

# Sistema Fotovoltaico en Cerro de Plata

**Analiz Valdés, Erick Guevara, Fernando Guiraud, Jesús Medina, Efraín Bocaranda, Allen Gamboa**

Licenciatura en Ingeniería Eléctrica y Electrónica - Centro Regional de Veraguas - Universidad Tecnológica de Panamá

**Resumen** Se ha desarrollado el estudio de un proyecto solar autónomo para la residencia de la señora Epifanía en la región de Cañazas, exactamente en el pueblo Cerro de Plata. Se ha considerado el dimensionamiento del sistema basado en un sistema aislado que cuente con una reserva de energía máxima para cuatro días. Las condiciones de sombra se realizaron con un software que determina el impacto de las sombras de los árboles circundantes. Los parámetros utilizados en las ecuaciones se basan en el mayor consumo diario proyectado por la refrigeradora y lámparas considerados en el estudio.

**Palabras Claves** Baterías, fotovoltaico, inversor, Panel solar, regulador.

**Abstract** The study of an autonomous solar project has been developed for residence of Mrs. Epifania in the Cañazas region, exactly in the town of Cerro de Plata. The sizing of the system based on an isolated system that has a maximum power reserve for four days has been considered. The shadings conditions were performed with a software that determines the impact of the shadows of the surrounding trees. The parameters used in the equations are based on the highest daily consumption projected by the refrigerator and lamps considered in the study.

**Key Words** Batteries, inverter, photovoltaic, regulator, Solar Panel.

## 1. Introducción

Los sistemas fotovoltaicos brindan una solución clara para el cambio climático, pero también son equipos que permiten el desarrollo en áreas rurales. En nuestro país la energía solar puede ser muy aprovechable porque en esta región las horas de sol con alta radiación son prolongadas.

Los equipos necesarios para generar electricidad por medio del sol son costeables y después de instalados no es necesario pagar facturas, impuestos o realizar gastos de mantenimiento a corto y mediano plazo.

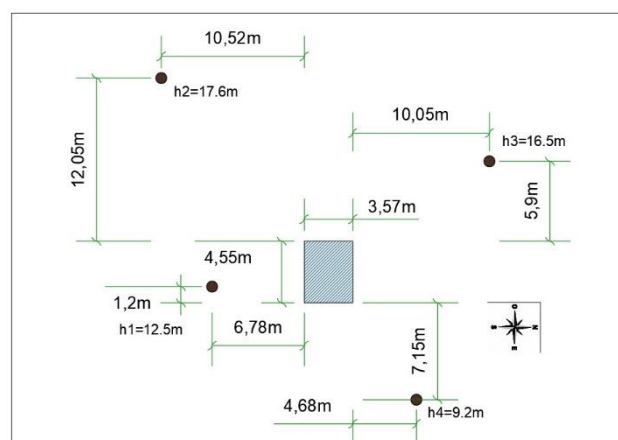
En este trabajo se realiza el estudio metódico de todas las variables necesarias en el análisis para la instalación de un generador solar en la residencia de una persona de escasos recursos. El estudio se basa en la potencia necesaria que debe generar el panel para suplir al refrigerador y focos ya sea por su generación directa o suministrada por las baterías.

## 2. Metodología

### 2.1 Recolección de Datos

Para evitar cualquier tipo de evento futuro que pueda afectar el funcionamiento del sistema fotovoltaico, es

necesario conocer el lugar donde se va a instalar, tomando en cuenta todo alrededor desde la altura e inclinación de la casa hasta si hay algún objeto que pueda impedir que el panel se recargue por completo, como por ejemplo la sombra de algún árbol o algún tanque de reserva de agua, es decir, que es necesario realizar medidas numéricas de cada detalle que impida el rendimiento máximo del sistema.



**Figura 1.** Plano en autocad de la vivienda y distancia de los árboles

Otro de los datos a considerar es que ya se cuenta con un panel solar de 60 celdas que genera 250 watts. Es un dato útil

al tratar de conocer el impacto económico y los componentes que se deben conseguir.

## 2.2 Normativas de Seguridad

Al realizar trabajos que involucren electricidad se deben tomar en cuentas ciertas medidas las cuales evitan cualquier tipo de incidente laboral como también evitan que se cometa algún error a la hora de ejecutar el trabajo, lo cual no solo provoca un problema al instalar el sistema, sino que también puede causar daños físicos en los trabajadores y pueden dejar secuelas permanentes en ellos, entre los cuales podemos mencionar quemaduras térmicas, descargas eléctricas, caídas de alturas considerables y también se puede mencionar la contaminación provocada por algún elemento tóxico que puede provocar irritación en diferentes partes del cuerpo.

Para evitar este tipo de accidentes laborales se deben tomar distintas medidas de seguridad como se detallan en la norma NFPA-70E:

### 2.2.1 Capacitaciones al Personal de Trabajo

En este caso el nivel de generación y la zona donde se trabaja es de baja tensión, por lo que la capacitación necesaria en el aspecto de seguridad se ha desarrollado con las normas revisadas en clases.

Según la norma es necesario un nivel de conocimiento en primeros auxilios, aspecto que cumplen los estudiantes del grupo IEE131.



**Figura 2.** Capacitación en primeros auxilios

### 2.2.2 Equipo de Protección Personal

El calzado debe ser el adecuado para evitar cortes en la piel y con un nivel de aislamiento necesario para que no fluya corriente al pisar un cable descubierto con una tensión de 120V o menos.

Al utilizar el taladro para hacer perforaciones es necesario unos lentes que protejan los ojos del polvo. En tal caso del

uso del taladro también sería conveniente unos guantes de cuero.

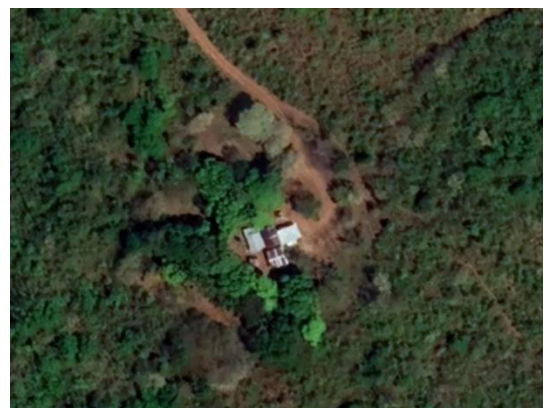
## 3. Estudio de Sombras

Este estudio de sombras será realizado bajo el uso del software sketchup para calcular la intervención de las sombras de los árboles en el proyecto solar cerro de plata.

Los paneles solares son instrumentos con la capacidad de transformar la luz solar en energía eléctrica, mediante celdas, llamadas células fotovoltaicas; por ende, es de suma importancia colocar el panel en una superficie que tenga el mayor tiempo de luz posible sin ser obstruido por ningún tipo de sombra.

Realizando una miniatura del terreno, que abarca una casa y 4 árboles de gran altura que pueden cubrir de sombra el lugar destinado para instalar el panel.

Con la herramienta informática Google Earth se obtuvo las coordenadas del terreno, 8°18'12.0"N 81°21'34.0"W.



**Figura 3.** Foto satelital del lugar de instalación

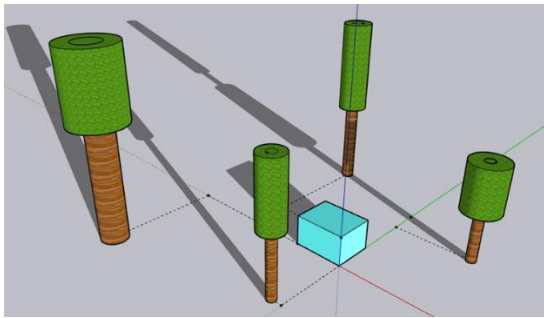
Se mostrarán capturas de como a medida que pasan las horas del día, pueden o no afectar las sombras al techo de la casa.

Se tomó como referencia el día 7 de noviembre del 2021.

De las 9:00 AM en adelante es que se obtiene el nivel de radiación necesario para que el panel genere en niveles óptimos. El primer análisis se realiza a la 7:00 AM para conocer a detalle la dirección de las sombras desde que sale el sol, y tener una referencia hacia donde se encuentra el sur.

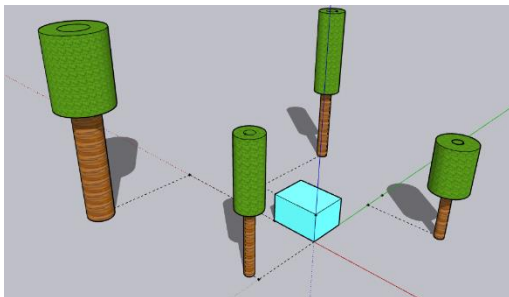
Es necesario conocer el sur en el diagrama 3D para tener una orientación en la dirección que tendrá el panel y la incidencia de las sombras sobre este.

Se toma como referencia el mes de noviembre porque es el mes de transición entre el mes de agosto que es el más lluvioso y el verano



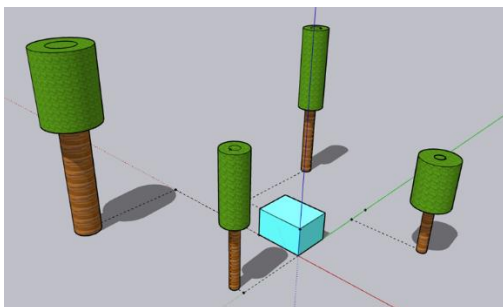
**Figura 4.** Sombras a la 7:00 AM

Vemos que el lugar de salida del sol en la época de noviembre proviene de la zona más despejada y donde se encuentran los árboles de menor altura.



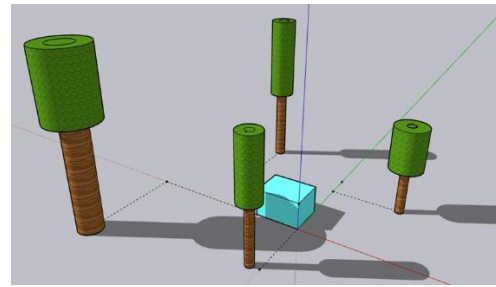
**Figura 5.** Sombra a las 10:00AM

En el inicio de las horas solar pico las sombras no son un problema y se puede observar que empiezan a alejarse de la casa, aunque el árbol mediano que representa el pino si puede representar un problema en otras épocas donde el sol este más inclinado al sur.



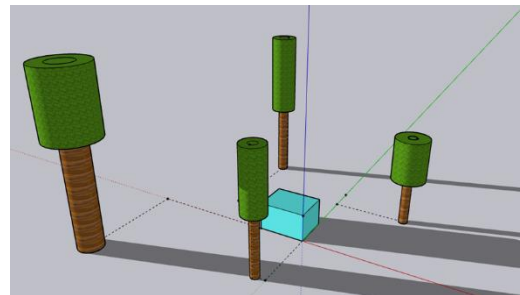
**Figura 6.** Sombra a las 12:00 PM

Se observa el techo de la casa totalmente despejado. En ningún momento del año las sombras representan un problema al mediodía.



**Figura 7.** Sombras a la 3:00 PM

Cuando culmina el periodo de las horas solar pico se observa que el árbol más frondoso y alto puede tener su sombra en la parte más sur de la casa.



**Figura 8.** Sombras a la 5:00 PM

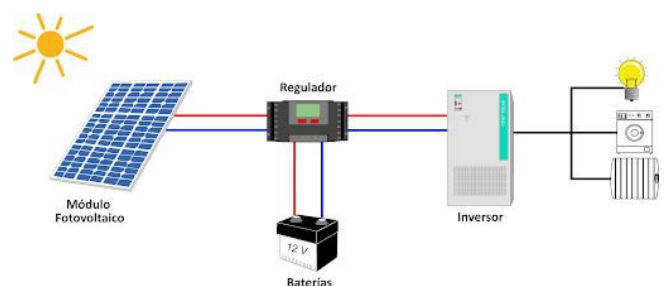
Después de culminada las horas solar pico existe la posibilidad que el árbol más alto cubra con su sombra gran parte de la casa.

**TABLA 1. RESUMEN DE LOS PERIODOS DE SOMBRA**

Periodos del día	Sombra
De 7:00 AM a 10:00 AM	No inciden
De 10:00 AM a 12:00 PM	No inciden
De 12:00 PM a 2:06 PM	No inciden
De 2:07 PM a 3:42 PM	Inciden en parte del techo

## 4. Equipos del Sistema Fotovoltaico

Para realizar la instalación de un panel solar es vital tener el conocimiento necesario para entender el esquema del sistema, ya que si comprendemos este esquema podremos realizar una instalación de forma eficiente y adecuada.



**Figura 9.** Esquema básico de un sistema fotovoltaico

## 4.1 Panel Solar

Todos los módulos fotovoltaicos que formen parte de una unidad de generación deberán estar certificados en conformidad a los protocolos de ensayos listados:

- UL 1703: Estándar para módulos y paneles fotovoltaicos de placa plana.
- IEC / EN 61215: Módulos fotovoltaicos terrestres (PV) de silicio cristalino - Calificación de diseño y aprobación de tipo. (Cristalinos).
- IEC / EN 61646: Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación. (Película fina).
- IEC 61730 / UL 790: Estándar para métodos de prueba estándar de fuego de cubiertas de techo. (Resistencia al fuego).

Un panel solar o módulo fotovoltaico está formado por un conjunto de celular, conectadas eléctricamente, encapsuladas y montadas sobre una estructura de soporte o marco. Proporciona en su salida de conexión una tensión continua y se diseña para valores concretos de tensión (6 V, 12 V, 24 V...), que definirán la tensión a la que va a trabajar el sistema fotovoltaico.

El panel a utilizar en el proyecto Cerro Plata, es 250 watts de potencia y genera 48 voltios. Es importante que el módulo del panel solar cumpla con la norma de certificación UL 1703, ya que este presenta los más altos estándares de seguridad contra accidentes incendiarios por sobrecarga.

No se podrán utilizar módulos fotovoltaicos de distintos modelos y diferentes tecnologías de paneles, ni orientaciones diferentes en un mismo string.

## 4.2 Regulador

Para un correcto funcionamiento de la instalación, hay que instalar un sistema de regulación de carga en la unión entre los paneles solares y las baterías. Este elemento recibe el nombre de regulador y tiene como misión evitar situaciones de carga y sobrecarga de la batería, con el fin de alargar su vida útil.

Necesitaremos un regulador en el proyecto de cerro plata porque queremos hacer una instalación de un panel solar

que acumule energía en una batería y debemos evitar el exceso o pérdida de energía para el perfecto funcionamiento de los componentes eléctricos en el sistema fotovoltaico.

## 4.3 Baterías

Las baterías solares son acumuladores eléctricos para almacenar la energía eléctrica generada por una placa fotovoltaica en una instalación de energía solar. En ocasiones, también se las conoce como baterías fotovoltaicas.

## 4.4 Inversor

Los inversores utilizados en los sistemas fotovoltaicos deberán estar certificados en conformidad a los protocolos de ensayos listados:

- UL 1741: Inversores, Convertidores, Controladores y Equipo de Sistema de Interconexión para usar con Recursos de Energía Distribuida.
- IEC 62109: Seguridad de los convertidores de potencia para su uso en sistemas de energía fotovoltaica.

El inversor se encarga de convertir la corriente continua de la instalación en corriente alterna.

Es un elemento imprescindible en las instalaciones conectadas a red y estará presente en la mayoría de las instalaciones autónomas, sobre todo en aquellas destinadas a la electrificación de viviendas.

# 5. Cálculos y dimensionamiento

## 5.1 Estimación del Consumo

Se harán los cálculos necesarios para estimar cuál es el sistema solar de menor costo y mayor utilidad para las necesidades de la situación. Para esto tomaremos en cuenta tres tipos de refrigeradores distintos y dos niveles de iluminación.

Tomando en cuenta que el ciclo de trabajo de un refrigerador convencional está entre el 40 al 50 por ciento tomamos 12 horas de uso diario por refrigerador, mientras que para iluminación contamos con 5 horas de uso diario estimado.

En la Tabla 2, la forma de calcular sus datos se hará con la siguiente fórmula:

$$C_d = C_h t_t \quad (1)$$

Donde  $C_d$  es el consumo diario en watts por hora,  $C_h$  es el consumo que se da cada hora dado en watts y  $t_t$  es la cantidad de horas de trabajo en un día.

TABLA 2. ESTIMACIÓN DE CARGA

Cantidad	Equipos	Consumo por hora (Wh)	Ciclo de trabajo (h)	Consumo diario (W)
1	Refrigerador (a)	85	12	1020
1	Refrigerador (b)	67.5	12	810
1	Refrigerador (c)	50	12	600
3	Iluminación	27	5	135

De la tabla anterior se establecen tres sistemas de cargas a analizar:

TABLA 3. CONSUMO DIARIO SEGÚN EQUIPOS

Equipos	Consumo diario total (W)
Refrigerador (a) Iluminación	1155
Refrigerador (b) Iluminación	945
Refrigerador (c) Iluminación	735

El consumo diario se ha determinado con la suma de las horas de trabajo del equipo de iluminación y las horas de trabajo del refrigerador.

## 5.2 Dimensionamiento del Sistema

De acuerdo con los datos meteorológicos acumulados por la Empresa de Transmisión Eléctrica de Panamá (ETESA), las horas de sol aprovechables en la provincia de Veraguas es de 4.5 horas.

La República de Panamá se localiza geográficamente en las latitudes septentrionales bajas ( $7^{\circ} 12' 07''$  y  $9^{\circ} 38'46''$  de latitud norte) y los  $77^{\circ} 09' 24''$  y  $83^{\circ} 03' 07''$  de longitud occidental. Debido a nuestra latitud, el ángulo de inclinación óptimo de los paneles solares es de  $8^{\circ}$  aproximadamente.

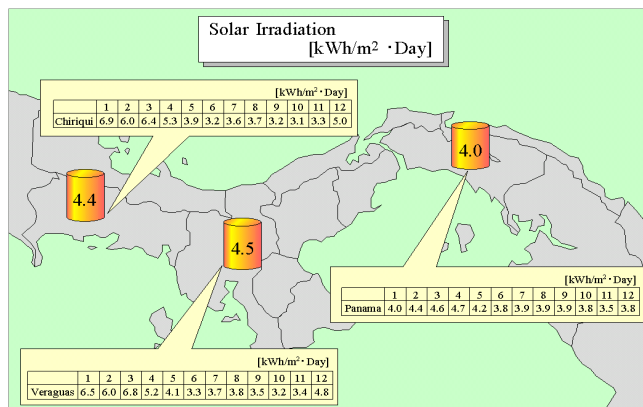


Figura 10. Zonas con Mayor Irradiación en Panamá

La región específica donde trabajara el sistema solar presenta lluvias regulares en la época lluviosa. Tomando en cuenta el principal objetivo de esta instalación es refrigerar medicamentos y alimentos, es necesario asegurar que la capacidad del sistema de acumulación de energía sea lo suficientemente confiable. Por esta razón se estableció el parámetro de diseño de un sistema de acumulación de energía para 4 días.

TABLA 4. ENERGÍA REQUERIDA EN EL TIEMPO DE RESERVA

Energía diaria (kW)	Energía total en 4 días (W)
1155	4620
945	3780
735	2940

Los cálculos de la Tabla 4 se han calculado con la fórmula siguiente:

$$E_t = E_d t_d \quad (2)$$

Donde  $E_t$  es la energía total,  $E_d$  la energía diaria y  $t_d$  es la cantidad de días que deben tener las baterías para reserva.

Tomando en cuenta que el valor más común de tensión de las baterías es de 12 voltios, se podría aproximar un sistema en amperios hora de la siguiente forma:

$$I_h = \frac{E_d}{V} \quad (3)$$

En la ecuación (3) la corriente por hora está definido en Ampere hora por la unidad especificada en la ecuación (2) de la energía total. Solo que en la Tabla 5 se especifica la corriente para 4 días.

TABLA 5. CORRIENTE NECESARIA

Energía total en 4 días (W)	Corriente necesaria en cuatro días (A)	Factor de profundidad de descarga del 50%
4620	385	770
3780	315	660
2940	245	490

Tomando en cuenta que son baterías de plomo por ser las de menor costo el factor de descarga se toma en un 50%. Mientras mayor sea este factor menos baterías se requerirán, aunque el factor de descarga dependerá también de las especificaciones del fabricante.

Actualmente se cuenta con un panel solar de 250W, se procederá a calcular que tan útil podría ser el sistema contemplando el uso de este para disminución de costos.

TABLA 6. ENERGIA PRODUCIDA POR EL PANEL ACTUAL

Potencia del panel solar (W)	Energía producida por día (Wh)
250	1125

Para dar confiabilidad al sistema determinamos que el ciclo de carga de las baterías debe ser menor o igual a dos días, esto quiere decir que el sistema tiene que ser suficientemente grande como para almacenar la energía total para cuatro días en un periodo de dos días.

TABLA 7. COMPARACIÓN DE ENERGÍA ALMACENADA

Cargas	Energía requerida para funcionamiento diario (Wh)	Energía sobrante para almacenamiento diario (Wh)	Energía almacenada en 2 días (Wh)	Energía almacenada en 3 días (Wh)
Refrigerador (a) iluminación	1115	10	20	30
Refrigerador (b) iluminación	945	180	360	540
Refrigerador (c) iluminación	735	390	780	1170

A partir de estos cálculos podemos concluir que un panel solar de 250W genera suficiente energía como para mantener las cargas en funcionamiento durante un día, pero sin energía suficiente para el sistema de acumulado, por lo que es necesario aumentar la cantidad de Paneles.

Para la Tabla 7 se usaron dos fórmulas distintas. La ecuación (4) para la energía de almacenamiento y la ecuación (5) para la energía almacenada

$$E_A = E_d - E_f \quad (4)$$

$$E_t = E_A t \quad (5)$$

Procederemos a calcular la cantidad de energía por hora que deben suplir los paneles solares para poder cumplir con el parámetro de diseño de 4 días de sistema de acumulado.

Primero se calculará para un sistema que sea capaz de llenar el sistema de almacenado en dos días a la vez que provee suficiente energía para que las cargas se mantengan en funcionamiento.

Para estos cálculos requerimos de tres ecuaciones distintas:

$$P_d = \frac{E_t}{t_c} \quad (6)$$

En la ecuación (5) definimos la producción de energía diaria para almacenaje que es igual a la energía total entre los días de carga.

$$P_t = E_d + E_f \quad (7)$$

En esta ecuación (6) se define la producción de energía total utilizando dos variables de ecuaciones anteriores.

$$P_h = \frac{P_t}{\text{Horas aprovechables (4.5)}} \quad (8)$$

La producción por hora que se calcula con la ecuación (8) hace uso del valor encontrado con la ecuación (7) que es dividida entre un factor constante que son las horas aprovechables.

TABLA 8. CAPACIDAD DE ALMACENAJE EN DOS DÍAS

Energía total en 4 días (Wh)	Producción de energía diaria para almacenaje en 2 días (Wh)	Producción de energía diaria para funcionamiento (Wh)	Producción de energía total necesaria a 2 días de almacenaje (Wh)	Producción por hora con 4.5 horas de irradiación máxima diaria (Wh)
4620	2310	1115	3425	761
3780	1890	945	2835	630
2940	1470	735	2205	490

Para analizar más variables en la factibilidad económica del proyecto se calculará también el llenado del sistema de almacenado en tres días.

TABLA 9. CAPACIDAD DE ALMACENAJE EN TRES DIAS

Energía total en 4 días (Wh)	Producción de energía diaria para almacenaje en 3 días (Wh)	Producción de energía diaria para funcionamiento (Wh)	Producción de energía total necesaria a 3 días de almacenaje (Wh)	Producción por hora con 4.5 horas de irradiación máxima diaria (Wh)
4620	1540	1115	2655	590
3780	1260	945	2205	490
2940	980	735	1715	381

Esto nos deja con 6 posibles sistemas fotovoltaicos de los cuales se debe escoger el más optimo con referencia a las necesidades económicas y la utilidad de este.



TABLA 10. COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES

Cargas	Días de llenado del sistema de acumulado	Potencia por hora requerida por los paneles solares (Wh)	Amperios hora por batería de 12V (Ah)	Paneles solares	Baterías de 12V
Refrigerador (a) iluminación	2	761	770	3x250W	6x150Ah
Refrigerador (b) iluminación	2	630	660	3x250W	5x150Ah
Refrigerador (c) iluminación	2	490	490	2x250W	4x150Ah
Refrigerador (a) iluminación	3	590	770	1x550W	6x150Ah
Refrigerador (b) iluminación	3	490	660	2x250W 1x530W	5x150Ah
Refrigerador (c) iluminación	3	381	490	2x250W	4x150Ah

## 6. Sistema de protección

Para la instalación de sistemas de generación eléctrico en nuestro país debemos seguir las normas de instalación que establece el Nec,

En el caso nuestro que estamos definiendo la instalación de un sistema fotovoltaico, lo más seguro es un puesto a tierra. Este sistema de protección es fácil de instalar y los materiales necesarios son bastantes accesibles.

La corriente nominal de nuestro sistema contemplado en este diseño no supera los 15 A por lo que según la Tabla 11 el calibre de un cable AWG no debe ser menor al de tipo 14.

TABLA 11. TIPOS DE CABLES

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

Resumiendo, nuestro sistema de protección de puesto a tierra deberá contar con una varilla de cobre de longitud de 6 pies y un cable de tipo 12 o 14 AWG de cobre.

## 7. Análisis de costo

El estudio del costo se basa en el sistema que contempla un tiempo de llenado de las baterías de 3 días con una potencia requerida por los paneles de 590Wh. Los demás puntos del sistema con el que se realiza el análisis se encuentra en la Tabla 10 exactamente la fila subrayada de verde.

TABLA 12. RESUMEN DE PRESUPUESTO

Equipos	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio
Panel solar	550W 49V OC 13A SC	1	382.53	382.53
Baterías de Pb	12V 150Ah	6	230.00	1380.00
Refrigerador	85W 35 litros	1	160.47	160.47
Bombillos led	9W 120V	3	4.00	12.00
Inversor	410W 12V	1	64.99	64.99
Regulador	Regulador MPPT 12/24V 30A	1	37.20	37.20
Cableado	AWG 12 THWN	30	0.16	4.80
Varilla de tierra	8 PIES	1	8.99	8.99
Soporte		1	49.99	49.99
Conectores solares	14-10AWG	4	3.00	12.00
			Total	2112.97

Actualmente se cuenta con un panel que genera 250W, pero en la tabla 12 se ha considerado la compra de un panel que genera la potencia necesaria para cargar las baterías en 3 días. Este gasto puede ser reemplazado por un panel que genere la mitad del panel considerado en la tabla 12.

Para las baterías se proporciona un modelo en específico que provee la energía de la manera necesaria. El refrigerador es otro gasto que ya está cubierto, pero se ha decidido enmarcar. El cableado se especifica solo el gasto que corresponde en un pie para las conexiones positivas, neutro y tierra.

## 8. Conclusiones

Hemos concluido que si el panel es instalado en la esquina de la casa en la parte que se encuentra más al norte no hay sombras que pueden afectar la generación del panel solar, pero si existe la posibilidad de que estas sombras puedan afectar al panel en un futuro.

Para el sistema deseado la mejor opción en el estudio realizado es aquel donde se genere 550Wh para un consumo estimado de 112Wh en el momento en el que estén trabajando los equipos al mismo tiempo. Se puede considerar

un solo panel como se hizo en el estudio económico, o el uso de dos paneles que generen 250W conectados en serie.

Por la orientación geográfica y el desnivel de la casa es necesario recalcar que los soportes deben tener un ángulo de 13° con respecto a su eje horizontal para compensar los 5° de inclinación del techo de la casa.

## 9. Reconocimientos

Agradecer al padre Roberto González por permitirnos ir hasta la casa de la señora Epifanía para tomar todos los datos y medidas. Al profesor Hermes Polanco por instruirnos en este proyecto que será de mucha ayuda para futuras investigaciones y que mejorará el estilo de vida de una persona. Por último, al profesor Francisco Pineda y la profesora Aura Johnson por permitirnos tomar sus horas de clases para realizar el viaje a Cerro plata.

---

## Referencias

[1] Mh Education, “Componentes de una instalación fotovoltaica”. 2008. Available: [47699GM Elec 01.indd \(mheducation.es\)](#)

[2] P. Oriol, [13 de mayo del 2015]. “¿Qué es una batería solar? Funcionamiento y tipos”. Available: [¿Qué es una batería solar? Tipos y funcionamiento \(solar-energia.net\)](#)

[3] A. Sánchez. [20 de enero del 2012]. “Artículo 690 sistemas fotovoltaicos”. Available: [Artículo 690 Sistemas Fotovoltaicos - PDF Free Download \(docplayer.es\)](#)

[4] G. Galván. [27 de octubre del 2015]. “Certificaciones en inversores fotovoltaicos”. Available: [Certificaciones en inversores fotovoltaicos - CCEEA](#)

[5] F. Quinteros y J. Zelada. “NORMA TÉCNICA DE DISEÑO, SEGURIDAD Y OPERACIÓN DE INSTALACIONES DE GENERACIÓN DE ENERGÍA CON TECNOLOGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA DE HASTA 100 kW”, Trabajo final, UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, SS, El Salvador, 2018.

[6] Staff. [14 de septiembre del 2020]. Beneficios de la certificación UL 1703. Available: [Beneficios de la certificación UL 1703 - Celdares - Venta de paneles solares](#)

[7] Equipo INIECO, “Prevención de riesgos profesionales y seguridad en el montaje de instalaciones solare”. Editorial Vértice, 2011