensión en los puntos de suministro del sistema.



Fuente: elaboración propia (2021).

Monga Sánchez, D. (2022). Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

Así mismo, se conectó carga en los puntos de suministro, puntualmente, computadores personales, cargadores de teléfonos móviles (ver figura 18) y una herramienta de mano cuya potencia fue de 0,5 Hp. En todos los casos el sistema respondió satisfactoriamente.

Figura 18

Ingreso de carga al sistema.



Fuente: elaboración propia (2021).

También, se realizó un monitoreo visual *in situ* para determinar cómo interactúa la colectividad con el sistema, observándose a varias personas haciendo uso de la red, puntualmente cargando sus dispositivos móviles. Además, se realizó una entrevista a los transeúntes, para determinar la acogida que tuvo el sistema y el conocimiento que la población tiene sobre las energías renovables. También se observó personas observando la estructura informativa y de monitoreo (ver Figura 19).

Figura 19

Estructura informativa u de monitoreo.



Fuente: elaboración propia (2021).

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

4. DISCUSIÓN

La implementación del sistema rompe paradigmas en cuanto al nulo acceso que tienen los sectores rurales y alejados con respecto a sistemas tecnológicos de punta con energías renovables. Este sistema significa el acceso a electricidad en sectores que quizá no se proyectaban. Estudiantes, transeúntes y la colectividad en general goza ahora de la facilidad de poder cargar sus dispositivos mientras desarrollan actividades diarias en el parque como esperar transporte, charlar, descansar, eventos públicos, entre otros.

Adicionalmente, significa un ahorro energético importante a la colectividad, puesto que ya no necesitan usar la red pública, sino que ya pueden usar energía limpia y gratuita para actividades cotidianas que se realicen en el parque de la parroquia.

El tener una libertad de inclinación en la estructura contenedora de los paneles permite que los mismos puedan ser orientados hacia la mejor posición con respecto a la dirección del sol y no quedarse estáticos permanentemente en una sola posición.

Los contactos seleccionados y colocados en las bancas de parque dan la facilidad de carga con o sin elementos de transformación para los dispositivos móviles. Hoy en día, la costumbre social es usar únicamente conectores de entrada tipo Bus Universal en Serie (USB).

El proyecto deja abierta la puerta a una futura expansión en cuanto a la potencia de salida del sistema, pudiendo llegarse a conformar una planta de generación capaz de abastecer a parte de los usuarios en el lugar. Por ende, proyectaría a la ciudad como una localidad verde y amigable con el medio ambiente, que aporta a la lucha contra el calentamiento global.

5. CONCLUSIONES / CONSIDERACIONES FINALES

En el lugar que se encuentra, el recurso solar funciona en niveles óptimos para generación fotovoltaica superando niveles de 400 (W/m²) en días poco soleados y con tendencia a nublados.

Se realizó el respectivo estudio empleando normativas y estándares técnicos para dimensionar y seleccionar los componentes adecuados para el sistema fotovoltaico que deberá garantizar al menos una energía demandada de 690 Wh diariamente.

Se diseñó una estructura de acero con una libertad de 90° de inclinación para los elementos de captación solar, lo que permite orientarlos de manera eficiente y acorde a la dirección del sol.

Se implementó una red de baja tensión que consta de 8 contactos para suministrar el recurso eléctrico generado a lo largo del parque. El diseño de la red fue alineado a los parámetros que rige la norma ecuatoriana de construcción.

El sistema se implementó de manera exitosa y ha respondido efectivamente a la demanda de carga. Además, el diferencial de potencial medido constantemente se encuentra en niveles óptimos de entre 108,5 y 121 V.

6. REFERENCIAS

Atlas Solar del Ecuador. (2019). Ingeniería Verde.

<https://www.ingenieriaverde.org/2020/01/28/atlas-solar-del-ecuador-2019/>

Ecuador posee un 51,78% de energía renovable - ARCONEL. (28 de octubre de 2021). <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/ecuador-posee-un-5155-de-energia-renovable/>

Energía Solar Fotovoltaica. (30 de octubre de 2021).

<https://cecu.es/campanas/medio%20ambiente/res&rue/htm/dossier/2%20fotovoltaica.htm#4.%20Sistemas%20fotovoltaicos>

Energía solar fotovoltaica y su contribución | ACCIONA | Business as unusual.

<https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/fotovoltaica/>

Global Electronic |Batería de gel 12V 200AMP para instalaciones solares 90% real. (30 de octubre de 2021).

<https://www.globalelectronic.com.ec/productos.php?issetcat=14541&issetnom=BATER%C3%8DA%20DE%20GEL%2012V%20200AMP%20PARA%20%20INSTALACIONES%20SOLARES%2090%%20REAL%27>

Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC) - MIDUVI. (2021).

<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/03/NEC-SB-IE-Final.pdf>

Panel Solar 270W Talesun Policristalino (2021). <https://autosolar.es/paneles-de-conexion-a-red/panel-solar-270w-talesun-policristalino>

Principales componentes de una instalación fotovoltaica. (2020). Alusín Solar.

<https://alusinsolar.com/principales-componentes-de-una-instalacion-fotovoltaica/>

Radiación solar - IDEAM. (2021). <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar-ultravioleta>

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573

Regulaciones - ARCONEL. (2021).

<https://www.regulacionelectrica.gob.ec/regulaciones/>

Regulador de Voltaje BLUESOLAR MPPT 100/50. (2021). Renovaenergía S.A.

<https://www.renova-energia.com/productos/regulador-de-voltaje-bluesolar-mppt-10050/>

Sistemas Aislados de Red–Sistema Fotovoltaico de Conexión a Red–Instalaciones Fotovoltaicas. (2021.). Villa Flores Martín.

<https://www.villafloresmartin.com/es/servicios/energias-renovables/>

Toalombo Rojas, B. M. (2011). Estudio del espectro de irradiación solar para determinar el potencial de energía aprovechable en la ciudad de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/1169>

Velasco | Sonido y Electrónica–INVERSOR DE CORRIENTE DC/AC 1000W 12V.

(2021). <https://www.velasco.com.ec/velasco/producto.php?id=176>

Monga Sánchez, D. (2022). *Sistema solar fotovoltaico aislado a la red para suministrar energía limpia y gratuita en espacios públicos*. Revista Cotopaxi Tech, 2(1), pp. 83-102.

<http://ojs.istx.edu.ec/index.php/cotopaxitech/article/view/48>

Enero - junio (2022)

ISSN 2806-5573